

SKOGLIG PLANERING



Version 2021-06-18

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. Det är avsett 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 inom 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

Jeannette Eggers, avsnitt 5

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

Dianne Wästerlund Stahl, avsnitt 3.2.5

Karin Öhman, avsnitt 1.1, 2, 3.4, 4.3 samt 5

Uppdateringar 18 juni 2021.

Fotot på omslaget visar föryngringsavverkning med naturhänsyn. Det är ett vanligt exempel på ett planeringskrävande moment i det svenska skogsbruket (Foto: Erik Wilhelmsson).

INNEHÅLL

1	Svenskt skogsbruk och dess frågeställningar	4
1.1	Vilka ekosystemtjänster/nyttor ger skogen och skogslandskapet...4	
1.2	Hållbart brukande	10
1.3	Företag och organisationer knutna till virkesproduktion.....	14
1.4	Grundläggande förutsättningar	21
2	Grundläggande planeringsbegrepp.....	29
2.1	Vad är planering?.....	29
2.2	Hur går planering till?.....	31
2.3	Planeringssystem	34
2.4	Varför planering?.....	39
2.5	Skoglig planering.....	42
3	Tillämpade planeringsområden	46
3.1	Det stora skogsföretagets planering.....	46
3.2	Planering för enskilda skogsägare	60
3.3	Samhällets behov av planering	81
3.4	Rumslig hänsyn i skoglig planering	92
3.5	Deltagande planering	103
4	Teknikområden.....	108
4.1	Linjär programmering.....	108
4.2	Problem med heltal	123
4.3	Heuristiska metoder	131
4.4	Flermålsanalys	133
5	Beslutsstödsystem	145
5.1	Beslutsstödsystem i allmänhet.....	145
5.2	Skogliga DSS.....	147
5.3	Heureka systemet – ett svenskt exempel	154
5.4	Beslutsstödsystem i andra länder.....	156

1 Svenskt skogsbruk och dess frågeställningar

Skoglig planering. I ämnet ingår de arbeten och analyser man gör för att förbereda beslut om hur skogen ska skötas. Planering är en avvägning mellan dels vad ägaren vill att skogen ska ge (målet), dels vad skogen kan ge (produktionsmöjligheterna).

Ägaren och samhället. Ägaren har enligt grundlagen rätt till sin skog men inom de ramar samhället sätter upp.

Långsiktig planering. På våra breddgrader tar träden lång tid på sig för att växa och bli stora, därmed behövs också en lång tidshorisont vid skoglig planering.

1.1 Vilka ekosystemtjänster/nyttor ger skogen och skogslandskapet

Nyttor av skog. Skogen ger människan många olika nyttor, både i form av produkter som virke och bär, och i form av tjänster som pollinering och klimatreglering. Dessa brukar gemensamt kallas ekosystemtjänster, och kan delas upp i försörjningstjänster, stödande, reglerande och kulturtjänster. Skogen har flera olika funktioner viktiga för människan, men exakt vilka funktionerna är varierar i olika delar av världen beroende på de naturgivna förutsättningarna, specialisering av brukande, människornas levnadssätt, hur människorna organiserat sina samhällen, m.m.

1.1.1 Skogens olika värden

Vi har alla olika bilder av vår skog. Kanske är det skogen nära intill där vi bor, en skog som vi har lyckan att äga eller så tänker vi på de massiva skogsområden som täcker stora delar av landet. Skogen ger oss upplevelser i stort och smått som att grilla korv tillsammans med familjen eller att jaga älg. Den ger oss också en rad produkter, och skogsproduktion likställs ofta med virke eller andra nyttigheter som har ett pris på en marknad. Men skogen har mycket mer att ge. Den har tack vare allemansrätten länge använts för rekreation och friluftsliv i olika former t. ex. genom möjligheten att bada i rent vatten, fiska, ströva, leka och motionera.

Begreppet ekosystemtjänst föddes under slutet av 1980-talet men fick ett riktigt genomslag i och med det internationella forskningsprogrammet Millennium Ecosystem Assessment. Programmet pågick under perioden 2001 till 2005 och stöttades av bland andra FN. Forskningsprogrammets definition är följande: Ekosystemtjänster är de funktioner hos levande varelser och miljön inom ett område som på något sätt, både direkt eller indirekt, gynnar människan.

Det är alltså produkter och tjänster som naturen eller i vårt fall skogen ger oss människor. Till ekosystemtjänster räknas sådant som genereras av ekosystemen och

kan räknas som förnyelsebara naturresurser. Därför brukar inte mineraler, bergarter och fossila bränslen räknas in. Vissa ekosystemtjänster är lätta att sätta ekonomiska mått på, exempelvis virke, medan andra värden som skogen ger oss är betydligt svårare att se och värdera i ekonomiska termer, exempelvis hälsa och rekreation. Många mer osynliga tjänster som t.ex. näringsreglering utförd av olika markorganismer är direkt nödvändig för produktionen av mer synliga tjänster som virke. Människan är beroende av väl fungerande ekosystem och regeringen har som mål att värdet av olika ekosystemtjänster ska vara kända och integreras i beslut där så är skäligt. Men det är en bit kvar innan den ambitionen är uppnådd. Vanligen delas ekosystemtjänster in i följande fyra olika kategorier: försörjningstjänster, stödjande ekosystemtjänster, reglerande tjänster och kulturtjänster. I vissa fall kan en och samma tjänst förekomma inom två eller flera kategorier.

1.1.1.1 Försörjningstjänster

Försörjningstjänster eller tillgodoseende ekosystemtjänster levererar konkreta varor som mat, virke och massaved.

Studier visar exempelvis att produktionen av blåbär i Sverige under ett normalår uppskattas till 250 000 ton. Endast en mindre mängd plockas för husbehov eller för kommersiell försäljning. Det finns alltså en stor outnyttjad potential i de bär som lämnas kvar i skogen. Skogen producerar också viltfoder, de delar av växterna som används till föda. Generellt sett innehåller blandbestånd med både tall och gran mer foder för viltet än rena granskogar. Likaså producerar unga skogar mer foder än gamla. Förhållandet mellan skogstillståndet och viltstammen påverkar dessutom mängden betesskador samt viltstammens vitalitet och avkastning. Begränsad tillgång på foder kan exempelvis orsaka lägre slaktvikter och lägre reproduktion hos älg. Även renen hittar sin föda i skogen; på sommaren äter de gräs, örter och löv medan huvudfödan på vintern är lav.

1.1.1.2 Stödjande ekosystemtjänster

Stödjande ekosystemtjänster är grundläggande i ekosystemen och nödvändiga för att andra tjänster ska fungera.

Av koldioxid, vatten och solljus bildas genom fotosyntesen kolhydrater som skogen och växterna behöver för att kunna växa, samt syre som vi behöver för att kunna andas. När skogen tar upp kol i stammar, rötter, grenar, barr och löv fungerar den som en kolsänka där kol lagras under ibland hundratals år. Även om skogen under en omloppstid kan fungera både som en kolsänka och en kolkälla så är skogens förmåga att binda koldioxid totalt sett positiv för klimatet och måste räknas som ovärderlig för människan.

1.1.1.3 Reglerande tjänster

Reglerande tjänster är lite mer specifika. De styr bland annat klimat och vattenflöden samt ger oss pollinering, bullerreducering och biologisk kontroll av skadegörare.

Även för dessa typer av ekosystemtjänster är skogen viktig. Pollinering är nödvändig för produktionen av blåbär och lingon, men skogen har också en roll i att producera pollinerare som behövs till jordbruksgrödor och trädgårdsväxter. Flera av skogens arter är också naturliga fiender till skadegörare och kan på så sätt begränsa skadorna vid angrepp. Träd kan rena luften genom att binda farliga partiklar och giftiga ämnen. De kan även fungera som erosionshinder då grenar och löv dämpar regn, rötterna håller kvar jorden och träden kan binda stora mängder vatten.

1.1.1.4 Kulturtjänster

Kulturtjänster bidrar till människors hälsa och känslomässiga välbefinnande, exempelvis genom estetiska värden och rekreationsvärden. Det finns beräkningar som visar att det uppskattade rekreationsvärdet av skog kan ligga i samma storleksordning som virkesproduktionsvärdet. Hur stort rekreationsvärdet är beror både på befolkningstätheten och på skogens tillstånd. I Västerbotten uppskattas rekreationsvärdet till ungefär hälften av virkesproduktionsvärdet, medan rekreationsvärdet kan överstiga virkesproduktionsvärdet flera gånger om i mer befolkningstäta områden (Brännlund et al 2010). Statistik från SCB visar dessutom att var tredje svensk besöker skogen åtminstone en gång per vecka för olika typer av rekreationsaktiviteter.

Det är dock inte bara för rekreation i allmänhet som skogen är viktig utan även för människors hälsa. Det finns forskningsresultat som tyder på att personer med utmattningssyndrom helst väljer att vistas i skog vid en sjö eller i en ljus öppen tallskog för att må bättre och att man undviker gärna den äldre granskogen. Samma studie visar även att efter en skogsvistelse på två timmar är försökspersonerna mer avspända, glada, harmoniska, lugna och klartänkta än före vistelsen i skogsmiljön.

1.1.2 Skogsbruk kan ge negativa effekter

Skogen producerar flera ekosystemtjänster på samma område. Överutnyttjande av en ekosystemtjänst kan göra att hela ekosystemet förändras, vilket i sin tur kan leda till förlust eller försämring av andra ekosystemtjänster. Trots att många ekosystemtjänster är hotade och troligen oersättliga så tas de i dag i många fall för givna.

Dagens skogsbruk påverkar en rad ekosystemtjänster. När skogen avverkas frigörs det bundna kolet om biomassan eldas eller på annat sätt bryts ned. Vidare påverkar skogsbruket produktionen av exempelvis död ved, lav och annat viltfoder. En avverkning påverkar även marken vilket kan leda till ökad utförsel av humusämnen i närliggande sjöar och vattendrag samt näringsläckage av kväve och fosfor till ytvatten vilket i sin tur kan påverka fiskars och andra vattenorganismers livsmiljö samt tillgången på rent vatten.

1.1.3 men också positiva

Men skogsbruket kan också gynna ekosystemtjänster. Genom anpassade avverkningar kan skogens rekreationsvärden höjas. Forskning visar att många människor föredrar skogar som har någon form av skötsel. Vad som föredras varierar dock beroende på

ålder, bakgrund, utbildning och andra faktorer hos den som vistas i skogen. Det finns därför ingen skötselmetod som kan tillfredsställa alla besökare. Men många som vistas i skogen föredrar äldre variationsrika skogar med få, grova träd. Effekterna av skogsbruket på rekreationsvärdet och även andra ekosystemtjänster beror dock på många faktorer. Vilken skogsbruksåtgärd som används, hur åtgärden utförs i det enskilda fallet, andra åtgärder i landskapet, avrinningsområdets storlek, jordart och topografi samt geografisk placering av åtgärden är några exempel på påverkande faktorer.

1.1.4 Sveriges strategi för ekosystemtjänster

Sveriges riksdag beslutade i juni 2014 om en ny strategi för biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Regeringen har satt upp målet att:

”Senast 2018 ska betydelsen av biologisk mångfald och värdet av ekosystemtjänster vara allmänt kända och integreras i ekonomiska ställningstaganden, politiska avväganden och andra beslut i samhället där så är relevant och skäligt”.

Detta mål var 2018 inte uppfyllt enligt naturvårdsverkets miljömålsuppfyllning (Naturvårdsverket 2019) då värdet av skogens ekosystemtjänster sällan finns med exempelvis i bokslut från företag eller i kommunala översiktsplaner. Detta kan leda till beslut som inte är långsiktigt hållbara utifrån ekonomiska, ekologiska och sociala värden. Värderingar av skogslandskapets olika ekosystemtjänster skulle kunna fungera som vägledning och stöd bland annat i politikerns beslut om vilka områden som ska undantas från exploatering eller för att synliggöra de värden som ekosystemtjänsterna genererar för samhället.

1.1.5 Två fallstudier om skogens ekosystemtjänster

I tabell 1.1 visas exempel på ekosystemtjänster från skog och hur dessa kan kategoriseras.

Tabell 1.1. Exempel på ekosystemtjänster i skog funna vid två fallstudier av miljökonsekvensbeskrivningar inklusive samråds- och yttrandematerial inom Jokkmokk och Uppsala kommuner (Malmaeus et al. 2015).

Ekosystemtjänstgrupp	Kategorier	Ekosystemtjänst
Försörjande tjänster	Inte ätbara	Timmer Massaved Dekorativa material (julgran, mossor, lavar) Bioenergi
	Ätbara	Vilt Betesdjur Foder Bär Svamp Dricksvatten
	Övriga försörjande ekosystemtjänster	Träd- och växtextrakt med medicinsk eller näringsmässig användning; trätjära Slöjdvirke, näver

Stödjande tjänster	Ekosystemprocesser	Biogeokemiska kretslopp Markens bördighet Pollinering av växter Fotosyntes – primärproduktion Habitat Biologisk mångfald och genetiska resurser Stabilitet och resiliens
	Övriga försörjande ekosystemtjänster	Fröspridning
Reglerande tjänster	Klimatreglering	Klimatreglering Kolupptag Kolinlagring
	Naturskador	Förebyggande av stormskador Förebyggande av erosion och jordras Vattenreglering – snösmältning och vårflooder
	Övriga reglerande tjänster	Naturlig kontroll av skadedjur och sjukdomar Säkerställande av grund- och sötvattenskvalitet och mängd Ren syrerik luft
Kulturella tjänster	Vardags- och träningsaktiviteter	Vildmarksliv (älg- och annan safari, fritidsfiske, fågelskådning, bär- och svamplockning, kanotpaddling, försrättning, jakt, picknick, camping
	Turism	Älgsafari etc., skidåkning
	Mental och fysisk hälsa	Förbättra motorik och koncentrationsförmåga Minska stress Minska produktionsbortfall och sjukvårdskostnader Fästingar, myggor, ormar, getingar, etc. Pollen och allergier
	Miljö och estetik	Naturlighet, harmoni
	Kunskap och information	Resurs för utbildning och forskning, utomhuspedagogik, forskningsinfrastruktur
	Övriga kulturella ekosystemtjänster	Kulturella och spirituella värden Folketro Inspiration för konst och design

1.1.6 Ekosystemtjänster vid certifiering

Miljöcertifiering av skogsbruket startade på 1990-talet och certifiering sker i huvudsak genom två organisationer; Forest Stewardship Council (FSC) respektive Programme for Endorsement of Forest Certification (PEFC). Motiven för certifiering enligt PEFC respektive FSC är att säkerställa att skogsbruket bedrivs lagenligt och ekonomiskt uthålligt samt med hänsyn till miljövärden och sociala och estetiska värden. PEFC skriver:

“Skogsbruket ska vara uthålligt och baseras på vetenskapligt beprövade, ståndortsanpassade metoder och principer. Med uthålligt skogsbruk avses ett långsiktigt brukande med syfte att bevara eller förstärka fastighetens tillgångar i form av skogsproduktion, naturvärden och sociala värden. Skogsbruket ska ha ett marknadsperspektiv och använda tillgänglig marknadsinformation och studier. Skogsförvaltningen ska förebygga oönskade bränder och otillåten verksamhet som illegal avverkning och illegal markanvändning.” (PEFC 2017)

FSC har en liknande formulering om hur skogsbruket ska bedrivas:

“Ett miljöanpassat skogsbruk säkerställer att produktionen av trävaror, andra skogsprodukter än trävaror och ekosystemtjänster bevarar skogens biologiska mångfald, produktivitet och ekologiska processer.

Ett socialt ansvarstagande skogsbruk ger långsiktiga fördelar för både lokalsamhället och samhället i stort. Jämställdhet främjas samt diskriminering motverkas och den som utför arbetet omfattas av schyssta arbetsvillkor och god arbetsmiljö. Urfolk och deras rättigheter respekteras.

Ett ekonomiskt bärkraftigt skogsbruk innebär att skogsskötseln organiseras och genomförs på ett lönsamt sätt, utan att lönsamheten skapas på bekostnad av skogliga resurser, ekosystemet eller berörda samhällen. Svårigheten att skapa balans mellan behovet av att generera tillräckligt hög ekonomisk avkastning och principerna för ansvarsfullt skogsbruk kan minskas genom insatser för att skapa en marknad där skogsprodukter och tjänster erbjuds till sitt fulla värde.” (FSC 2020).

Certifieringsreglerna har sitt ursprung i tiden innan tillkomsten av den utförliga beskrivningen av ekosystemtjänster som redovisas i detta kapitel. Certifieringsreglerna ger således uppmärksamhet åt många men inte alla av de nyttor som skogen ger. Reglerna ajourhålls löpande gemensamt mellan parterna bakom certifieringen. Medlemmar i FSC är skogsägande företag och organisationer, skogsägareföreningar, skogsindustrier, skogsfacken, skogsentreprenörsföreningar, skogsförvaltande stiftelser, skogsvårdsföretag, skogsindustrieföretag, värmeproducenter, leverantörer till skogsbrukare, samebyar, riksorganisationen för friluftsliv, riksorganisationen för lokala utvecklingsgrupper, världsnaturfonden, entomologer, ornitologer och miljörevisorer.

1.1.7 Bättre kunskaper om ekosystemtjänster

Produktionen av en ekosystemtjänst påverkar oftast produktionen av andra ekosystemtjänster och vill man öka produktionen av en tjänst måste man vara beredd att minska produktionen av en annan.

För att kunna göra säkrare skattningar av hur produktionen av olika ekosystemtjänster påverkas måste vi förbättra kunskapen om dem. Det finns stor erfarenhet av att räkna på och göra prognoser för ekosystemtjänster direkt kopplade till virkesproduktion. Vi har länge kunnat räkna ut hur mycket skog som kan avverkas varje femårsperiod utan att den långsiktiga produktionen av virke minskar. Vi vet t. ex. att det totala virkesförrådet på skogsmark är 3 300 miljoner m³sk i Sverige. Tillväxten uppskattas till 120 miljoner m³sk per år och den årliga avverkningen till 90 miljoner m³sk (Skogsdata 2019). Vi avverkar således i lägre takt än vad virkesmängden ökar genom skogens tillväxt. Men om vi ska kunna bedriva ett hållbart skogsbruk så måste vi även kunna räkna på skogsekosystemets potential att långsiktigt producera andra former av ekosystemtjänster. Det skulle ge oss ökad förståelse för beroendet mellan de stödjande och försörjande tjänsterna. Detta omfattar både ekosystemtjänster kopplade till ekonomiska värden som virkesförråd och ekosystemtjänster kopplade till ekologiska och sociala värden som blåbärsproduktion.

Litteratur

- Brännlund, R., Lundmark, R. & Söderholm, P. (2010). Kampen om skogen – koka, säga, bränna eller bevara? SNS Förslag.
https://snsse.cdn.triggerfish.cloud/uploads/2020/02/kampen_om_skogen.pdf [2020-11-04]
- Carpenter, S. et al. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment, PNAS 106, 1305.
- FSC, 2020. FSC-standard för skogsbruk i Sverige. <https://se.fsc.org/se-se/standarder/skogsbruksstandard-2020> [2020-11-04]
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis, Island Press, Washington DC.
- Naturvårdsverket (2012). Sammanställd information om Ekosystemtjänster, Ärendenummer NV-00841-12. Remissupplaga.
www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2012/ekosystem-ekosystemtjanster/ekosystem-tjanster.pdf.
- Naturvårdsverket (2019). Fördjupad utvärdering av miljömålen.
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6865-3.pdf?pid=24098>
- PEFC (2017). Svenska PEFC:s Skogsstandard 2017. PEFC SWE 002:4.
https://pefc.se/wp-content/uploads/2019/09/PEFC-SWE-002-Skogsstandard-2017-12-15_MED-KOMMENTAR-KEMISKA-SKYDD.pdf [2020-11-04]
- Seppelt, R., Carsten F. Dormann, Florian V. Eppink, Sven Lautenbach & Stefan Schmidt. (2011). A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead, Journal of Applied Ecology 48, 630.
- SLU (2019). Skogsdata.
https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/skogsdata/skogsdata_2019_webb.pdf [2020-11-04]
- Worster, D. (1996). De ekologiska idéernas historia, SNS Förlag.

1.2 Hållbart brukande

1.2.1 Historik

Hur skogen kan nyttjas som producent av virke, bränsle och andra resurser på ett sätt som inte föröder skogen är förmodligen en fråga som är lika gammal som de tidiga större civilisationerna. Skogens försvinnande på Påskön är kanske det mest klassiska fallet på misslyckande. Befolkningsökningen i Centraleuropa under 1700- och 1800-talen och inte minst industrialiseringens framväxt ledde till lokal brist på skog. Så var fallet även i glest befolkade trakter där gruvdrift och järnframställning tärde på skogsresursen. I Sverige kom därför med tiden många järnbruk att förläggas utanför Bergslagen i trakter där det fanns gott om skog och dessutom vattenkraft. Det var enklare att över längre sträckor transportera malm och järn än det skrymmande träkolet. Virkesbristen fick säkert många att fundera över hushållning med resursen.

Särskilt i Tyskland utarbetades robusta och enkla metoder under slutet av 1700-talet och under 1800-talet för att säkerställa en uthållig produktion av virke från ett visst

skogsområde. Bland dessa enkla och tidiga metoder kan areal- och förrådsmetoder urskiljas.

Vid den simplaste formen av en arealmetod divideras skogsområdets areal med omloppstiden varmed en årsyta erhålls. Avverkas varje år en årsyta så är man efter en omloppstid tillbaka till den först avverkade ytan. Efter en omloppstid har man då också fått vad som kallas en normalskog, d.v.s. lika stor areal i varje åldersklass. Att sträva efter ett skogstillstånd i form av en normalskog var länge centralt inom skogshushållning.

Med dagens bättre analysmöjligheter kan man istället planera för ett jämnt flöde av virkesvolym. Det fanns olika varianter på förrådsmetoder bland vilka ”Cottas ytfackverk” (Eklund, 1979) hör till de mer kända. Förrådsmetoderna tog hänsyn till befintligt virkesförråd och relaterade till ett ”normalt” virkesförråd. Metoderna var tämligen stelbenta och kunde inte avspegla skogens dynamik även om man försökte ta hänsyn till markens varierande bördighet och skogens tillväxt. I sammanhanget ska man också komma ihåg betydelsen av bra data om skogen i utgångsläget som grund för analyser.

Ända till slutet av 1900-talet relaterades hållbart skogsbruk i stort sett bara till produktion av virke. Långsiktig analys- och planering benämndes helt rättvisande som avverkningsberäkningar. Undantag fanns varav målsättningarna för federalt ägd skog i USA är ett tidigt och tydligt exempel. Ett mångbruk av federalt ägd skog fanns med i bilden redan vid bildandet av US Forest Service i början av 1900-talet och senare fastslogs även i lagstiftning att federalt ägd skog skulle brukas för rekreation, bete för boskap, virke, vatten och djurliv. Målsättningen var tämligen människocentrerad, det gällde brukande och t.ex. avsåg djurliv främst jaktbart vilt, begreppet biodiversitet fanns ännu inte på agendan.

Ökad ekologisk kunskap och förändringar i värderingar och målsättningar ledde i slutet av 1900-talet förändrat synsätt och metoder för skogens brukande. Även här var man tidigt ute i USA och för att särskilja det nya myntades i nordvästra USA (Pacific North West; norra Kalifornien, Oregon och Washington) begreppet ”New forestry”. Tre aspekter lyftes särskilt fram det ”biologiska arvet” efter störning i form av t.ex. fröbank och död ved, landskapsperspektivet inklusive rumsliga aspekter (storlek och lokalisering av företeelser som gammal skog eller hyggen) samt skogsskötseln längs vattendrag. Det senare särskilt med tanke på de stora och värdefulla migrationerna av lax i vattendragen i regionen.

Ett mer allmänt begrepp, med rötterna i samma region, var ”Ecosystem mangement”. Det innehöll flera aspekter från New Forestry men i stora drag var skifte från det människocentrerade perspektivet i den tidigare mångbruksansatsen till ett perspektiv där bevarandet av funktionella ekosystem var det primära. De ekologiska landskapsplaner, som framställdes vid alla stora svenska skogsföretag kring millennieskiftet, var utslag av strömningar med rötter för bland annat nordvästra USA (Törnquist, 1995).

En ständigt ökande global befolkning och en fortgående miljöförstöring i slutet av 1900-talet tydliggjorde behovet av en hållbar utveckling i den betydelse som vi nu är van vid; ekologisk, ekonomisk och social hållbarhet. Viktiga milstolpar i utvecklingen var Brundtlandskommisionens rapport 1987 och det globala toppmötet i Rio de Janeiro 1992. I kölvattnet av den senare formades bland annat konventionen om biologisk mångfald.

Ett sätt att implementera ett hållbart skogsbruk i praktiken är att formulera kriterier för olika delar av hållbarhetsbegreppet och för varje kriterium ange ett antal indikatorer. Kriterier för ett hållbart skogsbruk diskuterades vid en Europakonferens på ministernivå i Helsingfors 1993. Detta fortlever nu inom det som kallas ”Forest Europe” (Forest Europe, 2020) och för närvarande finns sex kriterier:

- Förvaltning och ändamålsenlig förbättring av skogsresurser och deras bidrag till globala kolcykler.
- Förvaltning av skogsekosystemets hälsa och vitalitet.
- Förvaltning och främjande av skogens produktiva funktion (virke och annan produktion).
- Förvaltning, bevarande och ändamålsenligt främjande av biologisk mångfald i skogliga ekosystem.
- Förvaltning, bevarande och ändamålsenligt främjande av skyddande funktion i skogsbruket (särskilt vatten och mark).
- Förvaltning av andra socioekonomiska funktioner och förutsättningar.

Indikatorer på det första kriteriet är bland annat arealen skog, det stående virkesförrådet och skogens åldersklassfördelning.

Ett inslag i begreppet hållbarhet är rättvisa inom och mellan generationer. Vad gäller skogsresursen kan rättvisa inom generationer hanteras genom att olika intressenter får komma till tals i planerings- och beslutsprocesser. Rättvisa mellan generationer kan tillgodoses genom att kommande generationer får minst samma möjligheter att nyttja skogen som innevarande generation.

I syfte att nå en hållbar utveckling har Sveriges riksdag antagit 16 miljökvalitetsmål. Ett av dem har direkt koppling till skog och skogsbruk: Levande skogar. För andra miljökvalitetsmål finns mer eller mindre tydliga kopplingar, som begränsad klimatpåverkan, och ett rikt växt- och djurliv. Uppföljningar görs löpande för att se om styrmedel och åtgärder är tillräckliga för att nå målen. I vissa fall används information från Riksskogstaxeringen för uppföljning, som för indikatorerna arealen gammal skog och volymen död ved i miljökvalitetsmålet Levande skogar.

Miljöcertifiering inom skogsbruket har också en central roll, se avsnitt 1.1.6 ovan.

1.2.2 Dagens skogliga analys- och planeringssystem

I dag finns avancerade analys- och planeringssystem, som hanterar såväl virkesproduktion som andra ekosystemtjänster. Självklart är datorkraft central för de oftast omfattande beräkningar som krävs. Metodmässigt vilar dagen system på tre ben: 1) matematiska modeller som beskriver skogens utveckling, 2) modeller som beskriver utfallet av olika ekosystemtjänster för olika åtgärder, som virkesutfall vid avverkning och skogstillståndets inverkan på ekosystemtjänster, som rekreation, 3) metoder för att söka bra lösningar utifrån ställda målformuleringar. Bra lösningar kan sökas med endera simulerande eller optimerande metoder. Med de här grunderna är det förhållandevis enkelt att formulera ett hållbart skogsbruk i termer av en uthållig virkesproduktion på så sätt att avverkningsnivån i varje tidsperiod måste vara minst lika hög som i perioden innan¹. Om en optimerande ansats används kan ett sådant krav enkelt införlivas som en restriktion i optimeringsmodellen. Hänsyn till t.ex. natur- och miljövård kan också hanteras genom t.ex. en restriktion för arealen gammal skog eller en restriktion för arealen lövrik skog i varje period över planeringshorisonten.

Information om skogens tillstånd i utgångsläget är centralt för planering och analyser. Traditionellt finns en skogskarta med tillhörande beståndsregister i såväl skogsbruksplaner som i den information de stora skogsbolagen har över sin skog. Informationen i beståndsregistren utgörs av medelvärden för bestånden, som t.ex. medelålder och medelstorleken av träden. Den typen av information är i dagsläget en svag länk i planeringsprocesser. Dels är informationen ofta av låg kvalitet (stora slumpmässiga såväl som systematiska fel) på grund av de inventeringsmetoder som används, dels utgör beståndsmedelvärden begränsad information. Data om enskilda träd inom bestånd ger betydligt mer information, som t.ex. en bild av trädens storleksfördelning. Den traditionella informationen i form av beståndsmedelvärden, geografisk upplösning, etc. är inte bara bristfällig utifrån virkesproduktionssynpunkt utan även bristfällig för hantering av naturvårds- och miljöaspekter. Pågående utveckling av kombinationer av fält- och fjärranalysmetoder kommer dock att medföra stora förändringar och möjligheter framöver.

Litteratur

Eklund, B. (1979). Kompendium i skogsindelning.

Forest Europe 2020. www.foresteurope.org

Törnquist, K., (1995). Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det? SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, Arbetsrapport 5. Examensarbete.

¹ För ett innehav med ojämn ålderklassfördelning kan en dylik restriktion vara tämligen hård. Den är dock mer gångbar än det intuitiva att i varje period inte avverka mer än tillväxten. Det senare slår hårt vid en ojämn åldersklassfördelning; i perioder då det finns stor areal gammal skog med låg tillväxt ska men enligt den restriktionen då avverka låg volym.

1.3 Företag och organisationer knutna till virkesproduktion

1.3.1 Vilka äger Sveriges skogar?

Ägandet av skogen brukar delas upp i allmänna ägare och privata ägare. Till allmänna ägare räknas skogsmark som ägs av staten direkt, statsägda aktiebolag och övriga allmänna ägare. Till privata ägare räknas privatägda aktiebolag, enskilda ägare och övriga privata ägare. Av den produktiva skogsmarken ägs 19% av allmänna ägare och 81% av privata ägare (Tabell 1.2). Uppgifter om areal och avverkning baseras på data från riksskogstaxeringens stickprovsinventering och är därför behäftade med ett slumpmässigt stickprovsvfel.

Tabell 1.2. Areal produktiv skogsmark och årlig totalavverkning fördelad på ägarkategorier (SLU, 2019). Alla celler är inte ifyllda eftersom data inte finns på den detaljnivån.

Ägarkategori	Andel av produktiv skogsmark %	Areal, 1000 ha	Tot. Avverkn. 2013/14 - 2017/18 medeltal milj m ³ sk år ⁻¹	D:o, m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹
Privata ägare				
Aktiebolag	25	5 464	18.3	3.3
Enskilda ägare	53	11 714	53.4	4.6
Övriga privata ägare	6			
Allmänna ägare				
Staten	3			
Statsägda aktiebolag	12			
Övriga allmänna ägare	2			
Summa	100			
S:a Allmänna ägare och Övriga privata ägare	6+3+12+2= 23	5 085	12.3	2.4
Summa	100	22 226	84.9	3.8

Privatägda aktiebolag: Aktiebolag som inte är statsägt aktiebolag och inte heller av kommuner eller landsting ägda aktiebolag enligt definition under Övriga allmänna ägare.

Enskilda ägare: Fysiska personer, dödsbon och bolag som inte är aktiebolag.

Övriga privata ägare: Religiösa samfund inkl. Svenska kyrkan, stiftelser, fonder m.fl. som inte ingår i allmänna ägare. Ekonomiska och ideella föreningar, bysamfälligheter, gemensamhetsskogar, allmänningar, besparingsskogar m.fl. T.ex. Skogssällskapet, pensionsfonder, Södra Skogsägarna ekonomisk förening och häradsallmänningar.

Staten: Svenska statliga myndigheter, fonder, stiftelser m.m. i vars uppdrag det ingår att förvalta statlig svensk skogsegendom. T.ex. Fastighetsverket, Fortifikationsverket, Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen.

Statsägda aktiebolag: Aktiebolag vars aktier till mer än 50 % förvaltas av det svenska Regeringskansliet. T.ex. Sveaskog AB, AB Göta kanalbolag och Akademiska Hus AB.

Övriga allmänna ägare: Svenska kommuner och landsting samt av dessa ägda aktiebolag (mer än 50 % av aktierna), stiftelser, fonder m.m.

Beskrivning av ämnet skoglig planering tar ofta sin utgångspunkt i stora skogsägande

aktiebolag som också äger skogsfiberbaserade industrier. Orsaken till detta är att de som regel har den mest specialiserade och drivna skogsförvaltningen med kunskaper om och rutiner för hur arbetet ska genomföras. Nedan görs en beskrivning av hur dessa och även några andra organisationer är utformade och vilka beslut de fattar.

1.3.2 De stora skogsindustriföretagen

Företagen är koncerner som är uppdelade i en organisation för skogen (ett eller flera aktiebolag) och en eller flera organisationer för industrierna (minst ett aktiebolag per industri). Koncernledningarna är placerade i Stockholm medan huvudkontoret för skogsverksamheten – staben – finns närmare skogsinnehavet.

Ett privat skogsindustriföretag med mycket skog är Holmen. Två andra skogsägande företag är Stora Enso och SCA. Det senare är nära kopplat till pappersföretaget Essity. Sveaskog är ett statsägt skogsföretag och den största skogsägaren i Sverige, men de har numera inte några egna industrier. Efter att Bergvik Skogs innehav delades upp mellan ägarna under slutet av 2020-talet har några nya stora skogsägande företag sett dagens ljus: Bergvik Skog Öst, Kopparfors Skogar, Gysinge Skog och Hällefors Tierps Skogar.

Alla ovan nämnda företag har stora skogsinnehav, spridda över flera län. Därmed tvingas man till en geografisk uppdelning av den operativa verksamheten på lokalkontor (distrikt) för att resorna ut i skogen inte ska bli för långa. Ofta finns en organisatorisk nivå mellan huvudkontor och distrikt, som kan kallas region eller förvaltning. På senare tid har dock flera skogsföretag i varierande grad funktionaliserat sina organisationer. Detta gäller t ex Stora Enso, Holmen och SCA. Det innebär att större vikt lagts vid processer som skogsvård, traktplanering, skötsel, produktion och transport än vid geografisk indelning. SCA har gått längst där ingen regionindelning används. Istället rapporterar funktionscheferna för t ex produktion och skogsvård direkt till VD.

Specialistkompetens inom skogsbruk vad gäller exempelvis den övergripande skogliga planeringen finns till stor del på skogsstaberna, och det gäller t.ex. för den övergripande skogliga planeringen. I andra fall finns bäst kompetens utspridd på distrikts- och regionnivå. Digital utveckling har gjort det möjligt att organisera jobbet med specialister även på andra orter än där staberna finns.

Företagens skogsverksamhet i Sverige är certifierad enligt FSC, ofta även PEFC. Det innebär att skogsbruket bedrivs med en viss nivå av ekologisk, ekonomisk och social hänsyn.

Virke från den egna skogen är viktig för den egna industrin, och ett någorlunda jämnt och uthålligt flöde av timmer och massaved är ett övergripande mål för skogsverksamheten. Men den egna skogen är inte tillräcklig för att försörja industrin, utan ytterligare volymer importeras eller köps från skogsägare utan egna industrier, främst enskilda skogsägare, men även andra ägare som kommuner, Svenska kyrkan, stiftelser, allmänningar och andra myndigheter. Skogsföretagen byter också virke mellan varandra för att minska på de totala transportererna eller för att jämna ut

säsongs- eller sortimentsflöden. Företagen med egna industrier har försäljningsverksamhet i många olika länder, de kan även äga skogsmark eller industrier utomlands. Virke importerar också till industrier i Sverige. Åren 2008 – 2012 var rundvirkesimporten med fartyg ca 5 miljoner ton årligen, medan exporten var 0.6 miljoner ton (Skogsstyrelsen, 2014, Skogsstatistisk årsbok).

Tabell 1.3. Beskrivning av några av Sveriges största skogsföretag utifrån information på respektive företags hemsidor (okt 2016/ jan 2018).

	Holmen	Sveaskog	SCA
Huvud-ägare	Lundberg, mfl enskilda	Staten 100 %	Industrivärden AB, Institutioner
	AB	AB	AB
Skogsinnehav i Sverige, ha	1.153 milj produktiv skogsmark (prod skm)	3.1 milj prod skm	2.0 milj prod skm
Frivilligt avsatt	202 000 ha skm naturvårdsareal	20 % av den prod skm nedanför fjällskogsregionen hanteras som naturvårdsareal. Inom ekoparker undantas 100 000 ha (all mark) helt. Naturvårdsskogar omfattar 300 000 ha prod skm och lämnas helt. Den natur-hänsyn som lämnar kvar i produktions-skogen omfattar 250 000 ha prod skm	Fem mångfaldsparkar om vardera 1000-1500 ha där minst hälften lämnas helt eller sköts för att bevara naturvärden. Minst fem % av den produktiva skogsmarksarealen undantas från virkesproduktion baserat på ekologisk landskapsanalys. Dessutom lämnas hänsynsytor och detaljhänsyn vid avverkning.
Industrier i Sverige	Två sågverk, ett massa- och pappersbruk (kartong)	Hälften ägare i träindustriföretaget Setra Group AB	Fem sågverk, massabruk, papper, pellets, träförädling, nära koppling till Essity (hygien och hälsobolag)
Industrier utomlands			Många industrier spridda över hela världen
Kunder	Uppgift saknas	Ca 170 kunder, främst svenska sågverk, pappers- och massabruk. Biobränsle säljs till värmeverk, kraftvärmeverk, skogsindustrier och till kommuner med egna anläggningar.	Uppgift saknas
Affärsidé	Att utveckla och driva lönsam verksamhet inom tre produktinriktade affärsområden för tryckpapper, kartong och trävaror samt två råvaruinriktade affärsområden för skog och energi. Europa är huvudmarknaden	Företaget ska vara en oberoende aktör med kärnverksamhet inom skogsbruk, utan egna stora intressen som slutanvändare av skogsråvara. Närliggande verksamhet kan bedrivas om det bidrar till att öka bolagets avkastning.	”Att hållbart utveckla, producera, marknadsföra och sälja alltmer högfördlade produkter och tjänster för kunder och konsumenter inom hygien- och skogsindustri-marknaderna. Att tillfredsställa behoven genom bättre kund- och konsumentinsikt, kunskap om lokala och regionala marknadsförutsättningar samt på ett högklassigt sätt

		Försäljning av mark på marknadsmässiga villkor för omarronderingar och tillköp för enskilt skogsbruk, särskilt i glesbygd.	ta våra produkter till marknaden. Detta kombinerat med global erfarenhet, starka varumärken, effektiv produktion och innovation.”
Mål, vision, värdegrund, verksamhet	--- <i>Verksamhet</i> ”Skogs- och energitillgångar är av stort värde för Holmen; bidrar till att ge företaget en stabil bas. Förutom en jämn och hög intjäning ger de fördelar vid råvaruanskaffningen till de produktinriktade affärsområdena. Varje år anskaffar vi drygt 11 miljoner m ³ virke. Merparten kommer från privata skogsägare eller andra svenska skogsföretag.”	Värdeord ”Öppenhet, enkelhet, innovation och kundfokus” Mission ”Växtkraft. För generationer.” <i>Verksamhet</i> Kärnverksamheten är att sälja timmer och massaved samt biobränsle. Dessutom gör Sveaskog markaffärer och utvecklar skogen som en plats för fiske, jakt och andra naturupplevelser.	Det övergripande målet är att långsiktigt skapa ökat värde för våra aktieägare. Avkastning på sysselsatt kapital Koncernens övergripande lönsamhetsmål är att avkastningen på sysselsatt kapital ska uppgå till 13 % över en konjunkturcykel. För Personliga hygienprodukter är målet 30 %, för Mjukpapper är målet 15 % och inom Skogsindustriprodukter att vara i den övre kvartilen i branschen. Miljö SCA:s miljömål inriktas mot klimat & energi, fiberinköp & biologisk mångfald och vatten. <i>Verksamhet</i> - - -
Annan markanvändning	Vattenkraft, vindkraft	Jakt- och fisketurism	
Avverkningsorganisation		40 egna maskinlag om 150 pers, 150 maskingrupper entreprenörer med 600 pers	100 entreprenörsföretag
Avverkningsnivå egen skog	3.3 milj, motsv 60 % av behov		4.9
Köp	30-35 % av sitt behov		2.3 mill m ³
Import	5-10 % importeras, främst från Estland		
Huvudkontor	Koncernledning i Sthlm, Örnsköldsvik	Koncernledning i Sthlm, Kalix	Koncernledning i Sthlm, Sundsvall
Regioner	3, syd, mitt, nord	3, nord, mitt, syd	5 förvaltningar, länsuppdelat
Distrikt	5 för egen skog, 9 köpdistrikt	17, 13 resp 7 kontor	32 lokalkontor
	Verksamhetsutvecklare, GIS-analytiker, HR-specialister, chefer för naturvård, planering, skogsteknik, FoU, skogschef	7 jakt- och klövviltansvariga RO-chef, logistiker, HR, kommunikation, marknad, chef stab skogsbruk	Skogschef, skogsbruk, miljö, logistik, ekonomi, IT, personal, marknadskommunikation och ledning. skötselchefer, virkesköpare, distriktsansvariga, produktionsledare, ekonomer, IT-projektledare, vägspecialister och skogsmaskinförare.
Distriktsorganisation och tjänster	Chefer, Skogsvårdare, naturvårdare, drivningsplanerare, produktionsledare, vägmästare, ekonomer	Avverkningsledare, affärsutvecklare, maskinförare, Skoglig fältassistent	Ser olika ut beroende på förutsättningarna

Virkesköpare	Ca 60	Ca 34	Ca 70
--------------	-------	-------	-------

1.3.3 Enskilda skogsägare

Enskilda skogsägare äger tillsammans 11.8 miljoner ha produktiv skogsmark. Det finns 229 800 brukningsenheter 2012 (Skogsstyrelsen, 2016, Skogsstatistisk årsbok) varav många ägs av två eller fler personer. En brukningsenhet är den skog en ägare har inom en kommun, och kan utgöras av en eller flera olika fastigheter. De ägare som har skog i två eller fler kommuner har som regel två eller fler brukningsenheter, men Skogsstyrelsen kan bevilja att man lägger samman brukningsenheter. Antalet skogsägande personer är 329 500, vilket betyder 1,43 ägare per fastighet i genomsnitt. Majoriteten av ägarna bor inom den kommun där skogsfastigheten är belägen (68 %). Delvis utboägda innebär att någon av ägarna bor inom den kommun där fastigheten är belägen, vilket gäller för 7%, medan resterande 25% är utboägda.

De som bor nära sin skog gör mer av skogsarbetet själva och köper administrativa tjänster, medan utborna gör det administrativa själva och köper tjänster för skogsvård och avverkning. Utboägarna förvärvsarbetar i högre grad och är därmed sällan ekonomiskt beroende av skogsinkomster, de är också mer positiva till bevarande av biologisk mångfald än de närboende skogsägarna. Ett mindre ekonomiskt beroende kan kanske förklara en ökad acceptans för naturhänsyn.

Av skogsägarna är 38% kvinnor och 61% män (uppgift saknas för 1%). Kvinnorna är i genomsnitt mer miljömedvetna medan männen ser mer till den ekonomiska avkastningen. Den viktigaste förändringen över tid är att utbildningsnivån för enskilda skogsägare har höjts och därmed närmast sig den för svenskarna i genomsnitt (Nordlund och Westin 2017).

Den genomsnittliga brukningsenheten är 51 ha produktiv skogsmark. Av historiska skäl utgör den enskilt ägda skogsmarken en större andel i södra Sverige jämfört med i norr, vilket är den viktigaste förklaringen till att denna ägarkategori har en större andel av den avverkade volymen jämfört med andra ägarkategorier.

Enskilda skogsägare kan ha många olika mål med sitt skogsbruk. De kan värdesätta flera av de ekosystemtjänster som skogen ger, men dessutom sätta värde på att äga, bestämma över och bruka skog som tidigare generationer. Skogsägandet kan också ge anknytning till bygden, möjlighet att jaga, och en identitet som skogsägare.

Virkesproduktionen är den ekosystemtjänst som värderas högst av de flesta skogsägarna, och de vill avverka i sin skog, men flertalet kan inte avverka så ofta eftersom arealen är begränsad. När en avverkning sker säljer de flesta sin skog på rot som avverkningsuppdrag, d.v.s. avverkningsarbetet genomförs vanligen av entreprenörer med samma maskiner som inom storskogsbruket d.v.s. med skördare och skotare, och virket levereras till skogsindustrin. En del enskilda skogsägare arbetar själva (Tabell 1.3) i sin skog främst med skogsvård, men i viss omfattning också med avverkningsarbete.

Tabell 1.3 Självverksamhet inom småskaligt skogsbruk, år 2013 (Från Tabell 12.8 i Skogsstatistisk årsbok 2014)

Åtgärd	Total volym, 1000 m ³ sk	Självverksam volym, 1000 m ³ sk	Andel självverksam	Självverksam volym	Andel självverksam
Avverkning	Huggning			Terrängtransport	
Slutavverkning	29 800	2 700	9 %	2 800	9 %
Gallring	15 700	2 500	16 %	2 900	18 %
Övrig	3 800	1 700	46 %	1 700	46 %
Summa	49 400	7 000	14 %	7 400	15 %
Skogsvård	Areal, ha	Självverksam, areal, ha	Andel självverksam		
Markberedning	96 000	8 400	9 %		
Plantering	93 000	33 000	36 %		
Röjning	297 000	181 000	61 %		
Summa	487 000	223 000	46 %		
	Antal plantor 1000 plantor	Självverksam antal	Andel självverksam		
Hjälplantering	18 000	11 600	63 %		

Skogsägareföreningar

Mer än 111 000 enskilda skogsägare är medlemmar i en skogsägareförening, och deras sammanlagda medlemsareal är drygt 6 miljoner ha (Skogsstyrelsen, 2014). Det finns fyra stora skogsägareföreningar, Norra, Norrskog, Mellanskog och Södra. Genom skogsägareföreningarna äger medlemmarna främst sågverk och hyvlerier, men Södra har även tre massaindustrier, och Norra en stolpfabrik.

1.3.4 Övriga skogsägarkategorier

Allmänningar i södra Sverige kallas häradsallmänningar och ägs av skogsägare inom den härad där allmänningen finns (Sveriges Häradsallmänningförbund 2020). Häradsallmänningar har funnits sedan 1200-talet, men antalet har minskat med tiden och idag återstår häradsallmänningar i 60 härader och omfattar 130 000 ha (Bergman 2002). Allmänningar finns även i norra Sverige. I Norrbotten, Västerbotten, Gävleborg och Dalarna finns 33 skogsallmänningar främst i de fjällnära områdena. Dessa bildades vid storskiftet (ett nationellt strukturrationaliseringsprojekt) och avvittringen mellan 1861 och 1918 (totalt 540 000 ha produktiv skog) för att förbättra skogsproduktionen, förhindra bolagens uppköp av bondeskog, skapa en ekonomisk bas för bondebefolkningen, och stödja den lokala ekonomin och välfärden.

Pajala skogsallmänning som bildades på 1880-talet omfattar 44 000 ha produktiv skogsmark och ägarandelarna är fördelade på ca 1000 jordbruksfastigheter, varav många ägs av fler än en person, så antalet delägande personer är ca 2000. Vilhelmina övre allmänning bildades 1917, omfattar 40 000 ha produktiv skogsmark och ägs av

393 fastigheter med 906 delägare. Älvdalens besparingsskog finns i Dalarna. Den bildades i slutet på 1800-talet, omfattar 58 000 ha produktiv skogsmark och ägs av 1400 fastigheter och 1800 delägare. Allmänningarna är föreningar där beslut fattas på årsmöten av delägarna och i styrelsen, medan driften sköts av anställda förvaltare tillsammans med inhyrda eller anställda personer.

Köpsågverken äger också en hel del skog även om deras produktion främst baseras på inköpt råvara. Enligt Sågverkens riksförbund, 2016 anger 91 medlemsföretag en total produktion på ca 7 miljoner m³f sågad vara. T. ex ägde AB Karl Hedin 22 000 ha produktiv skogsmark i Västmanland och Dalarna.

Svenska kyrkan är Sveriges femte största skogsägare med ett skogsinnehav om nästan 400 000 ha spritt över hela Sverige. De har egna skogsförvaltningar i de 13 stiftet med skogligt utbildad personal.

Staten genom Statens fastighetsverk (SFV) har ca 260 000 ha produktiv skogsmark planerad för virkesproduktion. Dessa marker ligger främst i de fjällnära områdena. SFV äger dessutom en hel del lågproduktiv skogsmark och myr, samt berg och fjällområden. Huvudkontoret ligger i Östersund, men de har en geografiskt spridd organisation med skogsutbildade förvaltning av skogen. Det praktiska arbetet utförs av entreprenörer eller inhyrd personal.

Kommunerna äger tillsammans 536 000 ha skog, 1893 ha i genomsnitt per kommun, men variationen är stor (Lundqvist 2005). Målet med kommunernas skogsbruk anges vara virkesproduktion i första hand följt av rekreation, exploatering och naturvård. Turism och annat nämns också, men kommer på sista plats. Förvaltningen sköts oftast av en utomstående organisation. En fjärdedel av de som har ansvar för skogen i kommunerna har skoglig utbildning.

Därtill äger och förvaltar staten genom Naturvårdsverket 1,1 miljoner ha mark varav en mindre del består av produktiv skogsmark. Där är huvudsyftet naturvård för att bevara arter och biotoper i Nationalparker och naturreservat (Naturvårdsverket 2016).

Försvaret (Fortifikationsverket) äger 107 000 ha försvarsanläggningar och övningar.

Litteratur

- Bergman F. (2002). Häradsallmänningar – omtvistat land. Populär historia nr 2
- Lundqvist J. (2005). Kommunägd skog i Sverige – en enkät- och intervjustudie av de tätortsnära skogarnas ekonomiska och sociala värde.
- Nordlund A och K Westin. (2011). Forest Values and Forest Management Attitudes among Private Forest Owners in Sweden. *Forests* 011;2;30-50, doi:10.3390/f2010030
- Westin K, L Eriksson, G Lidestav, H Karppinen, K Haugen, A Nordlund (2017). Individual forest owners in context. Ch. 3 in *Globalization and change in forest ownership and forest use. Natural resource management in transition* (C Keskitalo, edt) Palgrave MacMillan, London UK.

Naturvårdsverket (2018). Skyddsvärda statliga skogar.

<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Skyddade-omraden/Skyddsvarda-statliga-skogar/> [2018-01-23]

Naturvårdsverket (2016). Nationalparker och naturreservat.

<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Skyddade-omraden/Skyddsvarda-statliga-skogar/>

Sågverkens riksförbund (2016). <http://www.sagverken.se/fakta/>

Lidestav G, Holmgren E, Keskitalo C. (2010). De svenska allmänningsskogarna - en framgångssaga? Fakta Skog, Rön från Sveriges lantbruksuniversitet, nr 1, 2010

Skogsstyrelsen (2014). Skogsstatistisk årsbok.

SLU, 2019. Skogsdata 2019. Inst för skoglig resurshushållning, SLU.

Sveriges häradsallmäningsförbund, 2020 - <http://haradsallmanningsforbundet.se/> - [2020-02-24]

1.4 Grundläggande förutsättningar

Den stora övergripande frågan för oss som arbetar med skoglig planering är: Hur ska skogen brukas? I följande avsnitt beskrivs de stora dragen i hur den frågan kan preciseras.

Det som internationellt definieras som skog i Sverige täcker 281 000 km² vilket motsvarar 69 % av den totala landarealen på 408 000 km². Skogen är uppdelad i fastigheter (juridiska enheter) och ungefär halva arealen ägs av enskilda personer, en fjärdedel av privata aktiebolag och en fjärdedel av staten eller övriga allmänna ägare. Hur skogen sköts är i första hand en angelägenhet för ägarna, men på grund av industrins behov är skötseln en angelägenhet även för hela nationen. Vi har en omfattande skogsindustri som är beroende av tillgången på virke från landets skogar, och skogsägarna är beroende av kunder som kan köpa deras produkter. Skogssektorn är viktig både för landets ekonomi och för sysselsättningen. Skogen ger också andra nyttor, t.ex. miljönyttor, vilka även de i varierande grad bidrar till sysselsättningen.

Den övergripande frågan ur både ett nationellt och ett ägarperspektiv är hur skogen ska nyttjas på bästa sätt. Då får man utgå från vad ägarna respektive samhället vill ha ut av skogen. Vilka nyttor vill man att skogen ska ge nu och i framtiden? Nyttorna – utan inbördes ordning – är kanske främst bevarande av biologisk mångfald, kolbindning, miljö för rekreation och turism, jakt, bär och svamp, renskötsel, kulturminnen, och virkesproduktion. Vilka nyttorna är och hur de kan grupperas utvecklades i avsnitt 1.1.

Äganderätten är grundlagsskyddad och vad som ingår är reglerat i lagen. Det är ägaren som har rätten till växande träd, och därmed att förfoga över träden. Ägande är också en förutsättning för att bebygga marken. Allemansrätten som är en sedvanerätt ger allmänheten rätt att vistas i skogen och att där plocka bär och svamp, samt övernatta. Samebyarna har rätt att bedriva renskötsel inom renskötselområdet.

Markägaren har rätten att jaga, att avverka och att besluta om överlåtelse. Markägaren

rättigheter är dock inte obegränsade. T.ex. äger inte markägaren malmkroppar som kan finns under jorden, och markägaren kan inte bebygga sin mark utan tillstånd från myndigheter, eller utan att informera om en del åtgärder. Markägaren ska också enligt lag på olika sätt ta hänsyn till andra intressen och intressenter. Naturvård och renskötsel är två exempel.

Samhällets krav formuleras ytterst av politikerna som väljs av medborgarna i Sverige. Samhället kräver att skogen ska brukas med lika mycket vikt på miljömålet som produktionsmålet. I förordet i handboken till skogsvårdslagstiftningen (Skogsstyrelsen, 2020) skrivs följande:

Miljömålet

Skogsmarkens naturgivna produktionsförmåga ska bevaras. En biologisk mångfald och genetisk variation i skogen ska säkras. Skogen ska brukas så att växt- och djurarter som naturligt hör hemma i skogen ges förutsättningar att fortleva under naturliga betingelser och i livskraftiga bestånd. Hotade arter och naturtyper ska skyddas. Skogens kulturmiljövärden samt dess estetiska och sociala värden ska värnas.

Produktionsmålet

Skogen och skogsmarken ska utnyttjas effektivt och ansvarsfullt så att den ger en uthålligt god avkastning. Skogsproduktionens inriktning ska ge handlingsfrihet i fråga om användningen av vad skogen producerar.

Första paragrafen i skogsvårdslagen lyder:

1 § Skogen är en nationell tillgång och en förnybar resurs som ska skötas så att den uthålligt ger en god avkastning samtidigt som den biologiska mångfalden behålls. Vid skötseln ska hänsyn tas även till andra allmänna intressen. Lag (2008:662).

Dessutom ställs krav att produktionen ska bedrivas med viss intensitet, t.ex. vad gäller lägsta antal plantor i föryngring och att planteringen måste ske inom viss tid efter avverkning. Det finns även krav på en viss lägsta volym efter gallring, lägsta ålder för föryngringsavverkning och högsta areal för föryngringsavverkning.

Till detta kommer samhällets miljömål som gäller för Sverige som helhet och uppdelat på länsnivå, där främst ”levande skogar” och ”ett rikt växt- och djurliv” är aktuella för skogsmarken. Detta är övergripande mål som politiska beslut och myndigheter men även företag förväntas arbeta mot.

Riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet ”levande skogar”:

”Skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas.”

Riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet ”ett rikt växt och djurliv”

”Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt

deras funktioner och processer ska värnas. Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd."

För att möta marknadens – d.v.s. alla konsumenter som efterfrågar trä- och träfiberprodukter – behov eller önskemål om hänsynsfullt skogsbruk, finns miljöcertifieringssystem. Dessa är FSC respektive PEFC, som genom att stämpla produkterna visar att skogsbruket bedrivs enligt vissa krav. FSC står för Forest Stewardship Council och PEFC för Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes. Alla stora svenska skogsföretag är certifierade enligt FSC, många är dessutom certifierade enligt PEFC. Det senare systemet är anpassat främst för enskilda skogsägare.

Inom de ramar samhället har satt upp får markägaren bruka sin skog. Dessutom kan markägaren frivilligt åta sig att följa certifieringsregler, vilka kräver ytterligare hänsyn utöver lagkraven. Slutligen kan markägaren själv ta på sig hänsyn utöver dessa krav. Det statsägda skogsföretaget Sveaskog styrs av politiker och har jämfört med andra skogsägare en högre ambition för hänsyn till miljön och andra intressen.

Ytterligare en mycket viktig förutsättning är att det i vårt land finns en stor skogsindustri som behöver råvaror. Därmed finns det en marknad som kan betala för virket. De finns en avverkningsorganisation (entreprenörer, planerare, virkesköpare, transportörer) som gör att det är möjligt att avverka de volymer som efterfrågas av industrin. Det finns på motsvarande sätt organisation och infrastruktur för att kunna genomföra skogsvård i den omfattning som samhället kräver. Det finns även möjligheter att importera virke från andra länder, eller exportera till virkesförbrukande industrier utomlands. Även statliga tillsynsmyndigheter som Skogsstyrelsen bör nämnas här.

1.4.1 Kärnfrågorna

1.4.1.1 Brukningsinriktning

Markägarna har som grundläggande fråga att ta ställning till vad de vill ha ut av sitt skogsägande. Det kan vara höga miljövärden i vid mening eller en mer specifik plan, om denne t.ex. bedriver turismverksamhet där skogens karaktär är viktig för att locka betalande gäster. Ägaren kanske tänker hyra ut stugor och arrendera ut jakt, guida turister i ett vackert skogslandskap och driva restaurang och hotell. De flesta markägare avverkar skog och säljer virke för att få intäkter eller råvara till sin industri. I fortsättningen förutsätts att virkesförsäljning är en viktig del, och kanske huvudinriktning, för verksamheten.

1.4.1.2 Första frågan - miljöhänsynen

Frågan blir då att bestämma i hur stor omfattning hänsyn ska tas till miljö och andra intressen. Man behöver definiera hänsynsnivå och identifiera var och hur man ska ta hänsyn. För att kunna avgöra vilka områden som bör lämnas för fri utveckling respektive var miljöfrämjande åtgärder kan vara aktuella behövs någon form av datainsamling och landskapsanalys. Man behöver veta var och i vilka miljöer hotade arter finns och kan fortleva, eller var andra intressenter har önskemål om hänsyn. Dessutom behöver man bestämma vilken miljöhänsyn man ska ta vid avverknings- respektive skogsvårdsåtgärder. Man kan behöva prioritera mellan olika värdefulla miljöer, om det finns större arealer än man är beredd att avsätta. Alternativt kan man behöva besluta om vilka områden som har låga miljövärden idag men där förutsättningarna finns för höga värden i framtiden, t.ex. genom bränning eller skapande av död ved. Frågeställningen är inte statisk utan man måste beakta skogens och landskapets förändring över tid.

1.4.1.3 Andra frågan - avverkningsvolym

Nästa fråga blir då att komma fram till (definiera) vilka kvantiteter som kan avverkas, och även i den frågan ingår tiden som en dimension. Av många skäl kan man vilja ha en jämn eller svagt ökande avverkningsnivå över tiden. Skogsindustriföretag vill säkerställa råvara till sina industrier på lång sikt och de vill dessutom ha en någorlunda jämn sysselsättning för anställda och entreprenörer. De vill också visa på en avverkningsstrategi som kan accepteras av kunder, samhället och andra intressenter. Hållbarhet är ett honnörsord i dagens samhälle.

Viktiga delfrågor är hur den avverkade volymen fördelas på avverkningsformerna föryngringsavverkning, gallring, avverkning av ÖF, blädning eller andra former av kontinuitetsskogsbruk. Den avverkade volymens fördelning på sortiment som timmer och massaved är också viktig, samt trädslagsfördelningen. Markägare kan ha nischade industrier som kräver speciella sortiment, t.ex. stolpar och fanér, och vilja ha kontroll på dessa. Till detta kommer en geografisk dimension. Möjligheterna att avverka beror kortsiktigt till stor del på skogstillståndet, men också på möjligheterna att kunna transportera virket till industri. Skogsbilvägar är då nödvändiga. Stora skogsföretag har sina skogar spridda över stora områden som ingår i olika industriernas

virkesfångstområden, och behöver ha kontroll och viss balans även mellan större geografiska områden. De stora skogsindustrieföretagen försörjer sina industrier även genom inköp från andra främst enskilda markägare, men även andra markägare utan egna industrier, därför behöver även avverkningsmöjligheterna hos dessa beaktas.

1.4.1.4 Tredje frågan – gödsling

Gödsling är ett sätt att få mer virke på relativt kort sikt, redan efter tio år får man ut den mesta effekten. Bästa lönsamhet får man om man slutavverkar inom ca tio år efter gödsling. Väntar man längre blir den ekonomiska lönsamheten sämre; återbetalningen på investeringen senareläggs. Slutavverkar man tidigare får man inte den avsedda effekten på tillväxten. Det innebär att gödslingen måste anpassas till slutavverkningsstrategin, men också att man genom gödsling låser fast slutavverkningsstidpunkten för avdelningen. Därmed kan man säga att gödslingsstrategin är den tredje frågan.

Gödsling kan också genomföras två eller fler gånger under en omloppstid d.v.s. ge mer långsiktiga effekter. Intensivgödsling – återkommande gödsling många gånger under omloppstiden – är dock (ännu) knappast möjligt i stor skala.

1.4.1.5 Fjärde frågan - skogsvårdsambitionen

På sikt är skogsvården mycket viktig. Hur intensivt ska man satsa på förnyringar? Utförande av hyggesrensning, markbehandling, val av trädslag och plantmaterialets förädlingsgrad lägger tillsammans med röjning en grund för den kommande produktionen. Ståndorten kan förbättras genom dikesrensning eller dikning. Gallring innebär både skogsvård och avverkning, d.v.s. har givetvis betydelse på både lång och kort sikt. En långsiktig aspekt är att man genom gallring påverkar hur den framtida volymen från slutavverkning blir, och påverkar frågorna ett – tre ovan. Skogsvården är därmed den fjärde frågan.

1.4.1.6 Kortsiktiga frågor

Så här långt har vi tagit upp skogsbruk ur ett långsiktigt perspektiv, ett s.k. strategiskt perspektiv. Vi använder ibland begreppet planering av primärproduktionen, d.v.s. produktionen av trädbiomassa. Övergripande är frågan hur skogen ska skötas, d.v.s. åtgärdas. Svaren på dessa frågeställningar ska sedan möta verkligheten vilket kan leda till justeringar i hur skogen faktiskt sköts.

En sådan är skogsindustrins behov av råvara. Även om man till stor del har avtal om leveranser på ett eller flera år så kan behovet och möjligheterna att leverera variera från månad till månad. Dessutom ska man hantera variationer i väderlek, där tjälen är en mycket viktig faktor på marker med dålig bärighet. Snö och kyla kan också ställa till planeringen. Stormfällning och snöbrott kan medföra att planerna måste kastas om. Dessutom kan svamp- eller insektsangrepp ställa till problem. Maskinhaverier har också viss betydelse, liksom att förare kan bli sjuka.

Ett vanligt förekommande argument för avverkning bland enskilda skogsägare är att avverka när det finns skogsmaskiner i närheten, vilket kan medföra ändrade planer med kort varsel då nya avverkningsuppdrag tillkommer.

Slutligen försvåras planeringen av att informationen om den skog som ska avverkas som regel är tämligen osäkert uppskattad, vilket gör att man inte har en bra skattning av vilka volymer och sortiment som faller ut.

1.4.2 Hur kan frågorna besvaras

1.4.2.1 Datasystem för skogliga analyser

För att kunna hantera frågorna och göra analyser behövs data, både om miljövärden och om skogstillståndet. Prognoser som visar troliga konsekvenser av olika åtgärder och kombinationer av åtgärder behöver göras. Prognoserna måste dessutom kunna skapas över långa tidshorisonter. En omloppstid är en lämplig tidshorizont och ofta räknar vi på 100 år, men ibland kortare eller längre beroende på geografisk region, trädslag, etc. Det finns avancerade datorsystem som gör sådana konsekvensberäkningar möjliga, och som dessutom kan hitta vilken kombination av åtgärder som ger bästa utfall. Det handlar om att optimera skogsbruket på ett helt skogsinnehav över lång tid. Analyserna görs för en bestämd tidshorizont men det ekonomiska utfallet kan ändå skattas för all framtid.

1.4.2.2 Data om skogen ur miljöhänsynssynpunkt

För att planera miljöhänsyn med fokus på artbevarande skulle det bästa vara om man visste var hotade arter fanns. Även om sådan information samlas in i vissa områden är det inte realistiskt att tro att det ska gå att få tag på heltäckande data över all skogsmark i landet. Datainsamlingen skulle bli orimligt dyr. Istället fokuserar man på att identifiera skogsmiljöer (och andra miljöer i skogslandskapet) där hotade arter kan förväntas finnas. Landskapsanalys utifrån terrängförhållande, kantzoner mot vattendrag och andra ägoslag som myr och berg, markfuktighet, bördighet, samt skogstillståndet och brukningshistorik ger möjlighet att rikta inventeringar. Data från fjärranalys som flygbilder eller laserskanning ger ytterligare värdefull information. Fältinventering är dock nödvändigt för att få tillräckligt med data om miljöförhållandena och för att hitta de biotoper man är ute efter. I många fall nöjer man sig med att identifiera strukturer som är viktiga, men i vissa fall kan artinventering också hjälpa till vid planeringen. Även kulturmiljöer är viktiga och kräver i de flesta fall fältbesök för att upptäckas.

1.4.2.3 Data om skogen ur virkesproduktionssynpunkt

För att kunna planera när, var och hur skogsbruksåtgärder ska utföras behöver vi ha tillgång till information om skogen på lokal nivå. Sådan information kan samlas in på många olika sätt. Mycket grovt kan man säga att man kan göra observationer från ovan eller från marken. Dessutom kan observationerna göras genom mätningar eller bedömningar. Dessa metoder beskrivs utförligt i de delar av Ljungbergskompendiet

som behandlar skogsinventering och fjärranalys. Det är ändå motiverat att även här ge en kort beskrivning av hur information om skogen är utformad.

Beskrivningen upprättas genom att man på kartor avgränsar områden som har ett någorlunda homogent tillstånd. Dessa områden kallas avdelningar och har vanligen en storlek på 2-20 ha. Man eftersträvar att skogen inom varje avdelning ska vara homogen med avseende på egenskaper som är viktiga för att bedriva ett effektivt skogsbruk. Trädskiktets ålder, bonitet (ståndortens bördighet), täthet (virkesförråd, grundyta, stamantal), trädslagssammansättning, medelhöjd, medeldiameter, markförhållanden, markvegetation, drivningsförhållanden samt areal är de viktigaste. Skogstillståndet beskrivs med genomsnittliga värden för hela avdelningen. Täthetsmätt anges vanligen i stammar per ha, m^3sk/ha , respektive m^2/ha .

Avdelningarna är beskrivningsenheter, men syftet är att de ska vara behandlingsenheter, d.v.s. att man ska utföra åtgärder för en avdelning i taget (även om undantag är vanliga). Stora skogsägare har register över sina avdelningar (avdelningsregister) kopplat till en skogskarta (i ett geografiskt informationssystem) där avdelningsgränserna finns inritade. Dessa system är givetvis datoriserade för stora skogsföretag. Natur- och kulturvärden och andra hänsynskrävande företeelser ingår också i dessa datorsystem. Enskilda skogsägare kan också ha datoriserade system, och även kunna få fram informationen i mobiltelefonen, men många har sina data enbart på papper. Det förekommer också att de inte har sådan aktuell information över huvud taget.

Dessa data har man för hela sitt skogsinnehav vilket innebär att all skogsmark är beskriven. Beskrivningen täcker hela ytan, d.v.s. är ytmässigt heltäckande.

Sådana data kan samlas in med en kombination av bilder från ovan och mätningar i fält. Bilder från ovan ger en fin överblick så att man kan dela in skogen i avdelningar. Traditionellt har man använt flygbilder (i svart/vitt eller färg tagna med kamera från flygplan) men idag finns många andra typer av sensorer ("kameror"), t.ex. laserskanning för fjärranalys. Med hjälp av flygbilder eller laserdata kan man också göra vissa bedömningar av skogstillståndet. Vid efterföljande fältinventering görs en kontroll av gränserna och bedömning av skogstillståndet. Man går igenom avdelningen och bedömer okulärt skogstillståndet, och gör ett fåtal stödmätningar på subjektivt valda platser.

Metodens fördel är att den är snabb och därmed billigt, dess nackdel att den bygger på bedömningar – är subjektiv – och att fel i bedömningarna är vanliga. Informationen om skogstillståndet är osäkra skattningar av medelvärden för olika variabler, men skogen består av enskilda träd och även i homogena skogar är variationen stor mellan enskilda träd.

Ett annat sätt att skaffa information om skogstillståndet är att mäta träd på provytor. Man lägger ut provytorna i ett regelbundet mönster över avdelningen. Man har funnit att ca 10 provytor per avdelning är effektivt. Man mäter diametern i brösthöjd på träden på varje provyta, men även andra variabler på provytorna. Data innebär ett statistiskt korrekt utlägg av provytor och noggranna mätningar på träden på

provytorna. Metoden är objektiv, d.v.s. oberoende av den person som gör inventeringen. Den tar betydligt längre tid än subjektiv bedömning och är i praktisk drift för dyr men istället blir resultatet väntevärdesriktigt och felmarginalen kan beräknas. Man får också information om variationen mellan träd inom avdelningen.

Dessa två typer av data ger olika möjligheter att räkna på trädens tillväxt och reaktion på åtgärder, tidsåtgång och kostnader för åtgärder och utbyte och intäkter av avverkning. Ju mer detaljerade data desto bättre möjligheter.

Att tillämpa provyteinventering är speciellt användbart vid större skogsinnehav eftersom man i en första fas kan samla in information om all skog med den subjektiva och snabba metoden, och sedan i en andra fas genomföra en objektiv inventering i ett litet stickprov av avdelningar.

Fjärranalys gör det möjligt att samla in högupplösta data, dvs för små bildelement eller rutor om t.ex. 12.5*12.5 m som i Skogliga grunddata som tillhandahålls gratis på Skogsstyrelsens hemsidan.

Litteratur

Skogsstyrelsen, Skogliga grunddata

<https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/skogliga-grunddata/>
2018-01-23

Skogsstyrelsen, 2020. Skogsvårdslagstiftningen

2 Grundläggande planeringsbegrepp

En plan består av ett antal tänkta sammanlänkade komplexa 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 är identiska med – stegen i en planeringsprocess.

2.1 Vad är planering?

Planering är ett begrepp som vi använder 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?” Till skillnad från en mer alldaglig form av planering ligger fokus här på planering i ett professionellt sammanhang. Den professionella planeringen är kvalitativt av annan karaktär än den alldagliga planering som vi alla ägnar oss åt. I första hand avses planering på olika typer av företag men andra typer av organisationer är också tänkbara, t.ex. myndigheter, icke-statliga organisationer, etc. Det finns en omfattande internationell litteratur kring planeringsbegrepp och framställningen här gör inget anspråk på att täcka alla tolkningar av begreppen. Istället avser avsnittet att ge en kort introduktion av några allmänna begrepp kopplade till planering.

I vid mening kan man säga att planering är så enkelt som att tänka igenom en åtgärd innan den utförs. Planeringen hjälper oss att kika in i framtiden och i förväg bestämma hur vi ska hantera de situationer som vi kommer att stöta på i framtiden. Det handlar om logiskt tänkande och rationellt beslutsfattande. Planering innebär att man i förväg utreder och bestämmer vad som ska göras, när det ska göras, hur det ska göras och vem som ska göra det. Det kan liknas vid en intellektuell process där organisationer kan nå framtida mål genom ett systematiskt och målinriktat handlande från givna utgångspunkter. Man kan uttrycka det som att planering är 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 går man igenom vad som ska hända, utreder konsekvenserna men man gör det inte i “verkligheten”. Den verkliga processen handlar om implementering, vilket är något som kommer efter en genomförd planering och som inte berörs i denna skrift.

För att definiera begreppet planering behövs specifika krav som kan ställas på en aktivitet för att den formellt ska kunna kallas för planering. Vi använder följande tre kriterier för att en aktivitet ska kunna kvalificera som planering: 1) planering rör framtiden, 2) med planering kommer komplexitet och 3) planering resulterar i någon form av dokumentation (Mintzberg 2000). Således, en plan består av ett antal tänkta sammanlänkade komplexa beslut som har dokumenterats och som rör framtida handlande.

2.1.1 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. Här kommer vi skilja på tre olika framtider baserat på tre olika frågor en beslutsfattare kan tänkas ställa om framtiden (Börjesson et al 2006). Dessa frågor är: Hur vill vi att framtiden ska se ut? Vad kan hända? och Vad kommer hända? Ofta använder man termerna normativ om den önskade, explorativ om den tänkbara och deskriptiv (predictive på engelska) om den troliga framtiden (Börjeson et al. 2006).

I det första fallet, dvs normativ planering, handlar framtiden om den önskade framtiden, dvs framtiden som vi vill att den ska gestalta sig. Det är i första hand denna typ av framtid vi förknippar med planering i allmänhet och skoglig planering i synnerhet, eftersom det är lätt att se kopplingen till beslutsfattande. Vi gör en plan som syftar till att uppfylla krav, önskningsar och behov. Detta kräver i sin tur en rad beslut för att uppnå detta.

I det andra fallet, dvs explorativ planering, handlar framtiden om 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 och som vi på ett eller annat sätt kan behöva ta hänsyn till.

I det tredje fallet, dvs deskriptiv planering är målet att göra ett försök att förutsäga vad som kommer att hända i framtiden. Dvs det vi gör här är på ett eller annat sätt prognoser av framtiden. Denna typ av planering sker främst för att göra det möjligt att planera och anpassa sig till situationer som förväntas inträffa. Även om kopplingen till beslutsfattande inte är lika tydlig som i normativ planering så kan en deskriptiv plan naturligtvis användas för att underbygga ett beslut. När man väl har prognosen kan man ta ett beslut utan vidare planering eller så utgör den underlag för en mer sammansatt planeringsprocess där prognosen får ingå.

2.1.2 Planering kommer med komplexitet

För att gå vidare behöver vi reda ut relationen mellan planering och beslutsfattande eftersom det är två begrepp som är tätt sammanflätade men det är viktigt att komma i håg att planering inte är detsamma som beslutsfattande. Beslutsfattande är kärnan i planering. Beslut kan fattas utan planering, men planering kan inte göras utan att fatta beslut.

Planering kan uttryckas som processen att välja ett framtida handlingsätt medan beslutsfattande är ett val mellan två eller flera alternativ. Så planering handlar till syvende och sist om att göra val, fatta beslut. Planering handlar således inte om att fatta ett enskilt beslut. Planering är istället en aktivitet eller process som leder till en rad av sammanlänkade beslut. Planen innehåller flera olika aktiviteter som ansluter till varandra. Distinktionen mellan beslutsfattande och planering, som alltså inkluderar beslutsfattande är dock inte alltid glasklar.

Vi ger ett exempel för att klargöra skillnaden mellan planering och beslutsfattande. 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, alltså inte om planering i den mening vi använder termen här. Tänk dig däremot att ditt beslut fordrar att du ser över din likviditet, kombinerar det med en analys 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. Det slutliga beslutet i planen i exemplet ovan består av att avgöra om man ska köpa en fyrhjuling eller inte. För att komma dit behöver du jämkta samman ett antal andra beslut som rör vilka bestånd du ska avverka, vilken skogsvård det kan föranleda (fordrar planttransport 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, d.v.s. 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.

2.1.3 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 inom organisationer och om att planen ska användas för att styra verksamheten. 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.

2.2 Hur går planering till?

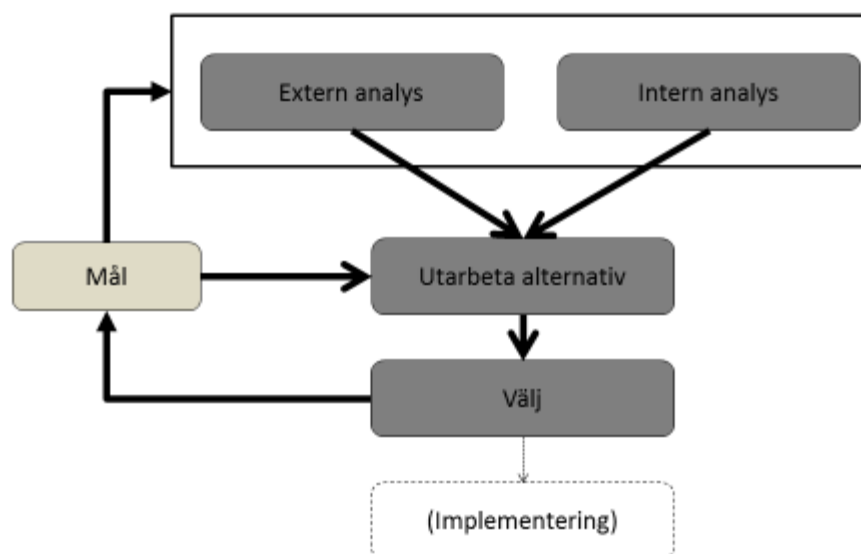
Det finns naturligtvis många sätt att bygga upp en planeringsprocess i termer av aktiviteter och utformningen av en process kan naturligtvis skildras på många sätt. Det är dessutom viktigt att komma ihåg att planeringen i många fall är komplex och skiljer sig från fall till fall. Men samtidigt som det ofta är om komplexa beslut och analyser och ingen situation är den andra lik så finns likheten hur du planerar och hur du fattar beslut. Det är därför möjligt att lära sig ett metodiskt arbetsgångssätt som man kan använda sig av för att hitta lämpliga kompromisser i många olika sammanhang.

2.2.1 Klassisk modell för en planeringsprocess

Den klassiska modellen för planering, 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-analys² där yttre och inre refererar till organisationens omgivning respektive interna förmågor. Nästa fas består i att utarbeta relevanta alternativ. Det sista steget innebär att ett val görs av det bästa alternativet, d.v.s. 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. I figuren finns implementering 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.

2.2.2 Modell för beslutsfattande

Beskrivningen av planeringsprocessen ovan ansluter nära till Simons modell för beslutsfattande bestående av tre faser: Intelligence – Design – Choice (IDC i fortsättningen) (Simon 1960).

² SWOT står för Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats.

Fasen ”Intelligence” är det första steget mot beslut och är den fas där man försöker förstå vari ens problem består och samlar data om förhållanden som kan förklara det, d.v.s. ger en diagnos av det problem som måste lösas. Eftersom det är här beslutsfattaren (eller den som är utsedd i dennes ställe) skapar en mental bild av problemet, har denna beslutsfas potentialen att påverka riktningen för alla efterföljande faser. Den mentala modellen ska återspegla förståelsen av problemstrukturen. Problemstruktur refererar sålunda till t.ex. vad vi vill uppnå och hur ser läget ut i dag. Det bör även påpekas att ordet problem här ska tolkas i vid bemärkelse och inte bara som något negativt. Dvs problem står för det man vill åstadkomma eller undersöka.

I fasen ”Design” utvecklas olika alternativ vilka utgör förslag på lösningar av det aktuella problemet. Varje alternativ lösning bör – efter att man har samlat in information om lösningen – utvärderas. Utvärderingen bör göras med hjälp av en uppsättning kriterier som har identifierats för att mäta eller bedöma de positiva och negativa aspekterna av varje alternativ lösning.

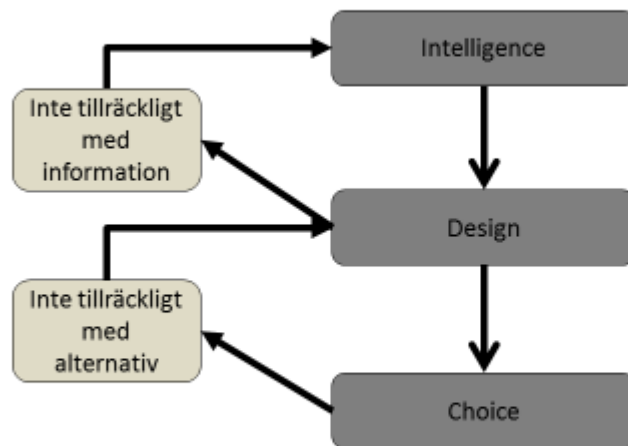
Syftet med den sista fasen, dvs fasen ”Choice” är sedan att välja det alternativ som är bäst. Här jämförs de möjliga alternativen mot varandra för att ta reda på den mest lämpliga lösningen. Det här är inte så enkelt som det låter eftersom varje lösning säkerligen är olika bra ur olika aspekter och själva problemet kan ha flera mål vilket gör valprocessen mycket svår. Osäkerhet om alternativen och resultaten kan dessutom göra valet ännu svårare.

Kopplingen av IDC-strukturen till den klassiska planeringsmodellens tre faser är iögonfallande. Men de är inte identiska, det 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. I en del, speciellt för mindre institutioner som t.ex. den privata skogsägaren, kan det vara fruktbart att endast använda IDC och inte en komplett planeringsprocess. En annan finess är att återkopplingen mellan de olika stegen kan framgå tydligare eller bli uppenbarare (se figur 2.2).

Ytterligare en finess med modellen för beslutsfattande är att olika delar i en planeringsprocess kan analyseras med IDC. Simon talade om ”wheels within wheels”. 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, och vad ska man fokusera på? Det är typiska ”intelligence-frågor”. När vi väl rätt ut det återstår frågor om vilka metoder vi ska använda för att ta fram alternativ. Detta representerar ”design-fasen” i delproblemet att ta fram alternativ. Därefter måste man välja metod utifrån något eller några kriterier, d.v.s. 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 se möjligheter att förbättra den i dess olika delar.

2.2.3 Efter planeringsprocessen

Det som återstår när du har din plan i handen är 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. I många sammanhang är det bra att göra en distinktion mellan planering och implementering. 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.



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

2.3 Planeringssystem

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 liten låda. Ett planeringssystem, till skillnad från en planeringsprocess, byggs upp av ett antal IDC-lådor kopplade till varandra.

I det här kapitlet används ordet planeringsprocess för att referera till olika planeringsaktiviteter medan planeringssystem refererar till organisationens hela uppsättning av planeringsprocesser. Begreppet planeringssystem som det används här skall dock inte förväxlas med samma term för de dataprogram som används som

beslutsstöd för planering³ vilka i denna rapport benämns som beslutsstödsystem (eller DSS efter decision support system).

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.

I anglosaxisk litteratur återfinns 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.

Innan vi går in mer på de olika delarna i planeringssystemet bör det nämnas att det finns andra sätt att beskriva ett planeringssystem. T.ex. används tidsdimensionen (som planering på kort och lång sikt) i senare kapitel i detta kompendium 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.

Något som kan underlätta förståelsen om begreppen som används nedan upplevs som abstrakta och i otydligt sammanhang är att först läsa avsnittet ”Det stora skogsföretagets planering, kap 3.1”. Där beskrivs tillämpningen av ett planeringssystem.

2.3.1 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 tre närmaste drag. Den mångtydigheten återfinns också inom ämnet skoglig planering och 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 tidshorisont och som är minst bunden av annan planering. Det är också rimligt att anta

³ T.ex. beslutsstödsystemet Heureka kallas ofta (och utan att man kan invända mot det) även för planeringssystem.

att den görs högst upp i en organisationspyramid. När vi talar om strategisk planering kan vi gå tillbaka till de syften av strategisk karaktär som nämndes i förra avsnittet. 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 stort område inom företagsekonomin 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 företagsövergripande betydelsen som avses när man möter termen i skoglig planering. Strategisk planering syftar då på planering av skogsresursen på mycket lång sikt, normalt minst en omloppstid. Det är i sig den mest övergripande typen av planering av skogen, men den sker ofta med viss regelbundenhet och med fokus på relativt väl preciserade frågeställningar. Då den är tekniskt avancerad görs den ofta av skogliga experter eller med stöd av sådana.

Strategisk planering görs mer sällan (Figur 3). Att den är ad hoc innebär dessutom att den görs efter behov och utformas utifrån de frågeställningar som dyker upp. Behovet av strategisk planering gör sig känt, inte som en återkommande rutin, utan som ett behov av en genomlysning av hela eller stora delar av verksamheten. Den informationen man har sedan tidigare, 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 istället 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 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 från den strategiska planeringen ett resultat av en debatt kring för- och nackdelar 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 problemlösning 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 förra dessutom handlar om och relaterar till skog.

Det är lätt att föreställa sig den situation som skogsföretag mötte i början och mitten av 00-talet när efterfrågan på grafiska papper visade tecken på att vika efter att ha ökat på ett förutsägbart sätt med BNP under i stort sett hela efterkrigstiden (Kinnwall et.al 2016). Ett antal frågor måste ha initierat en strategisk planeringsprocess på respektive företag: Är det en bestående trend och om så, var slutar den? Vad gör vi med de stora investeringar vi har i anläggningar för skriv- och tryckpapper samt tidningspapper? Om det är en bestående trend, ska vi ändå ha is i magen och hoppas på att konkurrenterna är de som lägger ner kapacitet? Och vad kommer i stället, om något, och hur passar vår skogsresurs andra eller nya produkter? För beslutsfattare är situationen fullständigt ny, orsakerna (digitaliseringen) är visserligen kända, men kunskapen om hur djupgående de är saknas, och hur konkurrenterna hanterar

situationen är av avgörande betydelse men höljt i dunkel. Den information man samlar in kan inte vara fullständig och man måste fatta beslut utan att kunna förutse alla konsekvenser. Resultatet av den strategiska planeringen ser vi i dag t.ex. i nedläggningen av Ortvikens tillverkning av grafiska papper, utbyggnaden av Obbolas tillverkning av förpackningsmaterial men också den fortsatta produktionen av tidningspapper vid Kvarnsveden.

Vilka frågeställningar som aktualiseras i den strategiska planeringen återkommer vi till vid genomgången av det stora skogsföretagets planering (avsnitt 3.1) som "Långsiktig planering". Där används termen långsiktig istället 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.

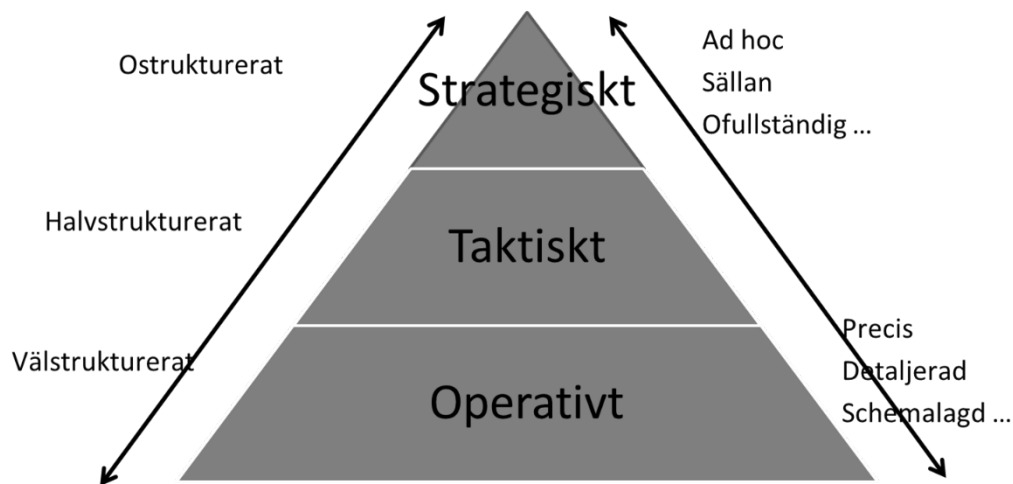
2.3.2 Taktisk planering

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 (tämligen) väl definierad rutin. Den karaktäriseras i avsnitt 3.1.4 "Medelsiktig planering" hos det stora skogsföretaget.

2.3.3 Operativ planering

Den operativa planeringen är väl etablerad i så gott som alla företag med någon form av komplex verksamhet. Det gäller även samtliga större skogsbolag. Det är den planering som direkt föregår det praktiska verkställandet. Det som följer efter den är implementering, d.v.s. 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 klart och vägar finnas. Vad operativ planering representerar, åtminstone på den skogliga sidan, återfinns i avsnittet 3.1 om det stora skogsbolaget.

Den operativa planeringens förutsättningar är oftast de omvända mot den strategiska planeringens kännetecken. Planeringssituationen känner man väl och kan precisera. Man har av den anledningen detaljerad information (om än behäftad med viss osäkerhet). Den är också ofta återkommande varför det finns etablerade rutiner för hur man ska hantera den 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.



Figur 2.3. Struktur och egenskaper för olika delar i den hierarkiska planeringsprocessen.

2.3.4 Varför ett planeringssystem med olika delar?

I princip, om t.ex. skördaren åker till det ena eller det andra beståndet kommer det att påverka den 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 kan planera allting i ett steg; även produktionsledarens val av det ena av två bestånd har ju långsiktig betydelse. Det finns flera orsaker till varför man inte har en och endast en planeringsprocess. Den mest uppenbara är att planeringsproblemet skulle bli för stort och att man därför inte hittar några lösningar — eller åtminstone inga bra — på alla de problem som är länkade till varandra. 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 (planeringsproblemets karaktär) och de olika roller som finns inom organisationen. En del bestämmer vad andra ska göra. Så är det t. ex. 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 t. ex. 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, d.v.s. att problemet i sin helhet har för stor omfattning; det är komplext och måste delas upp 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 fleråriga 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, d.v.s. 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 3.1 om det stora skogsföretagets planering). I den långsiktiga 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 utöver de som behandlats ovan men som vi inte fördjupar oss i här. Ett exempel 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, som sedan summeras till 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 inte minst förbättring.

2.4 Varför planering?

Även om planering brukar beskrivas som att det hjälper organisation att kartlägga en kurs för att uppnå sina mål är det inte alltid en självklarhet att man ska planera. Att det har fördelar finns det studier som visar men det skulle i vissa fall även kunna ha negativa effekter. Ett exempel är 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 miste sin själ och att den så småningom avvecklades. Det gäller därför att komma ihåg att planering inte är den enda nyckeln och universalmedlet för framgång; det gäller att vara medveten om varför man planerar och hur man rigger planeringen utifrån de syften man har.

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. För en större

skogsindustri kan det tex gälla frågor kring om de ska 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.

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 även kan finna t.ex. hos familjeskogsbrukaren, 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). De syften vi tar upp i det följande är dock bara en delmängd av alla de syften som finns varför en organisation bör ägna resurser för planeringsverksamhet.

2.4.1 Optimera en verksamhet

En grupp av syften som är centrala för oss som skogliga planerare är de som syftar till att optimera verksamheten. Vi beskriver dessa med utgångspunkt från två begrepp: resursallokering och riskhantering.

Resursallokering kopplat till måluppfyllnad: 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, kan du 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, d.v.s. 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 vilket är det som betonas om vi talar om förutseende. Din plan kanske utgår från en viss prissbild, 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 förfallsperioder; 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 (från engelskans *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), från engelskans *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 möjliga och relevanta scenarier). 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.

2.4.2 Styrning av en verksamhet

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 styrintstrument.

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, dvs. 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 arbeten blir koordinerade. Det är planering som ett medel för kommunikation. Den koordinerade planen kanske inte är den mest effektiva, men den är realiserbar.

2.4.3 Uppföljning

Ytterligare ett syfte med planering är att ha den 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 och motivation för att följa upp och undersöka 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. Vi gör en antydning vad det rör sig om. Det är önskvärt att planen stimulerar organisationen och medarbetare till att göra något lite extra. Samtidigt är det inte bra att ha en plan som alltför ofta inte lyckas, d.v.s. piskafunktionen överväger. En annan aspekt är möjligheterna att tillämpa *contingency planning*. Men 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).

2.5 Skoglig planering

Innan vi avslutar kapitlet om planering i allmänhet bör vi reflektera över skoglig planering. På ett principiellt plan skiljer sig inte skoglig planering från planering för andra typer av verksamheter såsom den hittills har presenterats i detta kapitel. Som annan planering ska den skogliga planeringen ge beslutsfattaren information så att denne kan bestämma bästa möjliga handlingsplan utifrån målet med verksamheten samt alla givna möjligheter och förutsättningar. Med andra ord kan skoglig planering beskrivas som den process som leder till information om hur skogen ska skötas för att markägarens, intressentens eller samhällets mål ska uppfyllas. Men även om den skogliga planeringen i princip inte skiljer sig från planering för andra verksamheter så finns det några faktorer som utmärker den skogliga planeringen:

Långa tidshorizenter: I den skogliga planeringen behövs i många fall långa tidshorizenter för att beskriva det aktuella planeringsproblemet. Man kan här jämföra med jordbruket som sår och skördar inom ett enskilt år. I skogsbruket kan det ta upp

till 100 år mellan sådd och skörd, beroende på skogsmarkens produktionsförmåga. Detta leder till att oförutsägbara händelser som t.ex. stormar kan inträffa som påverkar planeringssituationen. Dessutom är osäkerheten stor om hur efterfrågan kommer att vara för olika produkter i framtiden.

Komplex produktionsapparat: Om man jämför med många andra verksamheter så är det skogliga ekosystemet en komplex produktionsapparat p.g.a. många interagerande processer, stora områden, otillräckliga data o.s.v. För att beskriva hur skogen växer och förändras behövs därför en mängd modeller. Skogens tillväxt påverkas dessutom av rad externa faktorer som storm, torka och klimat. Det är därför ofta en hög grad av osäkerhet i prediktionen av utfallet i t.ex. ekonomi eller vid uppskattning av framtida produktion av olika ekosystemtjänster.

Många mål: Traditionellt har målet med skogsbruket ofta varit att producera virke (sågtimmer och massaved). Idag ska skogen för många markägare fortfarande producera råvaror för industrin, men behovet av att kunna hantera och balansera biologisk mångfald och andra ekosystemtjänster, t.ex. vattenkvalitet och rekreation, har blivit allt viktigare. Dessutom förväntas skogen bidra till att hantera tilltagande globala utmaningar, t.ex. motverka klimatförändringar genom kolinlagring. Klimatförändringarna påverkar i sin tur hur skogsskötseln i framtiden bör anpassas för att ge mer motståndskraftiga skogar. Tillsammans leder detta till nya frågeställningar kring brukandet av den skogliga resursen och att den skogliga planeringen i de allra flesta fall måste ta hänsyn till en rad olika mål som påverkar val av optimal skogsskötsel.

Många alternativa sätt att sköta skogen: Man kan sköta skogar och enskilda avdelningar på många sätt. Inom en skogsfastighet kan skötseln av fastighetens avdelningar kombineras på en rad olika sätt vilket ger upphov till en mängd tänkbara handlingsalternativ. Antalet handlingsalternativ för en skogsfastighet är lika med antalet skötselalternativ per avdelning upphöjt till antalet avdelningar. Dvs för en fastighet med fyra avdelningar och tre skötselalternativ per avdelning är antalet handlingsalternativ 81 stycken (3^4). För en fastighet med 20 avdelningar och fem skötselalternativ per avdelning är antalet handlingsalternativ 95 367 431 640 625 stycken (5^{20}). Redan för små fastigheter blir därför antalet möjliga kombinationer i det närmaste oändligt.

Dessa fyra faktorer; de långa tidshorisonterna, den komplexa produktionsapparaten, de många målen och de många alternativa sätten man kan sköta skogen på, bidrar alla till den skogliga planerings komplexitet men ökar även behovet av en väl utförd planeringsprocess. En bra utförd planeringsprocess kan innebära skillnaden mellan kortsiktig lönsamhet och ett långsiktigt hållbart skogsbruk med hög ekonomisk avkastning där man samtidigt säkerställer bevarande och utveckling av övriga ekosystemtjänster t.ex. vattenkvalitet och rekreativvärden.

Till sist, planering som undervisningsämne utgår i hög grad från planering som en rationell process där det gäller att effektivast möjligt utnyttja den skogliga resursen så att man når målen med verksamheten, oavsett vad de är. Det är viktigt att komma ihåg

att vad som är effektivast bestäms av målet med verksamheten. Därmed kan resultatet av planeringen i vissa fall utmynna i att inte göra någonting, dvs låta skogen lämnas för fri utveckling.

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. Utgå från den långsiktiga planeringen i det stora skogsföretaget, är det frågan om strategisk planering eller inte?
5. 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?

Litteratur

- 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.
- Wikipedia/planning
- Wikipedia/strategic planning

3 Tillämpade planeringsområden

Det stora skogsföretagets planering Skogsföretagen 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, Stora Enso, 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 här avsnittet handlar om dem.

3.1.1 Bakgrund

Samtliga skogsägare som i det här sammanhanget skulle kunna kallas stora skogsbolag använder i stort sett samma principer i sin skogliga planering. På 60-talet, i samband med datorns utveckling och mekaniseringen, övergången från flottning till vägtransport samt åretrunddrift, utvecklades de grundläggande elementen i ett skogligt planeringssystem⁴. 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 företagets 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

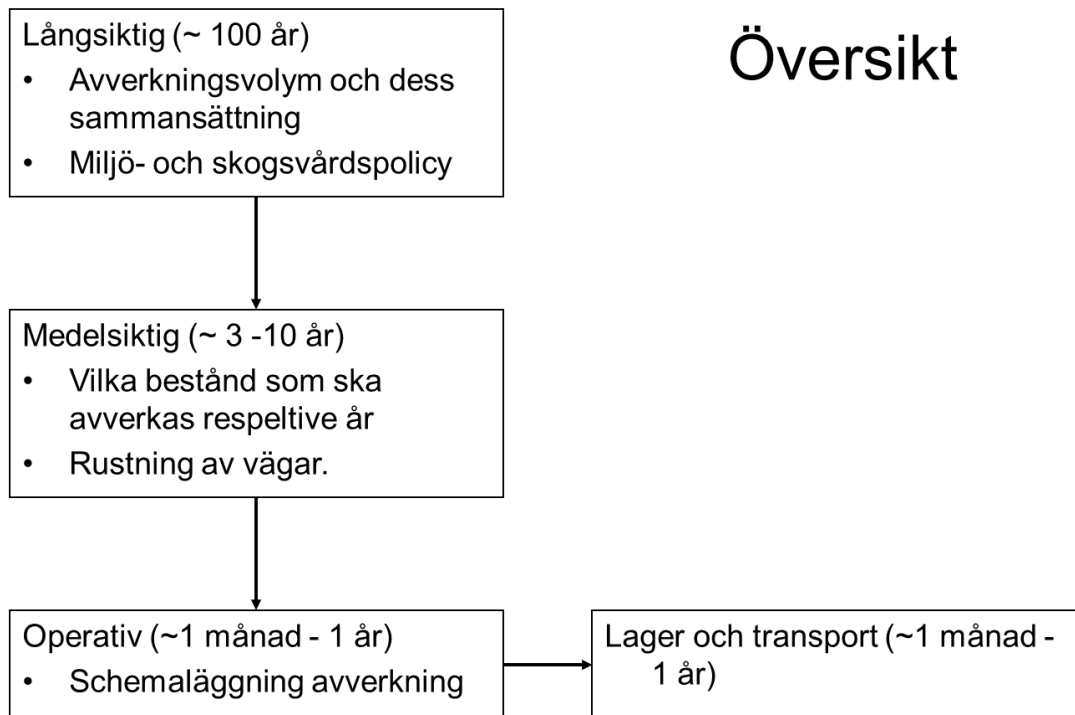
Planeringsprocessens struktur kan beskrivas som bestående av tre faser: Långsiktig planering, planering på medellång sikt och operativ planering (Figur 3.1). Termerna strategisk, taktisk och operativ planering används inte här eftersom de snarare avser syften med planeringen än stadier av ett planeringssystem. Långsiktig planering skulle

⁴ Se kapitel 2 för definition av planeringssystem.

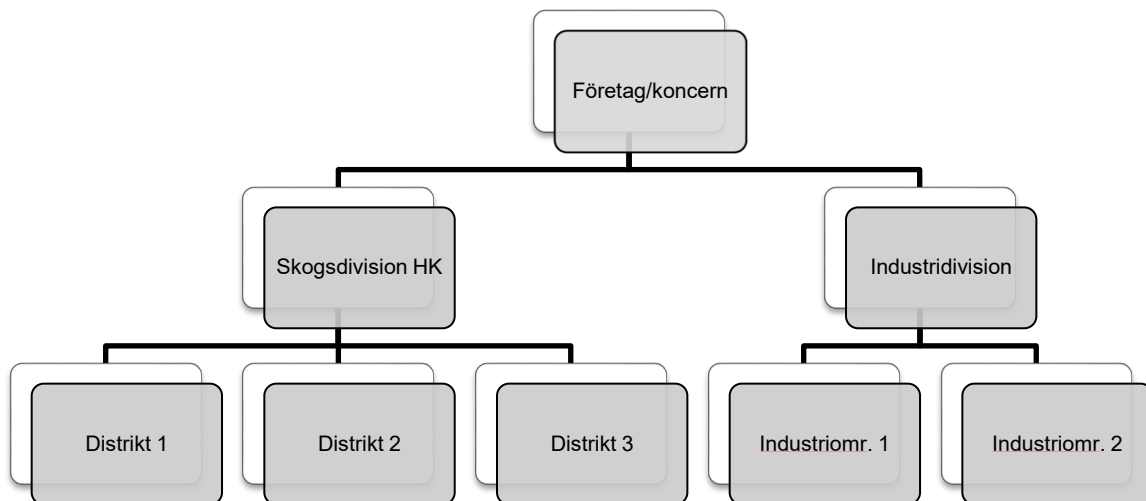
potentiellt kvalificeras som strategisk planering, medan medellång sikt kan svara mot taktisk planering och operativ planering får betraktas som operativ planering. Processen kan med fördel tolkas som ett system. Ett system består av olika element som är knutna till varandra med specifika relationer. 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, d.v.s. 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.

Innan vi beskriver planeringssystemet behöver vi först ge en översiktlig presentation av hur ett integrerat skogsbolag är uppbyggt. Detta eftersom man för att förstå planeringssystemet och hur det är fungerat behöver 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)⁵. Skogen har en leveransfunktion *gentemot* 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. 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 produktionsområden. 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.

⁵ Detta är en funktionell beskrivning. Den formella organisationen kan se annorlunda ut, t.ex. med sågverk som tillhör skogsorganisationen. Integrerade skogsföretag som organisationsform har kommit och gått. År 2004 fusionerades Stora Enso och Korsnäs företag sina skogar och sålde bort det i ett separat aktiebolag, Bergvik; ett avtalsarrangemang som säkrade leveranser från Bergvik till industrierna i Stora Enso och Korsnäs, sedermera BillerudKorsnäs. År 2019 återgick stora delar av skogsinnehavet till de ursprungliga ägarna. SCA har förblivit ett integrerat företag sedan starten 1929. Oavsett form av organisation bör man se den skogliga planeringen i sitt sammanhang med industrins behov.



Figur 3.1. Allmän beskrivning av planeringssystemet.



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

3.1.3 Långsiktig planering

Syftet med den långsiktiga planeringen är att fastställa allmänna ramar och strategier för nyttjandet av skogsresursen och tanken är att lägga grunden för en hållbar skogsförvaltning ("sustainable forest management", SFM). Exempel på frågor som

hanteras är t.ex. hur avverkningspotentialen ska nyttjas över tid; avverka mer idag och mindre i morgon eller omvänt? Val av trädslag i föryngring och inriktningen för miljö- och naturvård är andra exempel. Tidsmässigt betraktas vanligen en omloppstid, dvs. storleksordningen 100 år och den utförs ofta med 5-10 års intervall. Utfallet eller resultatet från nära i tiden är centralt men samtidigt fås en bild av konsekvenserna på lång sikt.

Som termen långsiktig planering används bland skogsbolagen är det möjligt att skilja mellan två olika typer av beslut som tas. Den första typen avser fastställandet av olika policyer som styr alla efterföljande operationer i skogen. Ett exempel rör regler och rekommendationer för skogsvård, ibland sammanfattad i en skogsvårdshandbok. Här anges t.ex. lämpliga föryngringsmetoder och prioriteringsregler för gallring och slutavverkning. En annan viktig policy rör miljövården. Sedan början av 90-talet har alla större skogsbolag utvecklat genomarbetade rutiner som nu utgör en del arbetet med den ekologiska landskapsplaneringen (ELP). Under arbetet med ELP samlas uppgifter in om nyckelbiotoper, andra vårdkrävande biotoper, sällsynta arter etc. Resultatet av den ekologiska analysen läggs in på kartor och registreras som områden som bör lämnas för fri utveckling eller som behöver speciell skötsel. Olika principer kan styra utformningen av ELP:n men gemensamt torde vara att någon form av landskapsperspektiv behövs. För att identifiera känsliga och skyddsvärda objekt fordras hög kompetens; inte sällan görs arbetet av inhyrd personal med specialistkompetens.

Den andra typen av beslut i samband med långsiktig planering utgörs av fastställande av avverkningsvolym och skogsvård (Figur 3.3). De aspekter som bedöms är naturligtvis ekonomiska och produktionsmässiga, men också sådana som berör miljötillstånd och, där sådana hänsyn behöver tas hänsyn till sociala värden. Från olika kvantitativa analyser härleder man total avverkningsnivå tillsammans med uppgifter om mängden gallring, fördelningen på olika typer (t.ex. förstagångsgallring och senare gallring) samt omfattningen av skogsvård. De uppgifterna, tillsammans med skogsvårdsinstruktion (inkluderande prioriteringsregler för val av avverkningsobjekt) ELP och andra instruktioner, går sedan vidare till medelsiktig planering.

3.1.3.1 Stratabaserad planering

De kvantitativa analyserna (ofta benämnda för avverkningsberäkning, AVB) som görs hos de flesta större skogsbolag för att fastställa avverkningsvolym baseras sedan årtionden på en stickprovsviss, stratabaserad ansats. I en stratabaserad ansats används inte samtliga avdelningar i avdelningsregistret som analysenheter. I ett första steg grupperas i stället avdelningarna i ett antal strata baserat på t.ex. virkesvolym per arealenhet och ålder. Alla avdelningar av samma karaktär representeras då av ett stratum. Varje stratum representeras i sin tur av ett antal avdelningar som väljs slumpmässigt (stickprovsavdelningar) inom stratumet. För stickprovsavdelningarna används endera redan tillgänglig information i avdelningsregistret eller så används information från ett antal noggrant inventerade provtytor i varje stickprovsavdelning.

Därefter simuleras ett antal skötselprogram⁶ för varje stickprovsavdelning eller provyta med en beståndssimulator. Till sist väljs med hjälp av optimering ett eller flera skötselprogram för varje enhet så att det mål som formulerats på analysområdesnivå blir maximerat (eller minimerat) med hänsyn till de begränsningar som finns⁷.

Under 1980-talet utvecklades vid SLU ett system för strategisk planering baserad på den stratabaserade ansatsen; Indelningspaketet⁸ (IP) (Jonsson *et al.* 1993). Det utgjorde en integrerad ”paketlösning” för strategisk planering. IP innehöll rutiner och mjukvara för val av stickprov, rutiner och hårdvara (dataklavar, avståndsmätare, m.m.) och mjukvara för fältinventering av stickprovet. Vidare innehöll systemet rutiner och mjukvara för beräkning av initialt skogstillstånd, för framskrivningar av potentiella skötselprogram för varje stickprovsavdelning och för val av bästa skötselprogram för varje stickprovsavdelning. Det stratabaserade förfarandet har efter att användandet av IP upphört överförts till det vid SLU utvecklade Heureka-systemet (Wikström *et al.* 2011). I mjukvaran Heureka PlanVis finns rutiner för stratifiering och lottning av stickprov. Efter en likartad fältinventering som vid tillämpning av IP utför PlanVis beräkningar av initialt skogstillstånd, genererar prognoser och väljer bästa handlingsalternativ baserat på materialet från stickprovet.

En av orsakerna till den stratabaserade ansatsens framgång har varit att när formerna för den strategiska planeringen etablerades så var det dyrt och svårt att erhålla och lagra heltäckande data av hög kvalitet för varje enskild avdelning. Ytterligare en orsak till ansatsens popularitet är dess förmåga att analysera framtida avverkningspotentialer över stora arealer även med begränsad datorkraft. Den främsta anledningen till det är att när avdelningar aggregeras till strata reduceras antalet beräkningsenheter i planeringsmodellen. Den stora nackdelen med en stratabaserad ansats för strategisk planering är att den saknar en geografisk explicit koppling, dvs man kan t.ex. inte markera de planerade åtgärderna på en karta. Detta har lett till att den rumsliga allokeringen av skötselåtgärder traditionellt inte har hanterats i den strategiska planeringen. Den har istället ingått i den taktiska planeringen. Men genom att inte använda geografiskt explicita modeller på den strategiska nivån finns en risk att resultatet från de strategiska analyserna resulterar i så höga avverkningsnivåer att de blir omöjliga att uppfylla i den taktiska planeringen.

3.1.3.2 Areabaserad planering

För att bl.a. undvika problemen med att avverkningsvolymen överskattas och för att förbättra kopplingen till den taktiska planeringen har areabaserade ansatser börjat

⁶ Ett skötselprogram beskriver en möjlig sekvens av skogsskötselåtgärder för planeringsenheten över tid och genererar resultat för en mängd värden för varje period, t.ex. ekonomisk avkastning, stående volym, avverkningsvolym, etc. Skillnaden mellan olika skötselprogram kan bl.a. vara tidpunkten när olika åtgärder utförs, vilka dessa åtgärder är och hur de utformas?

⁷ För mer information om hur man formulerar och löser se kapitel 4 om teknikområden och linjär programmering

⁸ Indelning är ett äldre begrepp för skoglig planering, se Skogencyklopedin.

användas i den långsiktiga planeringen. I denna ansats baseras de kvantitativa analyserna (avverkningsberäkningarna) på information från alla avdelningar. Det vill säga samtliga avdelningar utgör beräkningseenheterna i den grundläggande planeringsmodellen och därmed blir avdelningen den enhet som optimeringen och de kvantitativa analyserna baseras på.

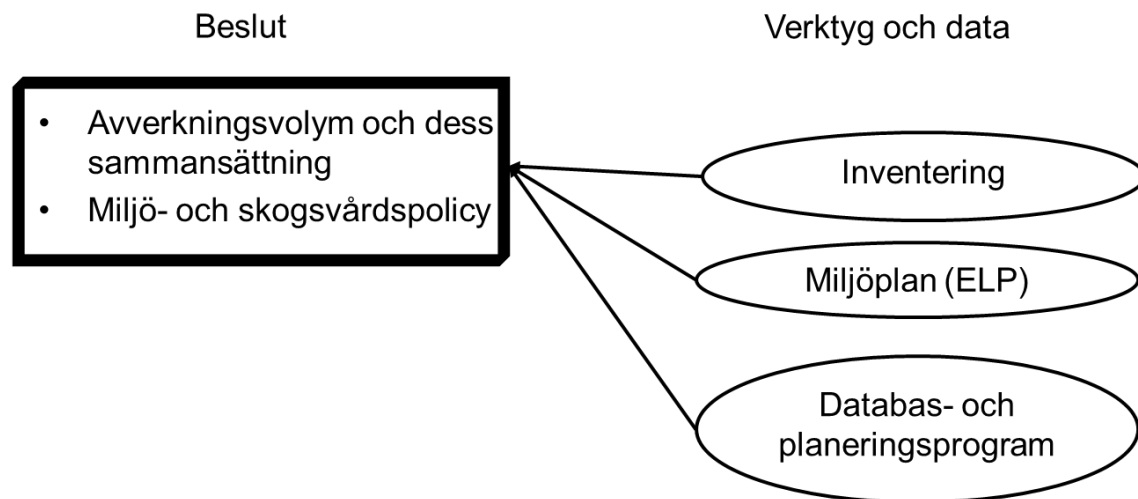
Den stora fördelen med en areabaserad ansats är att planeringen kan utföras geografiskt explicit. Om resultatet av en analys behöver presenteras i kartform räcker det inte att veta hur skogen sköts i genomsnitt, utan då måste olika skötselåtgärder kopplas till avdelningar och därmed måste en areabaserad ansats användas. Vidare innebär en geografiskt explicit ansats att man kan dela in bestånden och anpassa skötseln i olika typer av bestånd på en mycket högre detaljnivå än i den stratabaserade ansatsen. Till exempel så kan man knyta naturvårdsinriktade skötselstrategier till bestånd klassade som NS (naturvård med viss skötsel) och PF (produktion med förstärkt hänsyn), och anpassa skötseln i lövrika bestånd⁹. En areabaserad ansats gör det även möjligt att ta ett tydligt landskapsperspektiv i planeringen och är därmed en förutsättning för att förstärka den gröna infrastrukturen i skogslandskapet genom att anpassa möjliga skötselriktningar utifrån var i landskapet olika bestånd befinner sig. Man kan t.ex. inkludera buffertzoner runt vattendrag och störningskänsliga biotoper och välja hyggesfria skogsbruksmetoder inom rennäringens nyckelområden, i områden med risk för ras och skred eller i områden med höga sociala värden. Den areabaserade ansatsen innebär även att aspekter som påverkas av rumsliga samband kan inkluderas i planeringsmodellen. De rumsliga sambanden innebär att det inte är tillräckligt att veta t.ex. den totala mängden avverkningar utan det måste även finnas kännedom om avverkningarnas geografiska placering i landskapet och hur de påverkar och påverkas av omgivande områden¹⁰.

En nackdel med en areabaserad ansats är dock att planeringsproblemets storlek och ofta även komplexitet ökar jämfört med en stratabaserad ansats. Följaktligen blir optimeringsmodeller för lösning av planeringsproblemen större, mer komplexa och kräver större beräkningskapacitet. Ytterligare en utmaning vid en areabaserad ansats är att det måste finnas tillgång till data som beskriver varje avdelning av tillräckligt hög kvalitet. Avdelningsregistret har vanligen data av okänd noggrannhet och oklar felstruktur. Olika variabler är insamlade eller uppskattade vid olika tillfällen och med olika metoder och källor. Dessutom sker ofta framskrivningar av gamla värden med hjälp av t. ex. tillväxtfunktioner med avdrag för utförda åtgärder, vilket gör att fel i avdelningsregister tenderar att växa över tiden på ett okänt sätt.

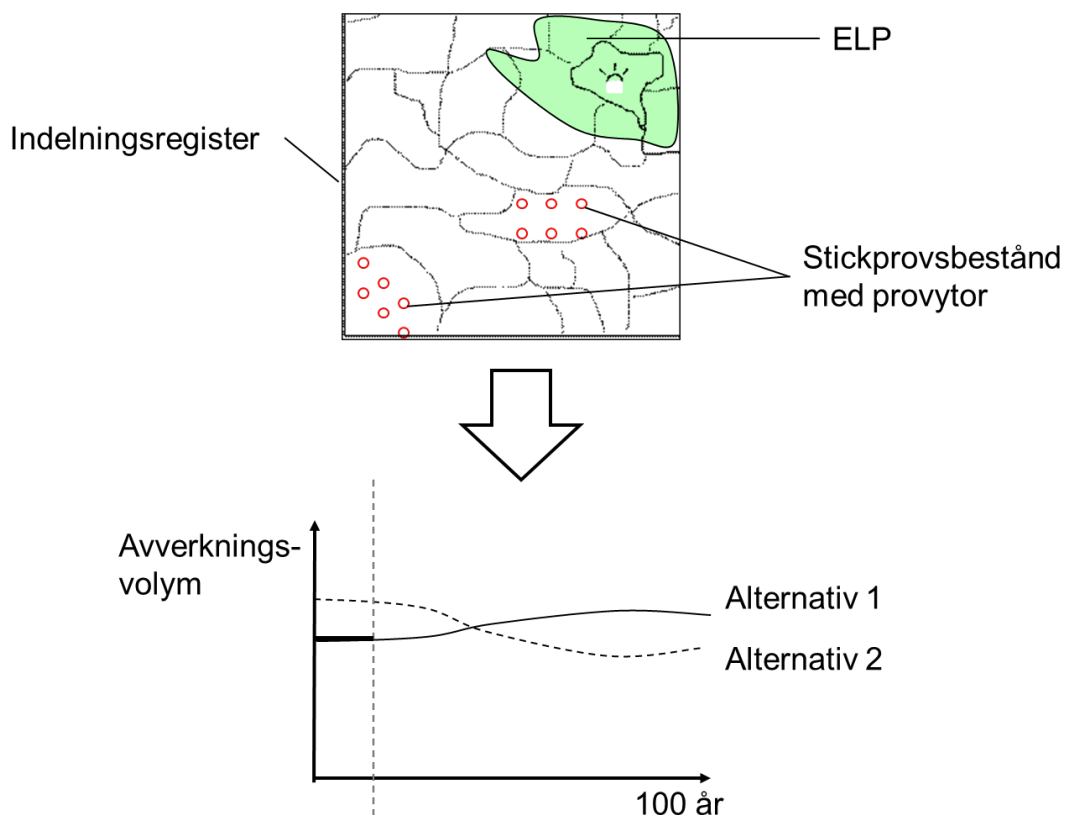
⁹ I teorin möjligt även med stratabaserad ansats men kräver förhållandevis stort stickprov i berörda typer av bestånd samt att landskapsperspektivet är svårhanterligt.

¹⁰ Se kapitlet om rumslig hänsyn för mer information om rumslig planering.

Långsiktig (~ 100 år)



Figur 3.3. Beslut och verktyg för den långsiktiga planen.



Figur 3.4. Analys av två långsiktiga avverkningsplaner med underlag i stickprovdata och den ekologiska landskapsplanen. 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 illustrerar det faktum att register mm måste vara färdiga för att en meningsfull långsiktig analys ska kunna göras.

3.1.4 Medelsiktig planering

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. Det viktigaste resultatet från planeringen på medellång sikt är ett register över väl inventerade områden, d.v.s. en traktbank. En trakt består av ett eller flera bestånd som avses att bli avverkade vid ungefär samma tillfälle. Trakten kan innehålla både gallringar och slutavverkning. Traktbanken ska normalt omfatta 1.5 - 2 års avverkning. Under planeringen identifieras behovet av förbättringar av vägnätet (Figur 3.5). Den medelsiktiga planeringen utgör ett ytterst komplicerat planeringsproblem där många krav ska tillfredsställas simultant. En av de svåraste är att klara kraven på koncentration av 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 Heureka-systemet ger vissa möjligheter till medelsiktig planering. Insatsen i den planering som görs på medellång sikt varierar mellan företagen varför den beskrivning som görs nedan kanske inte stämmer för alla bolag. Dock, någon form av fältinventering görs alltid, eller ska göras, om företaget ska följa certifieringsreglerna.

Planeringen börjar vanligen med en analys av beståndsregistret och skogskartan i ett GIS. Ett urval av bestånd görs som täcker avverkningarna under en period på tre till tio år (spännvidden antyder att företagets 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 avverkningsvolymer med avseende på trädslag och avverkningsform (gallring och slutavverkning) ska stämma totalt för hela planeringsperioden. Avvikelse för enskilda år kan däremot vara motiverat. T.ex. 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 också angeläget att

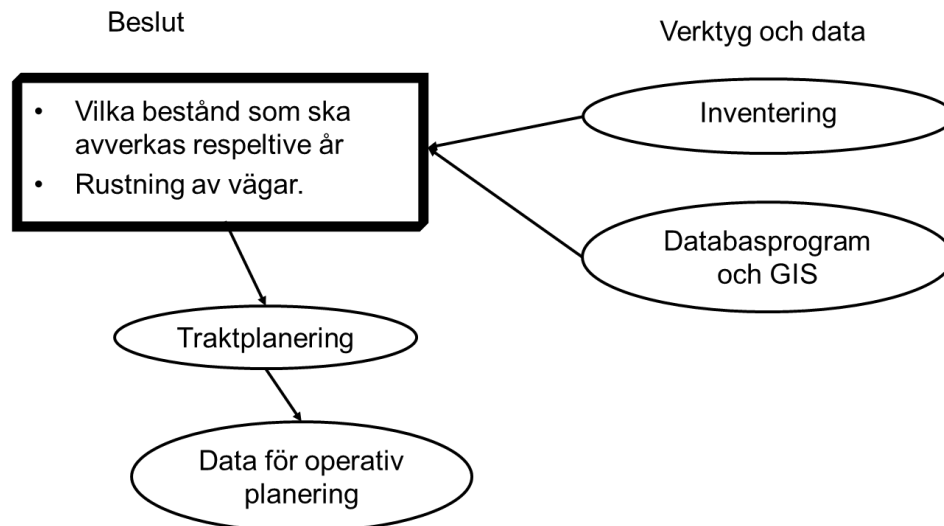
begränsa avståndet mellan avverkningstrakter för att på det sättet minska avverkningslagrens flyttkostnader. Det är således först här som själva lokaliseringen av avverkningar kommer in i planeringen.

Bärighet är ytterligare ett problemkomplex som måst hanteras. Med bärighet menas här både bärigheten för drivning och vidaretransport på anslutande väg. Det är nödvändigt att man ser till att avverkningsvolymen 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 beståndsregistret 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, t.ex., 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, och ovanliga, inventeringen görs med cirkelprovvytor 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, d.v.s. 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, d.v.s. att man plockar in de välplacerade bestånden de första åren för att sedan ha ett mycket mer svårplanerat innehav de följande åren.

Medelsiktig (~3-10 y)



Figur 3.5. Planering på medellång sikt.

3.1.5 Operativ planering

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.

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 avverkningslag 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.

Trakt	Dagar		Vecka			
	Skördare	Skotare	13	14	15	16
1045	-	3	█			
1113	7	5	█	█		
898	3	5		█	█	
678	12	14			█	█
1209				

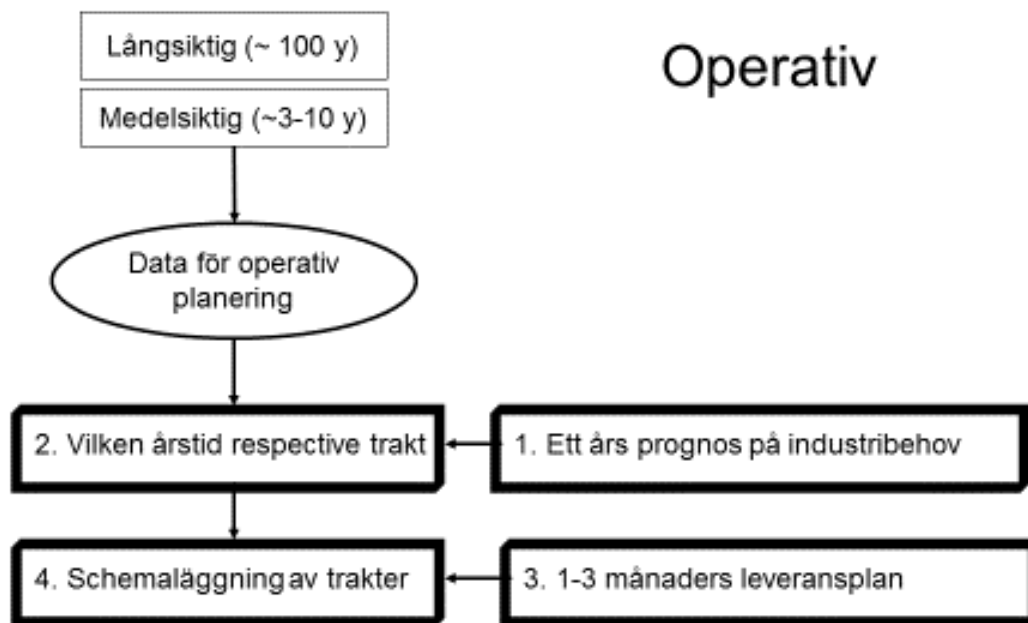
Figur 3.6. Ett Gant-schema som beskriver ett avverkningslags aktivitet dag för dag under några veckor.

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, d.v.s. 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 flytt mellan trakterna kan begränsas. Förhoppningsvis har den taktiska planeringen gjorts så att det finns en sammansättning av bärigheter på trakter och vägar så att leveranserna kan genomföras även under besvärliga perioder under vår och höst.

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 till det enskilda avverkningslaget att göra den detaljerade planeringen av avverkningsområdet. Traktbeskrivningen innefattar vardagshänsyn såsom att lämna buffertar runt bäckar och avgränsa övriga skyddsvärda miljöer.

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 schemalaggningsen innan planen delas ut till avverknings-lagen, i andra är lagen själva ansvariga för planeringen av trakterna som har tilldelats dem.



Figur 3.7. Delarna i den operativa planeringen.

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 slutresultatet är en funktion av alla steg i planeringsprocessen. De beslut som tas och den plan som fastställs i ett steg påverkar alla efterföljande steg. Det är därför viktigt att planeringen i ett steg tar hänsyn till de viktigaste faktorerna i efterföljande 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, t.ex., 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, närmare de strategiska frågeställningarna kring nyttjandet av skogsresursen. Ett exempel är avvägningen mellan lagring av kol i skogen respektive substitution. Den frågan är i sin tur avhängig t.ex. av behovet av biodrivmedel. 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?

Självstudiefrågor

1. Bygger planeringskonceptet på bottom-up eller top-down?
2. Vilka beslut är det man tar i respektive planeringssteg?
3. Vilken information är det man för mellan de olika planeringsstegen?
4. Vid vilket steg blir det aktuellt att arbeta med spatial information och varför?
5. Vilket steg i planeringssystemet tror du kan komma att bli viktigare som en konsekvens av kommande klimatförändringar?
6. På vilket sätt tror du att planeringsprocessen kan behöva utvecklas mot bakgrund av ett ökat engagemang i skogsfrågor från olika intressenter?

Litteratur

- 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 2021. Heureka hemsida. <https://www.slu.se/institutioner/skoglig-resurshushallning/programprojekt/sha/heureka/heureka/> [21-01-10]
- Kinnwall, M., Heinsoo, K & Niklasson, M. 2016. Så går det för skogsindustrin. Skogsindustrierna. [https://mb.cision.com/Public/11368/2150725/9b792e178128e911.pdf]
- 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-Owning 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 renskötselplanpassad skogsbruksplan.

Den förändrade skogspolitiken från 1993 samt en marknadsanpassning har lett till begreppet grön skogsbruksplan, vilket lanserades av Södra skogsägarna i samverkan med Skogsstyrelsen. För certifiering enligt båda organisationerna (FSC - Forest Stewardship Council och PEFC -Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) spelar grön skogsbruksplan en central roll då den är obligatorisk för fastigheter över 20 ha. För certifierat storskogsbruk råder dock särskilda betingelser. I en grön skogsbruksplan ska målklasser anges för varje bestånd (Produktion med generell hänsyn (PG), Produktion med förstärkt hänsyn (PF), Naturvård orörd (NO) samt Naturvård som kräver skötsel (NS)), och minst 5 % av den produktiva skogsmarksarealen ska avsättas för fri utveckling eller för skötsel med syfte att utveckla naturvärden, t ex lövrik skog, och ytterligare minst 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.

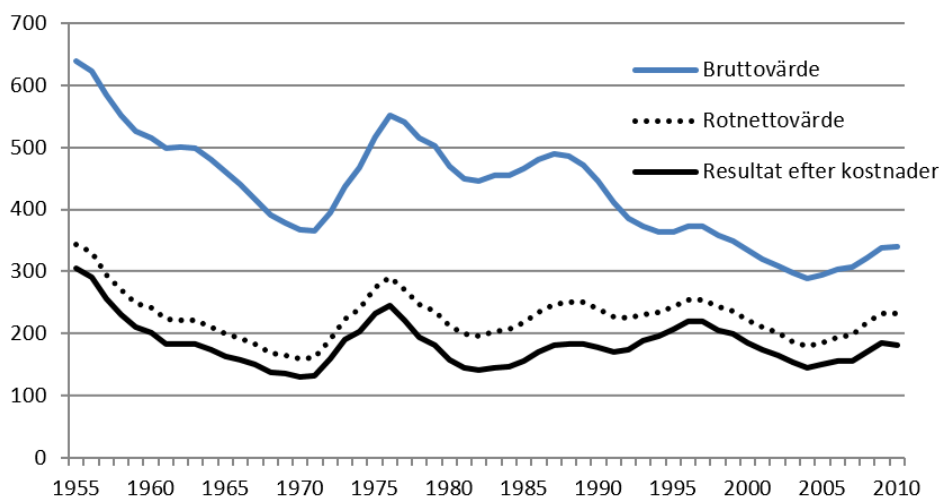
I FSC:s certifieringsregler som främst tillämpas på stora skogsföretags marker, används begreppet ”skogsbruksplan” elva gånger. ”Plan för skogsbruk” eller ”skötselplan” används också elva gånger, ”planera” 21 gånger, ”plandokument” 39 gånger och ”ekologisk landskapsplanering” en gång.

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 ha 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 ha 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 ha (Skogsdata 2016, Institutionen för skoglig resurshushållning) och 51 ha, 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 av tre skogsägare 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.

Hur många beslut behöver tas? Vi antar att produktionsskogen kan delas upp i 14 avdelningar om vardera 3.5 ha 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 förnygring 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

Traditionellt har de flesta svenska skogsägare varit jordbrukare där en del av deras mark var skogsmark. Men rationaliseringen inom jordbruket har gjort att många gårdar avvecklade sin jordbruksdel och fler blev skogsfastigheter. Samtidigt innebar detta att ägaren fick sin huvudsakliga inkomst från andra källor än att bruka marken. Denna förändring har gjort att skogsägarkåren har förändrats och blivit allt mer heterogen. I 2019 fanns det enligt Skogsstyrelsen i Sverige 223 547 brukningsenheter som ägdes av 308 418 privata enskilda skogsägare. Av dessa brukningsenheter fanns 41% i Götaland, 27% i Svealand, 17% i Södra Norrland och 15% i Norra Norrland. I genomsnitt är dock fastigheter i Norrland större än i Svealand och Götaland. I Norra Norrland är medelinhavet 50,8 ha, i Södra Norrland 46,5 ha, i Svealand 28,8 ha och i Götaland 27,1 ha. Knappt en tredje del av skogsägarna är medlemmar i en skogsägarförening. Enligt Skogsstyrelsen är 41% av privatägd skogsmark certifierad enligt FSC eller PEFC, vilket är lägre än andelen som är certifierat hos de övriga ägarna (87%). Andelen frivilliga avsättningar av den produktiva skogsmarken bland privata skogsägare är också lägre (3,8%) jämfört med övriga ägare (6,9%). Bland de privata skogsägarna är 39% kvinnor och 61% män och den fördelningen har varit rätt konstant under de senaste decennierna efter en stark ökning under 80 och 90-talet. En teori varför andelen kvinnor ökade har varit att det äldsta barnet inte längre skulle ta över efter generationsväxlingen. Kvinnors fastigheter är dock i genomsnitt mindre än männens fastigheter och kvinnorna är i högre utsträckning än män även delägare i en fastighet. Det var också under början av 2000-talet som andelen samägda fastigheter började öka. År 2012 ägdes 41% av skogsfastigheterna av fler än en ägare, och det handlade mest om fastigheter som var 50 ha eller mindre. Eftersom det ekonomiska bidraget som skogsfastigheten ger till skogsägarens ekonomi har minskat i betydelse för skogsägarens ekonomi kom också ett annat sätt att tänka kring vem i familjen som skulle överta fastigheten. Däremot är intresset att ta över föräldrarnas fastighet fortfarande lägre bland kvinnor än män vilket förklarar

varför andelen inte fortsätter att stiga.

Även andelen utboägda fastigheter, dvs fastigheter där ägaren inte bor på fastigheten, har ökat under de senaste decennierna. Andelen skogsägare som bor i storstad eller större regionala center har ökat enligt Haugen et al. (2016). I 2019 var 32% av brukningsenheterna helt eller delvis utboägda. Jämfört med Sveriges hela befolkning är medelåldern bland skogsägaren hög, medelåldern är nu 61,7 år och det finns inga skillnader mellan kvinnor och män i åldersfördelningen. Förutom strukturella förändringar har det också blivit mera variation i hur skogsägare värderar de olika värden som skogen kan ge. Enligt Nordlund och Westin (2011) värderar utboägare de ekonomiska värden som skogen kan ge som mindre viktig än vad närbo ägare gör. Vidare menar Nordlund och Westin också att kvinnor värderar ekologiska och rekreativvärden i skogen högre än vad män i genomsnitt gör. Lidestav och Berg Lejon (2013) fann också att kvinnliga skogsägare har en lägre intensitet i sina skogsåtgärder än män.

Förändringarna orsakade inom sektorn en oro att kunskapen om förvaltning av fastigheten höll på att minska bland skogsägare, särskild bland utbo ägare. Eriksson och Fries (2020) fann dock att kunskapsnivån bland skogsägare var främst kopplat till storleken på fastigheten och deras involvering i planering och praktisk skogsbruk. Kvinnor hade en något lägre kunskapsnivå i jämförelse med män, men skillnaden var betydligt mindre än skillnaden i deras egen uppskattning av kunskapsnivån. Yngre skogsägare har en högre kunskapsnivå än äldre skogsägare. Kunskapsläget bland skogsägare som hade varit involverade i planeringsfrågor gällande förvaltning av fastigheten var också signifikant högre än skogsägare som inte involverade sig i bruket av deras fastighet. Eggers et al (2014) fann i likhet med Eriksson och Fries (2020) att förvaltningsstrategin påverkades mest av fastighetens storlek och inkomsten som skogsägaren fick av fastigheten. Samma studie visade även att intresset gällande skogsbruk var viktigare än kön eller var ägaren bodde i relation till fastigheten. Gällande självverksamhet minskar tiden som skogsägare själv utför praktisk skogsarbete i sin skog stadigt även om arealen anmäld föryngringsavverkning för privata skogsägare har ökat från cirka 100 000 ha år 2000 till ungefär 153 000 ha år 2019. Andelen virke som skogsägaren själv hade huggit i slutavverkning år 2017 var endast 7% och andelen i gallring 17%. Också skogsvårdsarbete har minskat, under 2017 planterade skogsägaren själv endast 29% av privatägd skogsmark och röjde 58% själv. Allt mer arbete på privatägd mark utförs idag av entreprenörer som i sin tur anlitas av antingen skogsbolaget som köpt virket eller skogsägarföreningen. Till sist, jämfört med våra grannländer i öst och väst är andelen privatägd skog i Sverige något mindre. I Finland ägs 62% av den produktiva skogsmarken av privata skogsägare och i Norge är det 66%. Andelen i Finland håller dock sakta på att minska och förändringar både strukturellt och i värderingar är väldig likt Sverige. Norge har jämförelsevis mycket strikt lagstiftning vem som får köpa eller överta jord- och skogsmark där målet varit att förhindra splittring av fastigheter eller omvandling av marken till andra användningar. Resultatet är att andelen samägda fastigheter är begränsat och andelen kvinnliga skogsägare endast 30%. I resten av Europa äger majoriteten av skogsägarna relativt små skogsfastigheter. I USA är 33,8% av

skogsmarken privatägd av enskilda skogsägare, särskild i Östra USA. Majoriteten är små fastigheter och i de allra flesta fall bor den amerikanska skogsägaren på sin mark.

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, 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 skogstillståndet 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, rekreativvärden, 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 information 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. Alternativerna 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 Skogsbruksplanen

3.2.8.1 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 (för mer information se kap. 2.2). 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, vindfällena, 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.

3.2.8.2 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 (flygfoton används ofta som bakgrund) 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 punktgifter (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 stickprovfel 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 än 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. – när skogsägaren, eller dennes ombud, blir en aktör i planeringsprocessen.

Metoden för att framställa skogsbruksplanen i vid mening måste vara kostnadseffektiv, d.v.s. 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).

3.2.8.3 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 relevanta 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 analysystem 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

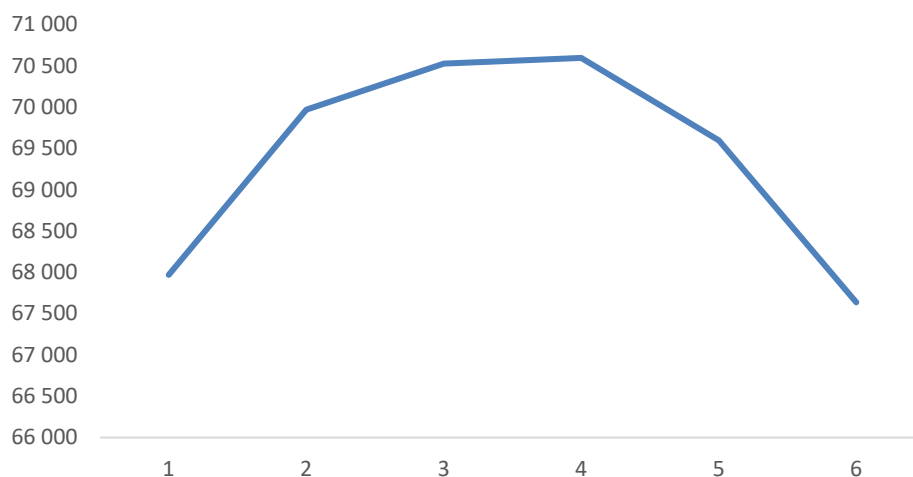
en dold kostnad för att upprätta en traditionell plan. (Den synliga kostnaden är vad skogsägaren får betala för att tjänsten att upprätta en plan).

Det betyder att åtgärdsförslagen i en traditionell skogsbruksplan inte är det bästa. Slutsatsen förutsätter att målformuleringen vid Planvisanalysen stämmer med skogsägarens mål. Det förutsätter också att data om skogen stämmer tillräckligt bra med verkligheten, och att Planvissystemets 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 frågeställningen är så komplex.

Heureka-systemet 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, göra en ny planering och nya 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.

3.2.8.4 Hur används skogsbruksplanen?

Skogsbruksplanen är i första hand till för att hjälpa skogsägaren fatta de beslut som leder till högsta måluppfyllnad, d.v.s. 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, d.v.s. 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 upprättat skogsbruksplan och fick svar från 125 st (63 %). Resultatet visade på betydligt ökad aktivitetsgrad för både avverkningar och skogsvård. Røjning 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.

Enligt Carlén (1990) hade skogsbruksplanen (i motsats till att skogsbruksplanen inte finns för en fastighet) 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 (grannar som delar tomtgräns), 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.

3.2.8.5 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
- Översigtskarta 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), kommentarer som kan finnas för att beskriva hur skogen är, t.ex. luckighet, 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 skogsägares 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 avdelningsgränser och identiteter samt motsvarande avdelningsregister med de viktigaste variablerna inklusive åtgärdsförslag för planperioden.

3.2.8.6 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, d.v.s. 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 medelsiktig 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.

3.2.8.7 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.

3.2.9 Faktaruta. FSC:s 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 skötselsystem 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 t. ex. 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, d.v.s. 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

3.2.9.1 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 entreprenören eller förvaltaren – 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 både som beslutsunderlag, och vid revision av planen inför 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.

3.2.9.2 Vem upprättar planen?

Det vanliga är att man anlitar någon skogsutbildad för arbetet att upprätta skogsbruksplanen. Det sker vanligen via virkesköpande organisationer, som i sin tur anlitar underkonsulter (entreprenörer, studenter, säsongsanställda). De kan också låta tillsvidareanställda göra planer. 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, vilket kan ge förbättrade möjligheter att köpa mer virke. Om organisationen har planen i sitt datorsystem blir skogsägaren beroende av kontakter med företaget för ajourhållning.

Skogsägare kan alternativt själva anlita konsulter för jobbet, eller på egen hand göra skogsbruksplanen.

Organisationerna har ofta någon eller några planansvariga personer som hanterar beställningar, ordnar underlag för planarbetet, samt anställer, utbildar och administrerar fältpersonal som ska utföra inventeringen. De tar också emot 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.

3.2.9.3 Hur görs skogsbruksplaner?

Man kan nog säga att vi befinner oss i en brytningstid vad gäller teknik och metoder för skogsbruksplanering för enskilda skogsägare. Automatiska metoder står för dörren men skogen är mycket variationsrik så det inte så lätt att inventera och planera heltäckande med automatiska metoder. Satellitbaserade bilder och mätningar har man pratat och forskat om åtminstone i femtio år, men trots stora framsteg är tekniken ensam inte helt användbar, och det är oklart om den någonsin blir.

Alltjämt idag (2020) baseras skogsbruksplaneringen huvudsakligen på fältbesök och subjektiva metoder, även om man också speciellt för förtolkning på rummet använder de olika datakällor som finns. Långsiktiga analyser med optimerande system (läs: Heureka PlanVis) används inte, även om t.ex. SE-banken driver på för sådana analyser.

Skogsägarnas mål med skogsbruket beskrivs oftast inte, eller mycket kortfattat. Data om skogen, natur- och kulturvärden, m.m. på fastigheten samlas in genom subjektiva bedömningar och stödmätningar på subjektivt valda platser. Åtgärdsförslagen ges sedan 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 (i första hand avgränsning av olika ägoslag och i någorlunda homogena beskrivningsenheter; avdelningar eller bestånd) kan utföras av professionell bildtolkare om förrättningspersonen är ny i rollen som skogsbruksplanerare. Rutinerade personer gör

själva detta utifrån tillgänglig information, d.v.s. flygbilder, satellitbilder, eventuella drönarbilder, Skogsstyrelsens skogliga grunddata (över trädhöjd, diameter, grundyta och volym per bildelement om 12.5 m), gamla skogsbruksplaner samt kartor över natur- och kulturvärden.

Skogliga grunddata baseras på data från laserskanning (som gjordes heltäckande över Sverige för första gången under åren 2009-2015 och i lantmäteriets regi med främsta syfte att ta fram en ny karta som visar markens höjd, en ny ”markmodell”, och som från 2019 görs för andra gången med syfte att ajourhålla data om skogen och start i Västerbottens kustland) eller från flygbilder eller drönarbilder 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 beståndsmedelhöjd och volym.

Alternativt kan en indelning göras 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 (d.v.s. 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.

Självstudiefrågor

7. Vilket innehåll skulle du vilja ha med i en plan över din fastighet (speciellt om det går att ordna till en billig penning)?
8. 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? (Jag tror du kan lära dig mycket av att läsa en plan över en skogsfastighet nära din hemort). 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?
9. 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?

Litteratur

- 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
- Eggers J, Lämås T, Lind T, Öhman K. 2014. Factors influencing the choice of management strategy among small-scale private forest owners in Sweden. *Forests* 5:1695-1716. DOI:10.3390/f5071695
- Eriksson L, Fries C. 2020. Relations between structural characteristics, forest involvement, and forest knowledge among private forest owners in Sweden. *European Journal of Forest research*, Published online 15 September 2020 <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01314-3>

- 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.
- Haugen K, Karlsson S, Westin K. 2016. New Forest Owners: Change and continuity in the characteristics of Swedish Non-industrial private forest owners (NIPF Owners) 1990 – 2010. *Small-scale forestry* 15:533-550. DOI: 10.1007/s11842-016-9338-x.
- 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
- Lidestav G, Berg Lejon S. 2013. Harvesting and silvicultural activities in Swedish family forestry – behavior changes from a gender perspective. *Scandinavian journal of Forest Research*, 2:136-142.
<https://doi.org/10.1080/02827581.2012.701324>
- Nordlund A, Westin K. 2011. Forest values and forest management attitudes among private forest owners in Sweden. *Forests* 2(1):30-50.
<https://doi.org/10.3390/f2010030>
- 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 ha, 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 m³sk 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 m³sk.

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 m³sk. 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, Hägglund 1981). Skogens framtida utveckling kunde nu bestämmas på basis av tillväxten för enskilda träd. Därmed var det möjligt att t.ex. 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 t.ex. 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 miljöambitionerna 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).

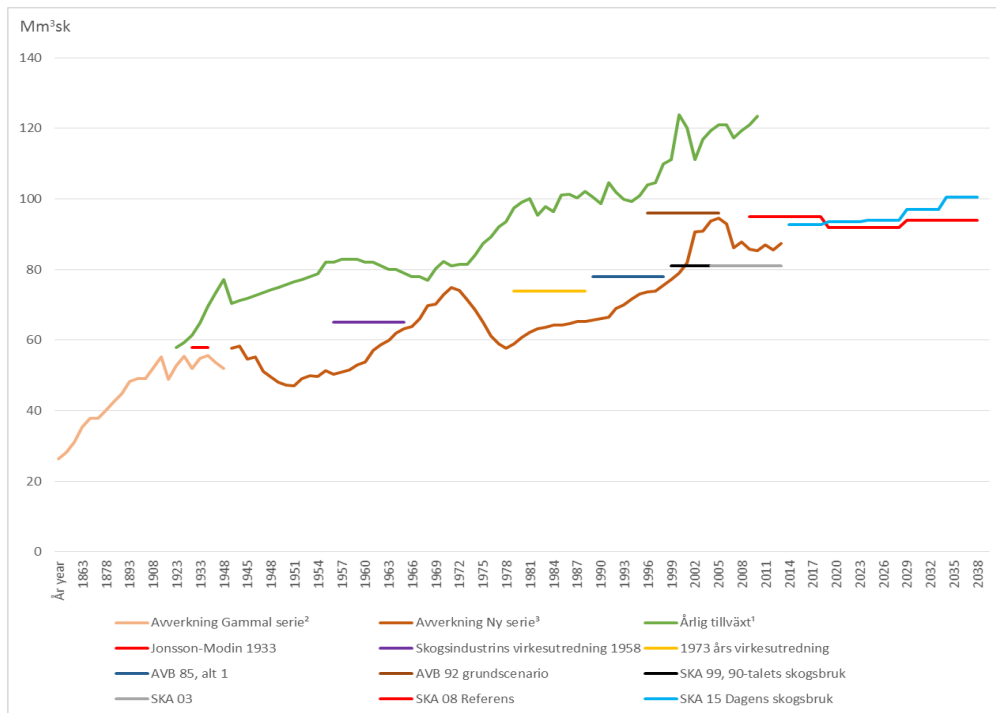
Som en följd av de höga avverkningsnivåerna och ett antal viktiga pågående politiska processer runt klimat- och miljöpolitiken fick Skogsstyrelsen i 2007 års regleringsbrev i uppdrag att ”..analysera den nuvarande och förväntade framtida virkesbalansen i olika delar av landet...”. Som en följd av regeringsuppdraget 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 t. ex. ”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).

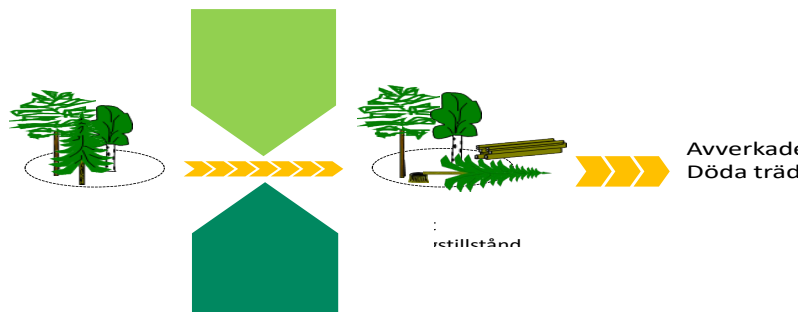
I figur 3.10 redovisas utfallet av några olika skogliga konsekvensanalyser samt utvecklingen av tillväxten och avverkningen i de svenska skogarna. Figuren visar att avverkningen historiskt oftast har varit lägre än såväl tillväxten som den för tillfället senast beräknade potentiella avverkningen.



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 provvytor från åren 2008-2012 nyttjades för att beskriva utgångsläget för skogstillståndet.

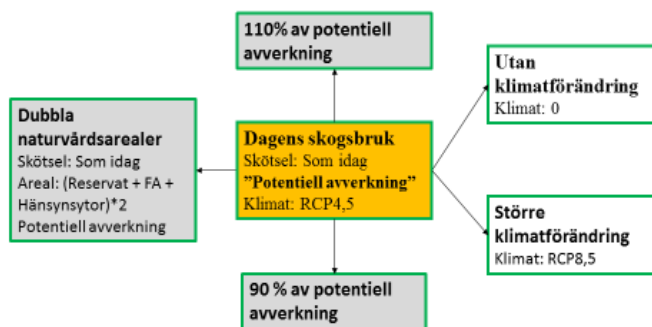


Figur 3.11. Schematisk bild av RegVis funktionalitet.

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.

3.3.3.1 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.

3.3.3.2 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 utsläppscenario 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.

3.3.3.3 Dagens skogsbruk – avverkning 90 % 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 % av nettotillväxten i skogen på virkesproduktionsmark.

3.3.3.4 Dagens skogsbruk – avverkning 110 % 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 % av nettotillväxten i skogen på virkesproduktionsmark.

3.3.3.5 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.

3.3.3.6 Utan klimatförändring

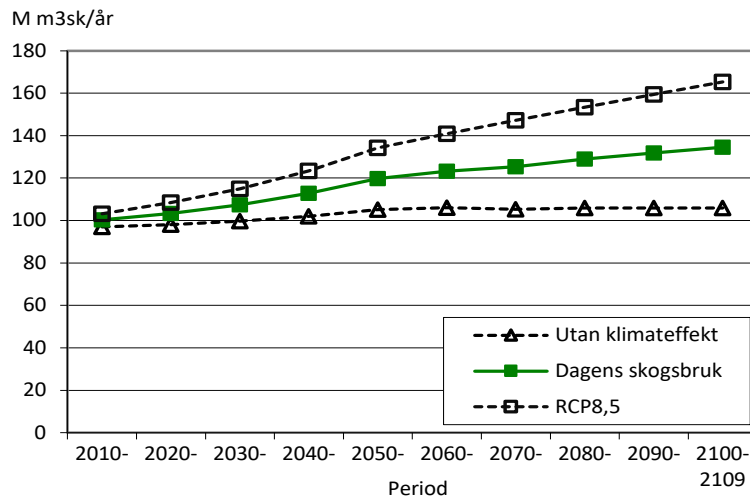
Skötsel, indelning i markanvändningsklasser och övriga allmänna förutsättningar är samma som i scenariot Dagens skogsbruk. I scenariot finns dock ingen effekt på trädens tillväxt på grund av ett förändrat klimat. Scenariot syftar till att man tillsammans med scenarierna Dagens skogsbruk och Klimatförändring RCP8,5 ska kunna studera klimatförändringarnas betydelse för resultaten från scenarierna.

3.3.3.7 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.

3.3.4 Huvudresultat

Den största osäkerheten i scenarioräkningarna är storleken på den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat som ligger med i scenarierna. Tillväxteffekten baserar sig på utsläppsscenarioer 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 dessa klimatförändringar efter 100 år lett till en ökning av tillväxten på 21 % (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 % 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 ha 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 % avverkning är ambitionen att avverka 110 % 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 % avverkning på samma nivå som i Dagens skogsbruk.

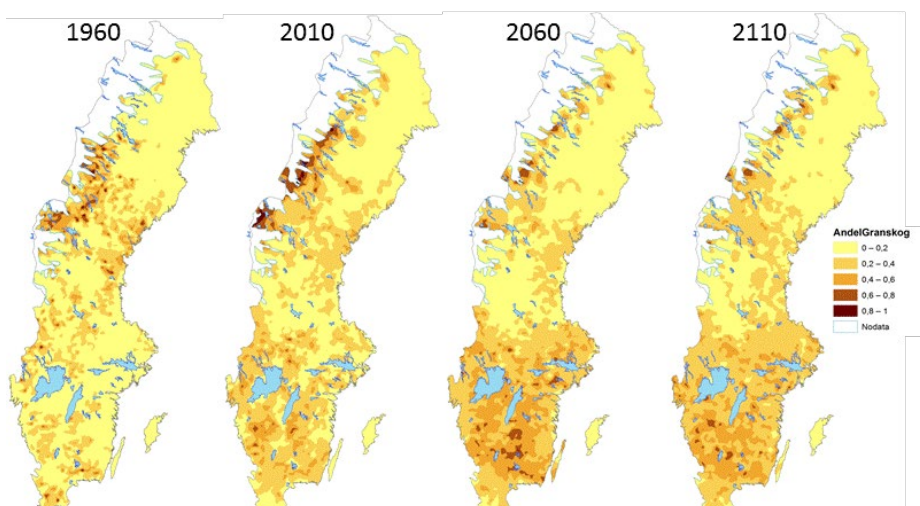
I scenariot 90 % avverkning är ambitionen att avverka 90 % av nettotillväxten i skog på virkesproduktionsmark, vilket under perioden 2010–2019 motsvarar 82 miljoner

m³sk/år. Successivt 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 % 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 % 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 % 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 % av all produktiv skogsmark till 40 % 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 % avverkning och 110 % avverkning. Från 8 % till 12–15 % av all produktiv skogsmark, beroende på scenario. I scenariot Dubbla naturvårdsarealer ökar dock andelen gammal skog mer markant, från 8 till 25 %. Ökningen sker uteslutande i skog på mark undantagen från skogsbruk.

Arealen äldre lövrik skog ökar även den i samtliga scenarier, från 9 % till 12–14 % 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.

Litteratur

- 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.

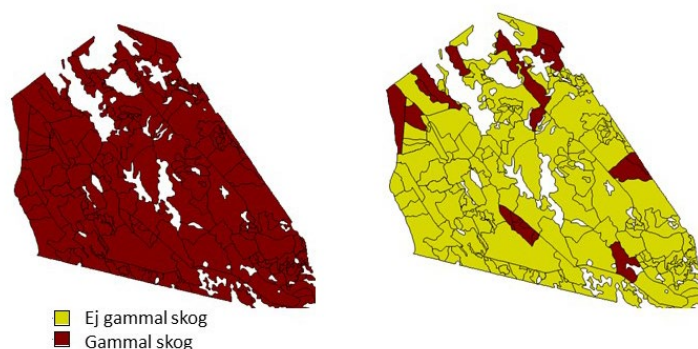
3.4 Rumslig hänsyn i skoglig planering

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. Fragmenteringen 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 andra möjligheten 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.



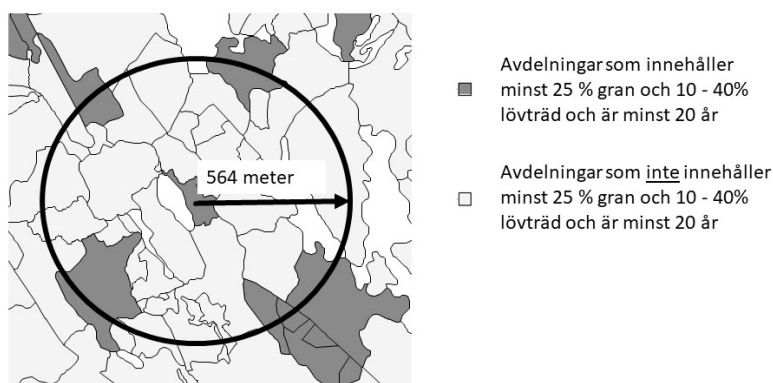
Figur 3.15 Exempel på hur sammanhängande areal gammal skog krymper och fragmenteras genom avverkningar.

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 på 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 ha minst finnas 20 ha 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 ha minst finnas 20 ha som uppfyller dessa krav. Ett område på 100 ha 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 ha. Motiven till att begränsa hygges-storleken kan var såväl estetiska som ekologiska. Stora hyggen inom rennäringens vinterbetesområden kan t.ex. leda till försämrade möjligheter för renarna att skaffa sig föda, dessutom kan förflyttningar av renhjorden 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

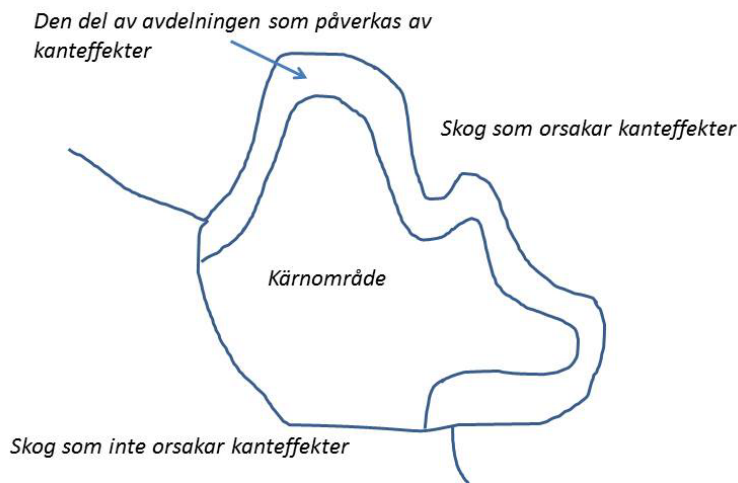
Rumslig hänsyn innebär att man inte enbart är intresserad av att veta den totala mängden avverkningar eller habitat i landskapet utan man måste även veta avverkningarnas eller habitatens form och geografiska placering i landskapet samt hur de påverkar och påverkas av omgivande områden. Exempel på aspekter som kräver rumslig hänsyn i den skogliga planeringsprocessen är begränsning av fragmentering av gammal skog, habitatmodellering, 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 hänsyn till 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 3.17. 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.

3.4.2.1 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 statiskt spatialt samband eftersom avståndet till vattendraget är konstant över tid.

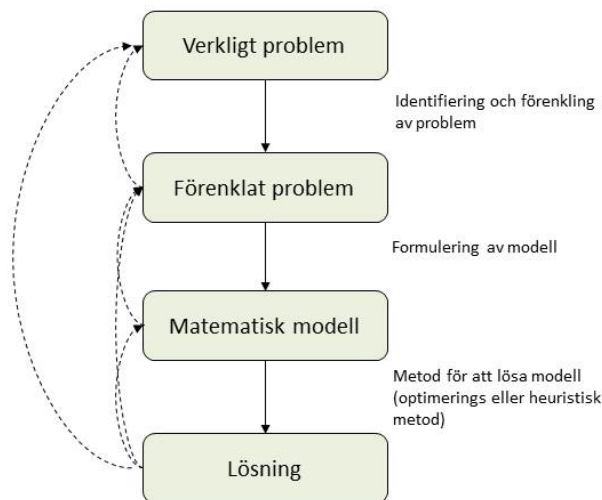
Fakta: Rumsliga samband

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 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.

3.4.3.1 Den exogena ansatsen

I den exogena ansatsen hanteras ingen rumslig information i optimeringsalgoritmen. Lösningen av planeringsproblemet sker istället 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 (d.v.s. 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. T.ex. kan linjär programmering (LP) (se avsnitt 4.1), 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}), d.v.s. 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.

3.4.3.2 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 (se kapitel 4.2).

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.

3.4.3.3 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 tillgänglig 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:

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

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

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

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

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

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}	= ha gammal skog för avdelning i , skötselprogram j i period p
V_{ijp}	= avverkad volym för avdelning i , skötselprogram j i period p
\bar{G}_p	= ha gammal skog 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 (dvs. 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 var 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 gammal skog även vill ta hänsyn till var dem gamla skogen finns i landskapet.

Litteratur

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

3.5 Deltagande planering

Ett hållbart skogsbruk innebär att man tar hänsyn till såväl ekonomiska som ekologiska och sociala värden. Men det innebär även att man måste ta hänsyn till de intressenter som står bakom dessa värden. Särskilt sociala värden kan vara svåra att definiera utan att man frågar vad de som faktiskt nyttjar skogen värdesätter. Det kan därför bli nödvändigt att inkludera andra än skogsägaren i den skogliga planeringsprocessen och det är detta deltagande planering handlar om.

Deltagande planering används här i betydelsen av en skoglig planeringsprocess där inte bara skogsägare(n) utan också andra aktörer som har ett intresse i planeringsprocessen och resultatet av processen är involverade i planeringen.

Begreppet är relativt nytt i det svenska skogsbruket men olika former av deltagande planering förekommer exempelvis i statligt ägd skog i Finland och USA. I vissa länder, som exempelvis Canada, finns krav på deltagande planering i den nationella lagstiftningen, men i de flesta länder är det inte så utan det mesta sker frivilligt. I Sverige, liksom i många andra länder, har utvecklingen på senare år gått mot ett ökat intresse av planering på landskapsnivå där man också involverar olika intressenter. På internationell nivå finns den s.k. Århuskonventionen, the UNECE (Aarhus) Convention on Access to Information, Public Participation in Decision Making and Access to Justice in Environmental Matters, som föreskriver att allmänheten ska ha möjlighet att påverka beslutsfattande i miljöfrågor (dock inte när det gäller privata aktörer). Sverige har liksom många andra länder skrivit under konventionen, men vilken betydelse detta har haft för nationell skogspolicy och planering är oklart eftersom det inte finns några direkta riktlinjer definierade i lagar, via förordningar eller andra mer riktade bestämmelser som exempelvis miljömålen.

Givetvis finns situationer med deltagande planering i den svenska skogen, även om man inte använder just det begreppet. Det sker dock inte regelmässigt idag. De samråd med rennäringsen som är obligatoriska för storskogsbruket enligt skogsvårdslagen är kanske det närmaste man kommer reglerad deltagande planering i dagens skogsbruk.

3.5.1 Varför involvera intressenter?

Individer och organisationer som påverkas av eller kan påverka planeringen kan sägas vara intressenter. I skogsbruksplanering kan intressenterna exempelvis vara närboende, intresseföreningar som orienteringsklubbar eller naturskyddsföreningen samt olika myndigheter som Skogsstyrelsen och Länsstyrelsen.

Det finns flera olika anledningar till att involvera intressenter i planeringen. Den svenska skogen ska dels leverera virke och flertalet andra ekosystemtjänster samtidigt som den biologiska mångfalden ska bevaras. Detta tryck från flera håll leder till många situationer där man måste hantera motstridiga intressen. Detta är i sig inte negativt, men kan leda till infekterade konflikter om de inte hanteras på ett konstruktivt sätt.

3.5.2 Deltagande planering kan förebygga konflikter

Deltagande planering kan öka förståelsen för skogsbruk och förbättra relationerna mellan de olika parterna och därmed minska risken för destruktiva konflikter. Intressenterna kan också bidra med information om hur de nyttjar skogen och hur nyttjandet påverkas av skogsbruksåtgärder, vilket ökar möjligheterna att planera så att flera intressen tas tillvara. Hänsyn till skogens sociala värden, som har lyfts fram i debatten kring skogsbruk på senare tid, skulle exempelvis kunna förbättras med deltagande planering. Det finns även ett djupare moraliskt motiv för deltagande planering, nämligen att människor bör få möjlighet att påverka planeringen av det skogsbruk som påverkar dem. Ett sådant resonemang är dock främst tillämpligt för skog ägd av kommuner eller andra allmänna ägare snarare än för privata skogsägare. Däremot skulle även skogsbolag och privata skogsägare kunna använda deltagande planering för att förebygga konflikter, förbättra relationerna med intressenter och i vissa fall även förbättra sina planer. Faktum är att t.ex. den svenska FSC-standarderna kan sägas innehålla vissa krav på deltagande planering (kriterium 4.4):

”Planering och genomförande av skogsbruksåtgärder ska innefatta resultat av utvärderingar av sociala effekter. Samråd ska ske med individer och grupper (både män och kvinnor) som är direkt påverkade av skogsbruksåtgärderna.”

3.5.3 Genomförande av deltagande planering

Hur en deltagandeprocess bör läggas upp beror till stor del på planeringssituationen och faktorer som skogsområdets karaktär, hur många och vilken typ av intressenter det gäller samt vem skogsägaren är och vad denne har för målsättning med skogsbruket.

En grundläggande fråga är hur mycket intressenterna involveras i planeringen och hur mycket de kan påverka den plan som tas fram. Ett vanligt sätt att beskriva det är som en stega där graden av deltagande ökar ju högre upp på stegen man tänker sig att processen ska ligga (figur 3.19). Det är viktigt att på ett tidigt stadium i processen klargöra på vilken nivå deltagandet ska ligga. Intressenterna bör få klart för sig hur mycket de kan vara med och påverka.



Figur 3.19. En variant av den så kallade deltagandestegen med exempel på lämpliga arbetsmetoder (baserat på material från IAP2, ©2007 International Association for Public Participation, www.iap2.org)

Graden av deltagande bestämmer delvis också vilka metoder som är lämpliga för att involvera intressenterna. Handlar det om att man vill få in åsikter från ett stort antal intressenter kan enkäter vara lämpliga men om man vill att intressenterna ska delta mer aktivt i utvecklingen av planer behövs återkommande möten och workshops.

3.5.4 Deltagande skoglig planering

Deltagande skoglig planering handlar om att skapa planer för skogsbruket utifrån dels objektiva skogsdata och dels skogsägarens och intressenternas subjektiva värderingar av skogsbrukets mål. Var och när åtgärder ska utföras bestäms inte enbart av vad som är ekonomiskt optimalt, utan beror också på vad som gynnar exempelvis biologisk mångfald eller rekreativsvärden.

Skoglig planering är en informationskrävande process som också ger mycket ny information, t.ex. när man analyserar hur olika skötselalternativ påverkar skogens utveckling. I dag finns avancerade beslutsstödsystem som kan användas för att skapa långsiktiga planer för skogsbruket. Problemet är snarare att definiera vilken typ av planer som är intressanta och ta fram dem i samspel med skogsägaren och intressenter.

Metoder för flermålsanalys (se avsnitt 4.4) som kan användas för att stödja utvärdering av alternativa planer finns nu implementerade i exempelvis beslutsstödsystemet Heureka som utvecklats vid SLU. Utmaningen består i att utforma en planeringsprocess som kombinerar ”hårda” tekniska beslutsstödsmetoder med ”mjuka” ansatser som främjar kreativ diskussion där intressenter kan föra fram sina åsikter och förslag.

3.5.5 Framgångsfaktorer för deltagande planering

Vad är det som gör en deltagande planeringsprocess framgångsrik och hur kan man se till att en process blir lyckad? Det finns en mängd praktiska råd på olika nivåer och kopplat till olika metoder. Nedan är en uppsättning råd som baseras på praktiska erfarenheter från deltagande skoglig planering i Nordamerika (Shindler & Neburka 1997):

1. Val av deltagare – om deltagarna har kunskap och intresse för att delta i planeringen blir processen mer effektiv.
2. Nivå på deltagandet – mycket mer produktivt om möten är planerade för samspel i gruppen och inte bara för att delge information och få feedback på den.
3. Tydligt syfte och målbild – ökar chansen för en lyckad process och minskar risken för missförstånd.
4. Beslutsfattaren deltar aktivt i processen – gör att deltagarna känner sig tagna på allvar och ser deltagandet som viktigt.
5. Information – aktuell och begriplig information gör processen trovärdig.
6. Bra bemötande – man bör ta väl hand om deltagarna när det gäller allt från att bjuda på fika till att visa att man lyssnar och tar deras åsikter på allvar.
7. Lära känna "den andra sidan" – att få deltagarna att förstå andra parter gör det lättare för dem att tillsammans kunna arbeta mot gemensamma mål.
8. Fokus på situationen – genom att fokusera på lokala frågor och vad gruppen har gemensamt undviker man att hamna i låsta positioner baserade på principer och grundläggande värderingar.

Lite mer teoretiskt beror förstås framgången i deltagande planering till stor del på vad syftet med planeringen är och hur bra man lyckas uppfylla det. Det finns olika uppsättningar av kriterier för utvärdering av deltagande planering baserat på olika perspektiv, teorier och sammanhang och de omfattar därför olika kriterier. Vissa kriterier som "rättvisa", "möjlighet att påverka" och "insyn i processen" återkommer ofta bland utvärderingskriterierna men det finns ingen allmänt optimal uppsättning kriterier för att bedöma framgången för en process. Deltagarna i processen kan ha olika åsikter om betydelsen av "bra" eller "framgångsrik", eftersom de har olika perspektiv och ibland olika syften i åtanke. Därför bör man redan i början av processen diskutera och klargöras syftet med deltagarna, vilka också kan behöva vara involverade både i att definiera vad en lyckad process innebär och i att utvärdera processen.

Litteratur

Detta avsnitt är baserat på:

IAP2, 2007 International Association for Public Participation, www.iap2.org

Nordström, E.-M. 2013. "Deltagande planering - att få fler aktiva i besluten." In Samverkan och konflikt. Rapport från Future Forests 2009-2012, edited by C. Sandström and K. Öhman. p. 19-20. Future Forests rapportserie 2013:6. Umeå, Sweden: Sveriges lantbruksuniversitet.

Shindler, B., and Neburka, J. 1997. "Public participation in forest planning: Eight attributes of success." *Journal of Forestry* 95(1): 17-19.

Annan litteratur som kan vara av intresse:

- Buchy, M., and S. Hoverman. 2000. "Understanding public participation in forest planning: a review." *Forest Policy and Economics* 1(1):15-25.
- Hamersley Chambers, F., and T. Beckley. 2003. "Public involvement in sustainable boreal forest management." In *Towards sustainable management of the boreal forest*, edited by Burton, P.J., C. Messier, D.W. Smith, and W.L. Adamowicz. p. 113-154. Ottawa, Canada: NRC Research Press.
- Shindler, B., and J. Neburka. 1997. "Public participation in forest planning: Eight attributes of success." *Journal of Forestry* 95(1): 17-19.

4 Teknikområden

Ett långsiktigt skogligt planeringsproblem består vanligen i att för varje bestånd eller strata 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 områden som också har lång tidshorisont inom 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 projektförm; 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 företrädda. 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, d.v.s. om planeringen har en mer operativ karaktär, handlar det om att göra ett lämpligt beståndsval inom ramen för en övergripande, strategisk plan; resultatet kan t.ex. utgöras av en 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, d.v.s. 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 5:e planeringsperioden, d.v.s. den volym som står i skogen efter framskrivning 10 år efter åtgärderna vid inledningen den 4:e 10-årsperioden.

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

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 tillståndet vid periodmitt mest liknar det genomsnittliga tillståndet under perioden. En nackdel med att använda periodmitt är att man måste interpolera tillväxten för den halva första planeringsperioden, d.v.s. 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).

4.1.3 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

4.1.4 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.

4.1.5 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 en kort sammanfattning om den grundläggande beräkningsenhet som används vid Model I. Boxen förklarar bl.a. varför den enhet vi använder för att beskriva innehavet 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 blir modellen också stor. Det är då möjligt att man aggregerar data, d.v.s. 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 stratamet representeras av ”medelbeståndet”. Den areal stratamet 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, d.v.s. 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 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. Ännu 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 3.4 om spatiala problem)

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 följderna 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 avverkningsvolymerna 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 avverkningsvolymerna – 0, 0, 0 respektive 115 m³ per ha - och en ingående volym period 5 om 20 m³ per ha (Tabell 4.3).

Tabell 4.3 Beräkning av 2 skötselprogram för bestånd 1

Period	Åtgärd	Ålder (år)		Stående volym (m ³ /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. Med ett program med slutavverkning period 1 och period 4 får man ut 200, 0, 0, 195 m³ per ha under perioderna 1- 4 och ett ingående förråd period 5 om 40 m³ per ha, och med ett skötselprogram med slutavverkning period 2 är motsvarande siffror (0, 260,0,0, 195). Tabell 4.4. Beräkning av 2 skötselprogram för bestånd 8

Period	Åtgärd	Ålder (år)		Stående volym (m ³ /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. Notera också att det är möjligt att ange flera aktiviteter i samma program, t.ex. 2

slutavverkningar som i program 1 för bestånd 8, d.v.s. 1 slutavverkning period 1 följt av etablering och slutavverkning i period 4.

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 bli 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 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 avsnitt 3.4 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 i Figur 4.1 (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):

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. Kolumn 2 innehåller ingående volym period 5 och avverkningsvolymerna perioderna 1 till 4 för program 1, och kolumn 4 innehåller motsvarande uppgifter för program 2, båda programmen för bestånd 1. På motsvarande sätt är ingående volymer och avverkningar representerade i kolumnerna 7 och 9 för program 1 och 2 för bestånd 8.

Vi ska gå igenom modellens rader. Den första raden (Max) är objektfunktionen och den svarar mot den stående volymen vid ingången av period 5. Antag (helt godtyckligt) att lösningen anger att bestånd 1 ska tilldelas 10 ha av skötselprogram 1 och 20 ha av 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 . På motsvarande sätt kommer ett bidrag till objektfunktionen från övriga bestånd beroende på vilka program som tilldelas dem.

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 $X_{11} = 10$, $X_{12} = 20$, $X_{81} = 20$ och $X_{82} = 5$ för bestånd 1 och 8. Det innebär att man får ett bidrag från dessa skötselprogram på sammanlagt $5050 (115 * 10 + 0 * 20 +$

195*20 + 0*5). Kom också ihåg att valet av ett skötselprogram gäller det som händer över hela planeringshorisonten. T.ex. om 20 ha av program 1 tilldelas bestånd 8 så ger det samtidigt ett bidrag till objektfunktionen om 800 m^3 ($40*20$) och 4000 m^3 period 1 ($20*200$).

Ovan antog vi (helt godtyckligt) att lösningen för bestånd 1 skulle kunna innebära att man tilldelar bestånd 1 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 $1*10 + 1*20 = 30$. Varje program ska således knytas till den arealrestriktion som hör till det beståndet, och restriktionen ska motsvara storleken på det beståndet, t.ex. 30 ha för bestånd 1 och 25 ha för bestånd 8.

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 bestånd 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 ett ingående förråd om 20 m^3 per ha och avverkningsvolymerna om 0, 0, 21, och 94 m^3 , per ha i perioderna 1- 4. Dessa koefficienter för vi 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 (volymerna, kostnader etc.).

4.1.6 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.

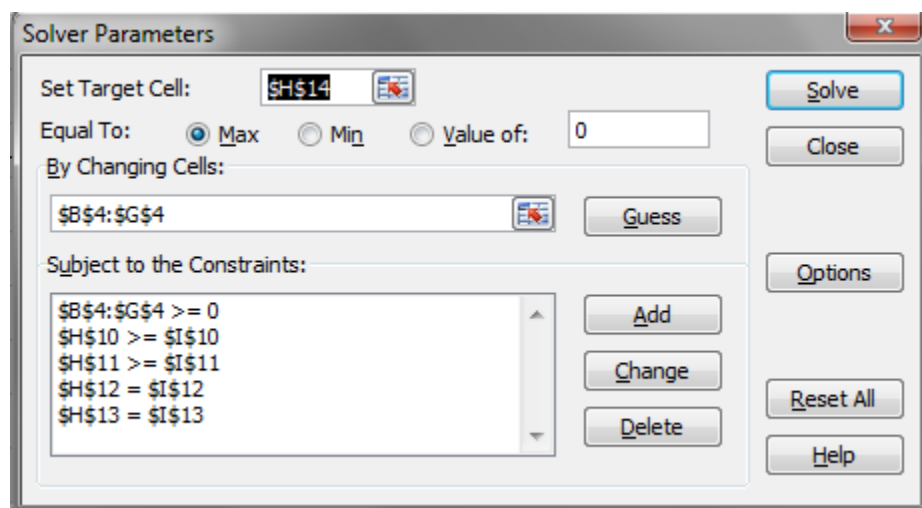
Om man vill lösa problemet i Excel är det första steget att bygga upp de beräkningar man behöver. Det enklaste är förmodligen att bygga upp beräkningarna som man skulle göra om man själv skulle ta fram en lösning manuellt, d.v.s. man tilldelar själv ha av skötselprogram till bestånden. För att kunna gå vidare med optimeringen krävs att man samlar summor i enskilda celler för att sedan kunna ställa krav på värdet i respektive cell, d.v.s. 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, d.v.s. 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 3:e 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 avverkningsvolym 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.

4.1.7 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), d.v.s. 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.

4.1.8 Skötselprogram – ha eller andel av behandlingsenhet

I de modeller som formulerats ovan har antalet hektar 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 hektar 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 av 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	

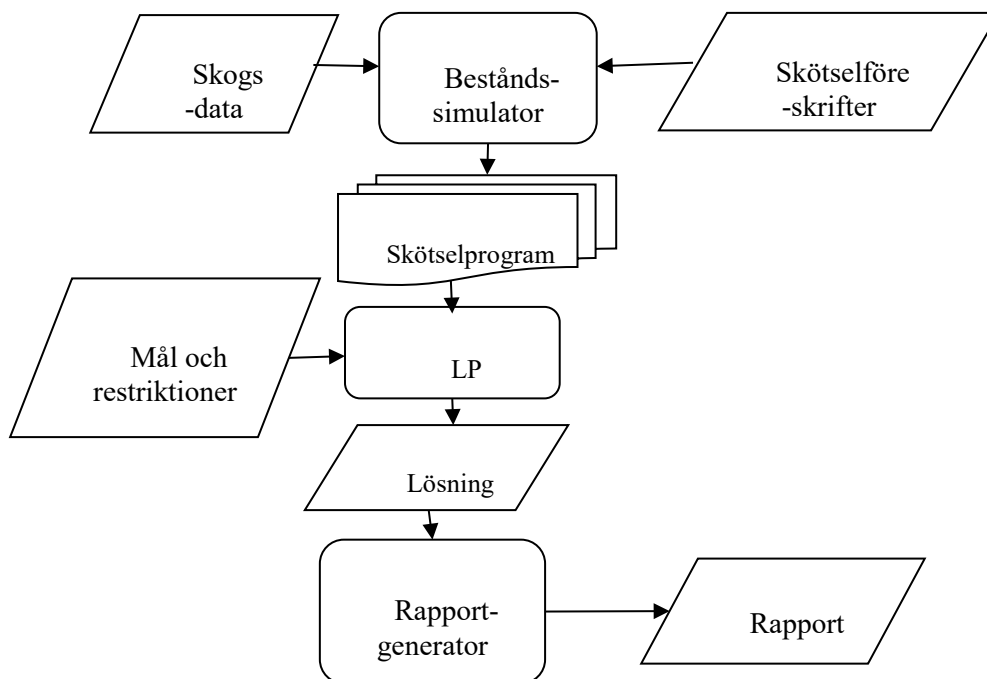
Figur 4.4. Uppställning av skötselproblemet med 2 bestånd med variabler som andelar av beståndet.

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 faktarutan Hela eller delade bestånd) samt avsnittet 3.4 om spatiala problem.) 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.

4.1.9 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 förs till lösaren i det format den kräver, problemet löses och en rapport skapas.

Självstudiefrågor

1. Vad gör en Modell I eller II så användbar för långsiktig planering av ett skogsinnehav? Fundera utifrån såväl det problem som ska lösas som de tekniska (systemmässiga) aspekterna.
2. Vad talar för att man bara ska tillåta ett behandlingsprogram för varje bestånd i lösningen? Och vad talar emot?
3. Vad skiljer en Modell I från en Modell II?
4. Vad är det för aspekter i ett planeringsproblem man kan ha svårt att få med i en Modell I eller II?
5. Bygger Heureka's PlanWise-applikation på Modell I, II eller är det någon annan metod som PlanWise bygger på?

Litteratur

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

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. 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 avsnitt 4.1 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:

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

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

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

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

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

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

Där:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{om vägen från stad } i \text{ till stad } j \text{ ingår i turen,} \\ & i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \text{ (n är alltså antalet städer),} \\ 0, & \text{annars.} \end{cases}$$

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

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

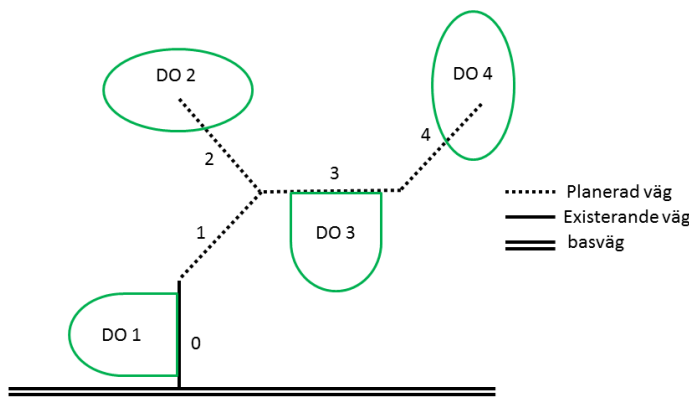
Målfunktionen (ekvation 1) uttrycker den totala sträckan som vi vill minimera. En väg får bara väljas en gång vilket regleras i ekvation 2. Ekvation 3 specificerar hjälpvariabeln. I ekvationerna 4 och 5 regleras att turen går till och från varje stad exakt en gång. Den sjätte ekvationen ser till att 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 avsnitt 3.4 Rumslig hänsyn i skoglig planering). 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 4.6. 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 vägavsnitt 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 vägavsnitt som drivningsområdet betjänas av och är en hjälpvariabel som har införts här endast för att lättare kunna beskriva modellen. Vägbyggnadskostnaden (diskonterad) för vägavsnitt 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 vägavsnitt 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 vägavsnitt 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 vägvagnsintervall 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 vägvagnsintervall 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 a_{tjl} . 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 andelen 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 svårt, utan där får man testa sig fram. Det finns av den anledningen heller ingen generell lösningsstrategi för alla heltalsproblem (jämfört med t.ex. simplexmetoden

för LP-problem), istället har det utvecklats flera olika specifika lösningsstrategier anpassade efter olika typer av heltalsproblem.

4.2.3.1 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 lösningsalternativ om man inser att de inte kan leda till en bättre lösning med olika typer av tester. Denna teknik kallas implicit uppräkningsmetoder. Den vanligaste klassen av lösningsmetoder som använder sig av implicit uppräkningsmetoder är trädsökningsmetoder.

4.2.3.2 Branch and bound

Branch and bound är en trädsökningsmetod som bygger på implicit uppräkningsmetoder 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 uppräkningsmetoder 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 4.6 utgör hela vårt problem. Vi förutsätter att vi har två tidsperioder ($T=2$) och att vägbyggnadskostnader och avverkningsvolym kan hämtas från tabell 4.5, och dessutom att täckningsbidragen vid drivning genomgående är 0, samt att minst 1800 m³ avverkas per period.

Tabell 4.5. Vägbyggnadskostnader och avverkningsvolym.

Väg respektive områdesnummer	Väggkostnad		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:

$$\begin{aligned} x_{122} &\leq y_{121} \\ x_{222} &\leq y_{121} + y_{221} \\ x_{133} &\leq y_{131} \end{aligned}$$

$$x_{233} \leq y_{131} + y_{231}$$

$$x_{144} \leq y_{143}$$

$$x_{244} \leq y_{143} + y_{243}$$

$$y_{121} \leq y_{110}$$

$$y_{221} \leq y_{110} + y_{210}$$

$$y_{131} \leq y_{110}$$

$$y_{231} \leq y_{110} + y_{210}$$

$$y_{143} \leq y_{131}$$

$$y_{243} \leq y_{131} + y_{231}$$

$$1000x_{110} + 1000x_{122} + 800x_{133} + 1000x_{144} \geq 1800$$

$$1000x_{210} + 1000x_{222} + 800x_{233} + 1000x_{244} \geq 1800$$

$$x_{110} + x_{210} = 1$$

$$x_{122} + x_{222} = 1$$

$$x_{133} + x_{233} = 1$$

$$x_{144} + x_{244} = 1$$

$$y = 0, 1$$

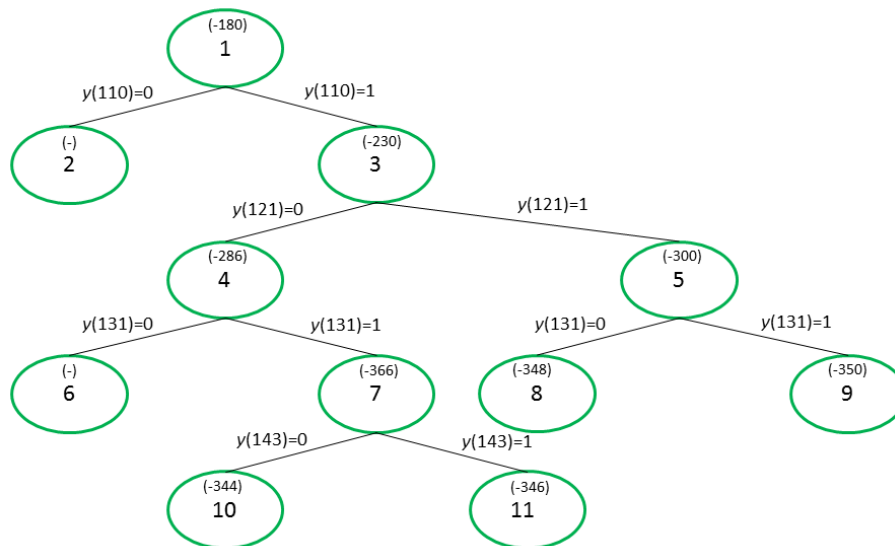
$$x \geq 0$$

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 4.6). 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 vägvägnitt 1 ska byggas i period 1 ($y_{110} = 1$) och den andra att det inte ska byggas då ($y_{110} = 0$) (se figur 4.7 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 4.6. 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 4.7: 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.

4.2.3.3 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 avsnitt 4.3.

Litteratur

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

4.3 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.

4.3.1 Vad är Heuristiska metoder?

Strikt definierat är en heuristisk metod (HM) egentligen ingen optimeringsmetod, även om man ibland slarvigt benämner det så, utan kan mer liknas vid en strukturerad sökprocess. 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 HM någon form av metod inbyggt som gör att chanserna till att hitta en bra lösning förbättras ju längre sökprocessen fortgår.

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. avsnittet 4.2 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.

4.3.2 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 minskas 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”.

4.3.3 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.

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

Litteratur

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

4.4 Flermålsanalys

Skötsel av ett landskap innebär att fatta beslut om hur landskapet ska skötas för att målen ska uppnås. En del beslut är kanske lätta men många beslut har ofta stor komplexitet och långtgående konsekvenser. Exempelvis finns det idag oftast många mål för skogslandskapet eftersom ett hållbart brukande av skogen kräver att inte enbart ekonomiska utan även ekologiska och sociala värden vägs in i de beslut som fattas om skogens skötsel. Flermålsanalys är en typmetod som kan stödja sådana beslut.

Skogslandskapet kan skötas på många olika sätt vilket ger upphov till en enorm mängd handlingsalternativ. Det är dessutom få situationer där du ensam har den kunskap som krävs. Därför bör andra intressenter, experter eller andra beslutsfattare kopplas in i planeringsprocessen och hänsyn måste tas till deras värderingar och åsikter.

Samtidigt som det ofta är komplexa beslut när det handlar om landskapets skötsel så är dessutom ingen situation den andra lik. De likheter som finns mellan olika beslutssituationer handlar om hur du fattar beslut. Det är därför möjligt att lära sig ett metodiskt arbetsgångssätt som kan användas för att hitta lämpliga kompromisser i många olika sammanhang. Kännetecknade för ett sådant arbetssätt är att det:

- inriktar sig på det viktigaste
- kan beskriva konsekvenserna för olika mål och alternativ
- tillåter kompromisser mellan olika mål
- kan hantera situationer där flera intressenter ingår i planeringsprocessen.

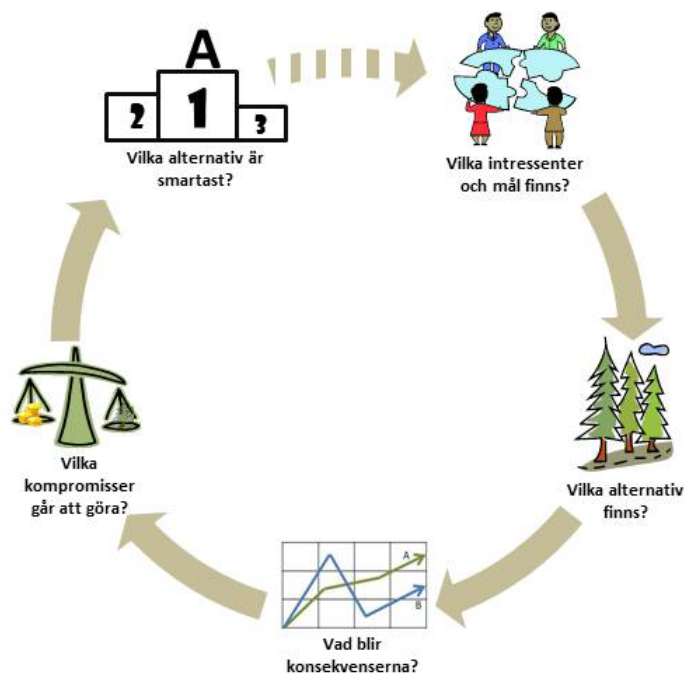
4.4.1 Fatta beslut i situationer med flera mål

I en situation där man vill identifiera den bästa planen eller skötselalternativet för ett skogslandskap är ofta första steget att skaffa sig ett faktaunderlag genom att beskriva konsekvenserna för alternativa sätt att sköta skogslandskapet i framtiden. Detta kan göras genom att generera ett antal skogliga scenarier med hjälp av t.ex. Heureka-systemets PlanVis-applikation. För mer komplicerade beslutssituationer, t.ex. för en kommun som vill utvärdera effekten av att applicera kontinuitetsskogsbruk på sitt skogsinnehav, räcker det dock sällan med enbart fakta. I ett sådant fall utgörs fakta av en beskrivning av skogens utveckling över tid och utfallet i termer av en rad ekosystemtjänster för olika skogliga scenarier med olika grad av kontinuitetsskogsbruk. Beslutsfattaren måste dessutom fundera över sina egna och intressenternas värderingar eftersom det är sällan som ett enda scenario är bäst utifrån alla intressenters mål. Vilket skogligt scenario eller alternativ som är bäst beror därför på hur man värderar olika mål kopplade till ekonomiska, ekologiska och sociala värden. Detta innebär att avvägningar måste göras mellan olika mål genom att målen ges olika mycket betydelse. Att göra dessa avvägningar på ett bra sätt är en av de viktigaste och ibland svåraste utmaningarna med att fatta beslut. Om bara ett mål finns är valet enkelt men de flesta verkliga planeringssituationer ser inte ut så. Ju fler mål

som finns, desto fler kompromisser måste göras och det blir än viktigare att ta stöd i planeringshjälpmedel som bygger på beprövade metoder för att fatta tillfredsställande och hållbara beslut.

4.4.2 Flermålsanalys som process

Flermålsanalys (Multiple Criteria Decision Analysis, MCDA, på engelska) är ett samlingsnamn för olika ansatser och tekniker som kan användas i planeringsproblem där flera olika mål är viktiga men står i konflikt med varandra. När det finns flera olika mål kan (oftast) inte alla uppfyllas samtidigt. För att förbättra utfallet för ett mål måste man därför göra avkall på ett annat mål. Flermålsanalys kan då användas för att göra avvägningar mellan de olika målen och det är beslutsfattarens preferenser som styr avvägningen. Utgångspunkten för flermålsanalys är en uppsättning mål som beskriver vad som är viktigt för det aktuella problemet. Många metoder för flermålsanalys utgår också från att man vill välja mellan ett antal fördefinierade alternativ, medan vissa metoder är mer inriktade på att skapa alternativ. I detta avsnitt finns endast exempel på den förstnämnda typen. Syftet med detta avsnitt är att presentera en planeringsmodell eller process bestående av fem steg, se figur 4.8.



Figur 4.8. Illustration av flermålsanalys som en process i fem steg.

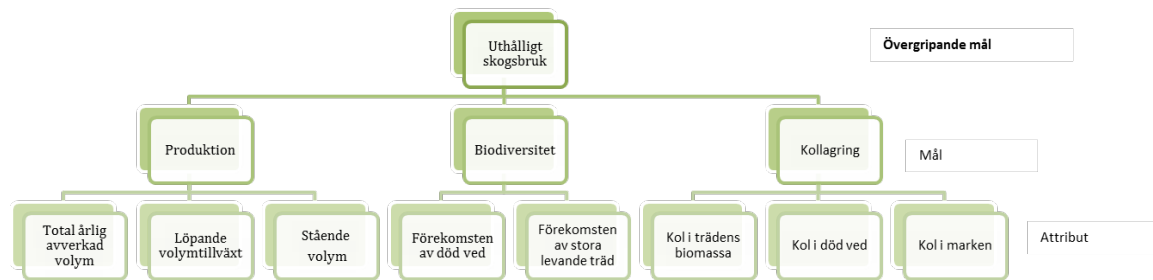
I processen utgår man både från ekosystemets produktionspotential (data som i någon mån kan ses som objektiva fakta) och från beslutsfattares och/eller intressenters preferenser (data som i någon mån kan ses som subjektiva värderingar). Med flermålsanalys kan man på ett metodiskt sätt rangordna och utvärdera planer, skötsel förslag eller scenarier för skogslandskapet genererade med t.ex. Heureka

PlanVis. Flermålsanalys kan användas för att göra avvägningar mellan olika mål och det är beslutsfattarens och övriga intressenters värderingar som styr avvägningarna. Olika mål kan jämföras trots att de inte mäts med samma skala. Exempelvis kan avvägningar göras mellan mål som ”inkomst från försäljning av virke” och ”areal gammal skog”, utan att värdet av ”areal gammal skog” behöver räknas om till kronor och ören.

Utöver att användas av en enskild beslutsfattare kan flermålsanalys även användas i olika typer av samverkanssituationer där flera intressenter är inblandade. De inblandade parterna kan då ges möjlighet att diskutera resultaten av processen vilket kan leda till ökad förståelse för andra parter intressen och bättre framtida samarbete. Den grundliga genomgång av situationen som genomförs med hjälp av den föreslagna modellen ökar kunskapen om problemet vilket i sin tur kan leda till bättre slutlösningar. Man ska dock komma ihåg att den föreslagna modellen endast är ett beslutsstöd. Det betyder att syftet inte främst är att ta fram ”den absoluta sanningen”, utan snarare att förstå situationen bättre. Genom att genomföra en process baserad på denna modell lär man sig mer om möjligheter och begränsningar hos olika alternativ och om avvägningar mellan olika mål. På så sätt skapas också möjligheter att fatta välgrundade beslut som i största möjliga utsträckning uppfyller de mål som finns med skogsbruket.

4.4.2.1 Steg 1. Vilka mål och intressenter finns? – Avgränsning av beslutsproblemet

Syftet med detta steg är att identifiera alla relevanta mål och förhållandet mellan dessa eftersom målen är det som leder till att man hittar de bästa alternativen. Om modellen används i en samverkanssituation är det dessutom i detta steg viktigt att alla intressenter identifieras. En intressent är någon som påverkas av eller som kan påverka ett beslut, d.v.s. någon som bör vara inkluderad i beslutsprocessen och vars preferenser bör beaktas. Ett mål är ett uttryck för något som berörda intressenter vill uppnå. Mål har oftast en riktning där de antingen uttrycks som ”mer är bättre” eller ”mindre är bättre”. Men det kan även röra sig om att man vill uppnå en viss mängd, t.ex. att man vill att det ska finnas 20 % järphabitat i landskapet men det blir inte bättre för att det är mer än 20 %. Identifierade mål ordnas in i en målhierarki, d.v.s. en trädstruktur som beskriver hur målen förhåller sig till varandra. Högst upp finner vi det övergripande målet som definieras av underliggande mål. Målen på den lägsta nivån i slutet av varje gren kallas i denna modell för attribut och används för att mäta hur väl olika alternativ uppfyller ett visst mål (se figur 4.9).



Figur 4.9. Exempel på en målhierarki. Denna hierarki består av tre nivåer, men eftersom målhierarkin måste anpassas efter den specifika situationen så kan hierarkin bestå av både fler eller färre nivåer och/eller förgreningar.

Identifiering av mål och intressenter bör noga övervägas då det kommer att påverka slutresultatet. Målen bildar själva grunden för rangordningen av alternativen. Om viktiga delar saknas i bilden man skapar av situationen kan processen inriktas åt fel håll och lösningen man kommer fram till blir inte tillfredsställande. Uppställningen av mål och attribut som man tar fram bör ge en rättvisande bild av situationen i bemärkelsen att alla grundläggande mål finns med. Saknas något väsentligt löper man dels risken att någon intressent kan uppleva sig att inte vara lyssnad till och av den anledningen misstro processen, dels kan man missa väsentliga aspekter när man tar fram planalternativ (se nästa steg). Av nödvändighet måste dock bilden av situationen förenklas i förhållande till verkligheten för att inte bli ohanterlig. Det innebär att antalet mål bör vara så litet som möjligt, under förutsättning att de viktiga målen finns med. Målen bör också vara möjliga att utvärdera med det data man har tillgång till.

4.4.2.2 Steg 2. Vilka alternativ finns?

Alternativen utgör de valmöjligheter du har. Det är alternativen som gör att du har ett beslutsproblem. Om det inte finns flera alternativ skulle du inte stå inför ett beslut. Syftet med detta steg är därför att identifiera eller skapa ett antal relevanta alternativ. Ett *alternativ* är här det man vill utvärdera mot de olika målen. Det kan i vissa situationer röra sig om olika skötselsystem, t.ex. blädning eller trakthyggesbruk, eller om olika skötselalternativ i form av t.ex. gallring och slutavverkning för ett bestånd eller om olika skötselplaner för ett landskap. I vissa situationer är redan ett antal alternativa lösningar givna och man kan direkt gå in för att utvärdera vilket alternativ som är den bästa lösningen under de förutsättningar som finns. I många situationer ingår dock utveckling av olika alternativ med t.ex. PlanVis som ett steg i processen. Insikter från föregående steg, när man definierat och strukturerat mål och attribut, ger goda förutsättningar för att utveckla bra alternativ. Vad som utgör ett alternativ beror på situationen och alternativen kan vara mer eller mindre komplexa beroende på vad beslutet handlar om. Man bör i första hand ha med alternativ som är realistiska i bemärkelsen att de är genomförbara, även om det i vissa situationer kan vara av intresse att ha med extremalternativ som i princip endast tillfredsställer ett mål på bekostnad av de andra. Vidare bör alternativen täcka in ett stort spektrum i sin variation så att de ger olika utfall för de attribut som ingår i utvärderingen.

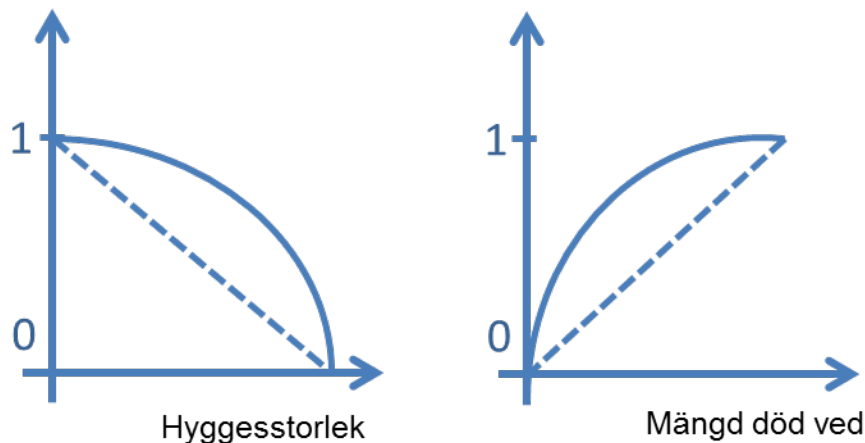
Generellt sett kan många alternativ göra processen mycket krävande och erfarenheter från studier rörande skoglig planering har visat att tre till fem alternativ är ett lämpligt antal att utgå från om intressenterna även ska utvärdera alternativen utifrån varje attribut, se steg 3. Det är då viktigt att alternativen väljs med eftertanke eftersom lösningen är begränsad till de givna alternativen. Nackdelen med få planer är dessutom att det är svårt för beslutsfattaren och andra intressenter att få en bra uppfattning om vad skogen egentligen kan producera i form av t.ex. olika ekosystemtjänster. Dessutom kan det vara så att ingen av planerna egentligen inte speglar de inblandades preferenser. Det är därför ofta lämpligt att man tillämpar modellen iterativt så att man kan gå tillbaka och ta fram och utvärdera nya alternativ vid behov.

4.4.2.3 Steg 3. Vad blir konsekvenserna? – Lokal utvärdering av alternativen

När du har dina alternativ och dina mål och alternativ behöver du ta reda vad konsekvenserna blir för varje attribut av att t.ex. sköta landskapet på ett visst sätt. Ibland är alternativen endast bra för ett eller ett fåtal mål medan andra gånger tilltalar alternativen samtliga mål på ett bättre sätt.

Syftet med detta steg är därför att utvärdera konsekvenserna av alternativen med avseende på hur väl det uppfyller varje enskilt attribut, t.ex. ”Den totala årliga avverkningen”. Denna utvärdering kallas ofta lokal eftersom attributen behandlas ett i taget. I ett senare skede ska en total rangordning göras av alla. För alla alternativ måste därför varje attribut tilldelas ett värde mellan 0 och 1, se figur 4.10.

Tilldelning av ett normaliserat värde mellan 0 och 1 kan göras med en mängd olika metoder, med eller utan inblandning av intressenter och experter. I många sammanhang kan det vara lämpligt att intressenterna endast tittar på konsekvenserna för varje attribut och alternativ och i stället använda sig av experter för att göra tilldelningen av ett värde mellan 0 och 1 och/eller att använda sig av automatiserade metoder. Med sådana metoder frikopplas intressenterna från den i många fall tidsödande värderingen av utfallet för respektive alternativ. Därmed öppnas möjligheten att arbeta med ett större antal planer och man kan utnyttja hela Heureka systemets effektivitet vad gäller att skapa alternativa planer. Detta leder även till att ett ökat fokus kan läggas på avvägningar av mål och intressen. Tidigare studier visar att hantering av motstående intressen hos olika intressenter kan underlättas av att klargöra hur viktiga olika mål är. En sådan ansats fokuserar först på viktningar av mål och sedan på alternativ som kan uppfylla dessa mål. Genom att ändra diskussionsfokus från alternativen till mer grundläggande värderingar och avvägningar mellan mål förenklar och förtydligar man beslutsprocessen i och med att de bakomliggande värderingar som leder till val av alternativ blir tydliga.



Figur 4.10. Genom att sätta t.ex. mängd död ved eller genomsnittlig hyggesstorlek på den ena axeln och den bedömda nyttan på den andra axeln, fås ett uttryck för nytta mellan 0 och 1. De streckade linjerna visar på situationer där varje enhet är lika mycket värt (konstant marginalnytta). De heldragna linjerna visar på situationer med avtagande marginalnytta.

Olika metoder kan användas för att utvärdera alternativen. Dessa metoder kan användas både i sammanhang när man låter intressenterna göra utvärderingen eller när man låter en expert göra utvärderingen. Man kan men behöver inte använda samma metod i steg 3 som i steg 4. Nedan beskrivs tre olika metoder (som finns implementerade i Heureka PlanEval).

Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART): En metod baseras på att man tilldelar poäng, SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique på engelska). Med SMART ges för varje attribut 100 poäng till det alternativ som beslutsfattaren/intressenten anser uppfyller attributet bäst och därefter ges proportionellt mindre poäng till de andra alternativen. Om t.ex. intressenten tycker att den totala årliga avverkningen ska vara hög ger han/hon alternativet med högst årlig avverkning 100 poäng. Därefter ges de andra alternativen lägre poäng för attributet ”totala årliga avverkningen”. Samma poäng kan ges till flera alternativ för det aktuella attributet, om alla alternativ anses lika bra. Proceduren upprepas tills alla attribut har blivit utvärderade, d.v.s. exemplet i figur 4.9 skulle innebära att det är 8 attribut som ska utvärderas. Poängen översätts därefter till normaliserade värden mellan 0 och 1.

Analytic Hierarchy Process (AHP): AHP bygger på parvisa jämförelser vilket innebär att två alternativ jämförs åt gången för varje attribut. Först bestämmer man vilket av de två alternativen som är bättre. Därefter bestämmer man med hjälp av den så kallade Saaty-skalan (se tabell 1) hur mycket bättre alternativet är för det attributet. De parvisa jämförelserna upprepas tills alla alternativ för ett attribut har jämförts med varandra. Om det t.ex. finns tre alternativ: A, B och C som ska utvärderas för målhierarkin i figur 4.9 så skulle det innebära att för varje attribut så är det tre jämförelser som ska göras. T.ex. för attribut ”total årlig avverkad volym” så ska alternativ A jämföras med alternativ B, alternativ A ska jämföras med alternativ C och

alternativ B ska jämföras med alternativ C, totalt 3 jämförelser för varje attribut i målhierarkin enligt figur 4.9. Därefter fortsätter man med nästa attribut. När alla alternativ är jämförda räknas värdena på Saaty-skalan om till normaliserade värden mellan 0 och 1.

Tabell 4.7. Definitionen av preferensen för ett alternativ jämfört med ett annat översatt till ett nummer mellan 1 och 9 enligt Saaty-skalan

Preferens i nummerform	Definition av preferenser i ord
1	Båda alternativen är lika bra
3	Ett alternativ är något bättre än det andra
5	Ett alternativ är bättre än det andra
7	Ett alternativ är mycket bättre än det andra
9	Ett alternativ är överlägset bättre det andra

Att utvärdera alternativ och ge dem poäng kan ibland vara förvirrande och svårt. Med AHP förenklas utvärderingen genom att intressenterna endast fokuserar på två alternativ i taget och därmed blir processen mer intuitiv. Finns det många alternativ blir dock antalet jämförelser snabbt väldigt många.

Ett vanligt problem i samband med parvisa jämförelser är att det är svårt för beslutsfattaren/intressenten att vara konsekvent i sina bedömningar. Om intressenten t.ex. har sagt att A är bättre än B och att B är bättre än C så måste intressenten alltså säga att A är mycket bättre än C för att vara konsekvent. Om intressenten i detta fall skulle säga att C är bättre än A skulle det vara ett tecken på att beslutsfattaren/intressenten är mycket inkonsekvent. Det indikerar ett allvarligt problem i förståelsen av metoden eller osäkerhet i de givna preferenserna. För det mesta är dock inte inkonsekvenser i utvärderingen så allvarliga, utan det rör sig oftare om små inkonsekvenser. Problemet med inkonsekvens ökar med antalet jämförelser. Den totala inkonsekvensen av jämförelserna kan beräknas. Så länge inkonsekvensen är mindre än 10 % anses den vara acceptabel¹¹. Om den är högre kan det i vissa fall vara nödvändigt att upprepa jämförelserna. Det är också viktigt att beslutsfattaren/intressenterna får stöd och möjlighet att ställa frågor under jämförelsen eftersom t.ex. skalan (tabell 4.7) i sig kan vara svår att tolka och verka vilseledande.

Värdefunktioner: Ytterligare en metod som kan användas för att göra en utvärdering av alternativen och en omvandling till 0 och 1 för varje attribut är värdefunktioner. Syftet med värdefunktionen är att beskriva betydelsen (i många sammanhang kallad nytta) av olika utfall för ett attribut. Värdefunktionen tilldelar ett värde mellan 0 och 1 som en kontinuerlig funktion av värdet för ett attribut (se figur 4.10). En värdefunktion, precis som andra metoder, t.ex. SMART och AHP, stöder endast en

¹¹ Vi går här inte igenom den matematiska beskrivningen av hur inkonsekvens beräknas utan hänvisar istället till: Saaty, T.L. 1987. "The Analytic Hierarchy Process – what it is and how it is used." *Mathematical Modelling* 9(3): 161-176.

relativ utvärdering. Den kan bara indikera om ett alternativ är bättre eller sämre än ett annat i relativa termer men inte om alternativet är bra eller dåligt i absoluta termer. Påpekas bör att värdefunktioner bara går att använda i de fall då utfallet för ett attribut för ett alternativ kan beskrivas med en siffra t.ex. ett medelvärde. Det funkar inte när man jobbar med diagram som enbart en beskrivande bild, eller andra bilder. Att använda sig av värdefunktioner är ett sätt att frikoppla intressenterna från värderingen av alternativen utifrån varje attribut. I sådana fall låter man experter ta fram värdefunktioner för attributen som sedan används för att tilldela alla alternativ ett värde mellan 0 och 1 för de olika attributen.

Före man skapar värdefunktionen så måste man bestämma inom vilket intervall man ska skapa funktionen. T.ex. om man ska skapa en värdefunktion för attributet ”Total årlig avverkning” så måste man bestämma den sämsta möjliga nivån respektive den bästa möjliga nivån. Intervallets ändpunkter kan bestämmas av:

- tillgängliga alternativs sämsta respektive högsta värde
- det intervall som beslutsfattaren kan tänka sig
- möjliga alternativ, d.v.s. även alternativ som inte är inkluderat i processen, t.ex. sämsta respektive högsta värde
- de teoretiska möjliga alternativens sämsta respektive högsta värde.

Vid val av intervallet bör man tänka på att valet av intervallet bör göra någon skillnad för ranking av alternativen. En fördel med ett stort intervall är att värdefunktionen kan användas även för nya alternativ även om dessa ligger utanför den ursprungliga uppsättningen. Å andra sidan kan ett stort intervall göra att alla alternativ hamnar i mitten vilket försvårar en jämförelse av alternativen. När intervallets ändpunkter väl är satta finns en rad metoder för att bestämma värdefunktionens form. Med vissa programvaror kan värdefunktionens utseende bedömas grafiskt genom att användaren kan bestämma funktionens form och nivå med eller utan hjälp av utfallet för tillgängliga alternativ.

4.4.2.4 Steg 4. Vilka kompromisser går att göra? - Viktning av mål och attribut

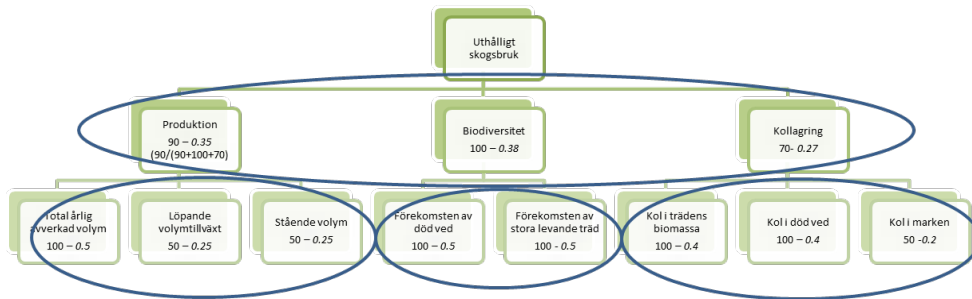
Ju fler mål som finns, desto fler kompromisser måste göras och det blir än viktigare att ta stöd i beprövade metoder.

Syftet med detta steg är därför att ta fram vikter för mål och attributen baserat på beslutsfattarens och eller intressenternas preferenser. *Preferenser* kan här sägas stå för subjektiva bedömningar vad en beslutsfattare/intressent föredrar medan *vikter* är det värde mellan t.ex. 0 och 1 som indikerar hur betydelsefullt ett mål eller attribut är i förhållande till andra mål och attribut. Vikterna kommer sedan att användas i steg 5 för att rangordna alternativen.

Det finns en mängd mer eller mindre komplicerade metoder för att ta fram vikter. Fördelen med de enkla metoderna är att de är lättare för beslutsfattare/intressenter att förstå sig på och därmed är risken för missvisande svar mindre. Däremot kan de enklaste metoderna betyda att man går miste om användbar information om

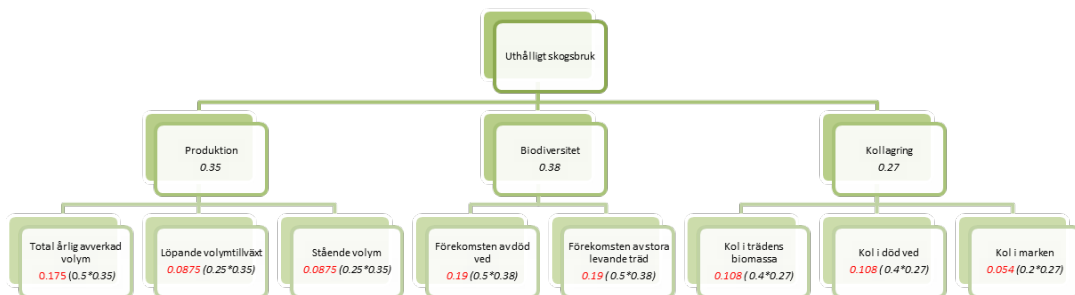
intressenternas preferenser som mer avancerade metoder kan ge. SMART och AHP som beskrivs i steg 3 kan också användas i steg 4. Värdefunktioner används däremot bara för att utvärdera alternativ och måste kombineras med en annan metod, t.ex. SMART eller AHP, för att vikta mål och attribut.

Med SMART delas poäng ut till mål och attribut där varje nivå och gren av hierarkin övervägs i tur och ordning på liknande sätt som beskrivits för steg 3, se figur 4.11. Beslutsfattaren/intressenten ger först 100 poäng till det viktigaste målet för varje förgrening på en nivå, och därefter proportionellt mindre poäng till övriga mål inom samma förgrening och nivå. Samma poäng kan ges till flera mål. Om alla mål är lika viktiga på en förgrening ges de ett värde på 100 poäng var. Proceduren upprepas tills alla mål har blivit tilldelade poäng. Poängen översätts därefter till vikter mellan 0 och 1. Vikterna definieras för varje hierarkisk nivå separat, d.v.s. summan av vikterna på en gren och nivå är 1. För att få de slutgiltiga vikterna för attributen multipliceras därefter vikterna på de olika nivåerna ihop, se figur 4.12.



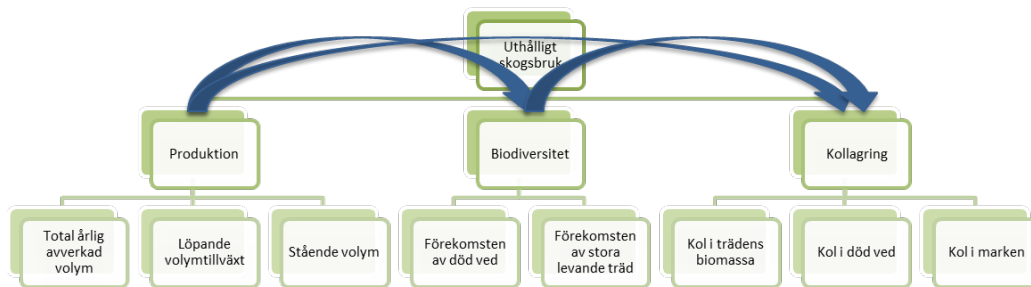
Figur 4.11. Illustration av hur viktningssprocessen går till med SMART.

Det viktigaste målet för varje förgrening på en nivå tilldelas 100 poäng och därefter proportionellt mindre poäng till övriga mål inom samma förgrening och nivå (se inringade partier). Samma poäng kan ges till flera mål. Viktningssprocessen upprepas för varje nivå och gren i målhierarkin, i detta fall 4 gånger. Därefter normaliseras poängen och omvandlas till en vikt mellan 0 och 1 inom varje gren och nivå.



Figur 4.12. För att få den slutgiltiga totala vikten på attributen (markerat med rött i bilden) multipliceras vikterna på de olika nivåerna samman; t.ex. den totala vikten för attributet. Total årlig avverkad volym beräknas genom $0,35 \cdot 0,5 = 0,175$.

Med AHP görs parvisa jämförelser av mål och attribut i detta steg. På liknande sätt som i steg 3 bestämmer man vilket av de två målen som är viktigare och använder sedan Saaty-skalan (se tabell 4.7) för att ange hur mycket viktigare målet är. När alla mål och attribut är jämförda räknas värdena på Saaty-skalan om till normaliserade värden mellan 0 och 1. Dessa parvisa jämförelser upprepas tills alla mål på samma nivå och inom samma gren av hierarkin har jämförts med varandra (totalt tio jämförelser i målhierarkin enligt figur 4.13). I exemplet i figuren börjar man med att jämföra hur viktigt *Produktion* är jämfört med *Biodiversitet*.



Figur 4.13. Parvisa jämförelser med AHP. Alla mål på samma gren och nivå i hierarkin jämförs parvis med varandra, vilket i detta exempel motsvarar 10 jämförelser totalt.

4.4.2.5 Steg 5. Vilket alternativ är smartast? - Global rangordning av alternativen

När man har definierat mål, man vet alternativen, har undersökt konsekvenserna och gjort kompromisser kan man lägga samman all information till en övergripande rangordning av alternativen som visar vilket alternativ som är smartast med hänsyn till inblandades värderingar. Rangordningen kallas ofta global eftersom det är en övergripande rangordning av alternativen som tar hänsyn till alla mål, d.v.s. rangordningen baserar sig både på vikterna från steg 3 och den lokala utvärderingen av alternativen från steg 4.

Den totala rangordningen av alternativen i PlanEval sker automatiskt och beräknas med en additiv funktion:

$$V(x) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(x), \quad i = 1, \dots, n;$$

där n är antalet attribut, w_i är den slutgiltiga vikten för attribut i (från steg 4), och $v_i(x)$ är den normaliserade betydelsen alternativ x har med avseende på attribut i (från steg 3). För ett exempel se faktarutan *Exempel på beräkning av en slutlig rangordning*.

Om det bara finns en enda beslutsfattare krävs det inte något ytterligare indata. Däremot, om det är flera intressenter inblandade i processen, måste deras slutgiltiga rangordning av alternativen läggas samman. Ofta sker detta genom att beräkna det aritmetiska medelvärdet av de individuella rangordningarna, men man kan även använda ett viktat medelvärde vilket innebär att de berörda parterna kommer att ha olika påverkan på den slutgiltiga rangordningen.

Resultatet från steg 5 är en övergripande rangordning av alternativen som visar vilket alternativ som är lämpligast med hänsyn till beslutsfattarens/intressentens preferenser. För att analysera slutresultatet ytterligare och skapa en djupare förståelse för avvägningarna är det lämpligt att göra en känslighetsanalys där vikterna för målen och alternativen med avseende på attributen systematiskt ändras för att se hur det påverkar den globala rangordningen av alternativ. Kanske upptäcker man att viktiga mål eller alternativ saknas och processen behöver göras om på nytt.

Fakta: Exempel på beräkning av en slutlig rangordning

Låt oss säga att det finns tre alternativ för planeringsproblemet illustrerat i figur 4.9, Alternativ A, Alternativ B och Alternativ C och åtta attribut, d.v.s. $n=8$.

Först görs en utvärdering med SMART av alternativen för alla åtta attribut med hjälp av SMART:

Alternativ	Total årlig avverkad volym	Löpande volymtillväxt	Stående volym	Förekomst av död ved	Förekomst av stora levande träd	Kol i trädens biomassa	Kol i död ved	Kol i marken
A	100	30	100	30	25	100	100	100
B	50	70	25	100	100	100	80	80
C	50	100	25	70	25	100	80	80

Därefter omvandlas poängen till normaliserade värden mellan 0 och 1, (d.v.s. v_i beräknas), genom att för varje attribut och alternativ dela den givna poängen med totala summan poäng för det attributet. T.ex. för attributet "Total årlig avverkad volym" blir det normaliserade värdet $0,5$ eftersom $100/(100+50+50) = 0,5$:

Alternativ	Total årlig avverkad volym	Löpande volymtillväxt	Stående volym	Förekomst av död ved	Förekomst av stora levande träd	Kol i trädens biomassa	Kol i död ved	Kol i marken
A	0,50	0,15	0,67	0,15	0,17	0,33	0,38	0,38
B	0,25	0,35	0,17	0,50	0,67	0,33	0,31	0,31
C	0,25	0,50	0,17	0,35	0,17	0,33	0,31	0,31

Därefter ges poäng till alla mål med SMART, se figur 4.11. Poängen omvandlas till normaliserade vikter enligt figur 4.11 och 4.12:

	Total årlig avverkad volym	Löpande volymtillväxt	Stående volym	Förekomst av död ved	Förekomst av stora levande träd	Kol i trädens biomassa	Kol i död ved	Kol i marken
w_i	0,175	0,0875	0,0875	0,19	0,19	0,108	0,108	0,054

Därefter kan det totala rankingvärdet av varje alternativ beräknas genom först att multiplicera vikten för attribut i , w_i med v_i , d.v.s. alternativets normaliserade värde för det attributet, t.ex. för alternativ A och attribut total årlig avverkad volym blir det $0,5 \cdot 0,175 = 0,09$. Slutligen summeras detta för varje alternativ över alla attribut och det totala rankingvärdet kan räknas ut för varje alternativ, t.ex. $0,09 + 0,01 + 0,06 + 0,03 + 0,03 + 0,04 + 0,04 + 0,02 = 0,32$:

Alternativ	Total årlig avverkad volym	Löpande volymtillväxt	Stående volym	Förekomst av död ved	Förekomst av stora levande träd	Kol i trädens biomassa	Kol i död ved	Kol i marken	Total ranking, $v(x)$
A	0,09	0,01	0,06	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,32
B	0,04	0,03	0,01	0,10	0,13	0,04	0,03	0,02	0,40
C	0,04	0,04	0,01	0,07	0,03	0,04	0,03	0,02	0,29

Litteratur

- Hammond, J.S., R.L. Keeney, and H. Raiffa, Howard. 1999. Fatta smarta beslut: en praktisk guide till bättre beslutsfattande. Malmö: Richter. (Översatt från engelska.)
- Nordström, E.-M., and K. Öhman. 2010. "Mångbruksplan för Lyckseles tätortsnära skog: en tillämpning av deltagande planering och flermålsanalys." In Arbetsrapport 267. Umeå: Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU.
- Saaty, T.L. 1987. "The Analytic Hierarchy Process – what it is and how it is used." *Mathematical Modelling* 9(3): 161-176.
- Öhman, K., H. Holmström, and E.-M. Nordström. 2013. "Utvärdering av kontinuitetsskogsbruk för Linköpings kommunskogar." in Arbetsrapport 385. Umeå: Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU.

5 Beslutsstödsystem

Beslutsstödjande system är datorbaserade system som har ett antal komponenter för kommunikation mellan användaren och systemet, för att lagra kunskap och för att 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. Heureka-systemet består av ett antal programvaror avsedda för olika användare och problemområden; tre programvaror som hanterar skogens dynamik (BeståndsVis, PlanVis och RegVis) samt en programvara för flermålsanalys (PlanEval).

5.1 Beslutsstödsystem i allmänhet

5.1.1 Vad är ett beslutsstödsystem?

Det finns i dag en rad olika definitioner på vad ett beslutsstödsystem är (förkortas hädanefter för DSS från engelskans "Decision Support System"). Termen tillhör kanske en av de mer oklara termerna inom planeringsämnet. 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. För att undvika detta kommer vi i denna rapport ge begreppet en snävare definition.

Ett exempel på en definition av ett DSS är att det är "*datorbaserade system som hjälper beslutsfattare att analysera och lösa svårstrukturerade beslutsproblem genom att integrera databashanteringssystem med analytiska metoder, grafiska och tabellrapporteringsmöjligheter och expertkunskap hos forskare, beslutsfattare och eller andra intressenter*" (Vacik et al 2015). Ett annat exempel på en definition är att det är "*datorbaserade system som hjälper beslutsfattare att hantera svårstrukturerade problem genom direkt interaktion med data och analysmodeller*" (Watson and Sprague 1993). Gemensamt för många av de mer omfattande definitionerna är att det är system som (1) är datorbaserade, (2) presenterar resultat effektivt och lättillgängligt, (3) baseras på analytiska metoder och modeller, (4) ska stödja beslutsfattande, (5) avsedda för svårstrukturerade eller semistrukturerade problem. Ett svårstrukturerat problem är ett problem som inte har ett givet specifikt svar. För att lösa dessa problem krävs analytiskt tänkande och förmåga att konstruera ett övertygande argument för en viss lösning i motsats till alla andra möjliga lösningar. Svårstrukturerade problem: är komplexa, svårdefinierade, har många möjliga lösningar och det finns inte en optimal lösning. Svårstrukturerade problems motsats är välstrukturerade problem. Dessa problem kan lösas med en algoritm av något slag och du får då alltid samma lösning. Ett tydligt exempel på ett välstrukturerat problem är vad är $2+2$? Halvstrukturerade problem utgör en gråzon mellan svårstrukturerade problem välstrukturerade problem där delar av problemet ej kan formuleras så att en viss algoritm kan användas för att lösa problemet.

Många menar också att det finns en naturlig koppling mellan ett DSS och de olika faserna i den traditionella modellen för beslutsfattande bestående av tre faser, Intelligence - Design - Choice¹² (Gorry och Scott Morton 1989). Ett DSS ger dock endast ett begränsat stöd för problemstrukturering i intelligence-fasen, här finns det bättre metoder. Däremot är ett DSS väl lämpat åt att ta fram alternativ och utvärdera deras konsekvenser som grund för beslut genom de data och de modeller som DSS innehåller. Ett DSS är därför främst ägnat att stödja beslutsfattande i faserna design och choice. Det verkar också som om DSS-konceptet har komparativa fördelar över andra koncept, t.ex. expertsystem, när det gäller semi- och svårstrukturerade problem. Om problemet är av strategisk, taktisk eller operativ art verkar däremot inte ha någon avgörande betydelse.

5.1.2 Ett DSS olika delar

Ett DSS kan vanligen ses som ett modellbaserat mjukvarusystem som innehåller fyrakomponenter dvs det finns en viss arkitektur som är gemensamt för alla DSS, se figur 5.1 (Holsapple 2008). Viktigt att komma ihåg är dock att arkitekturen inte definierar vad ett DSS är; snarare fungerar det som en ontologi som ger ett gemensamt språk för design och användning av olika DSS. De fyra komponenterna är¹³:

- (i) ett instruktionssystem (language system; LS),
- (ii) ett presentationssystem (presentation system; PS),
- (iii) ett kunskapssystem (knowledge system; KS)
- (iv) ett bearbetningssystem (problem processing system; PPS)

De tre första komponenterna är representativa system. Med detta menas att dessa tre kan i sig själva inte göra något, varken individuellt eller tillsammans. De är så att säga livlösa. De representerar helt enkelt kunskap, antingen i fråga om meddelanden som kan skickas och tas emot av användaren eller kunskap som har ackumulerats för framtida bearbetning.

Instruktionssystemet består av alla meddelanden från användaren till DSS.

Presentationssystemet består av alla meddelanden från ett DSS till användaren och kunskapssystemet av all kunskap som finns samlad i form av data eller modeller.

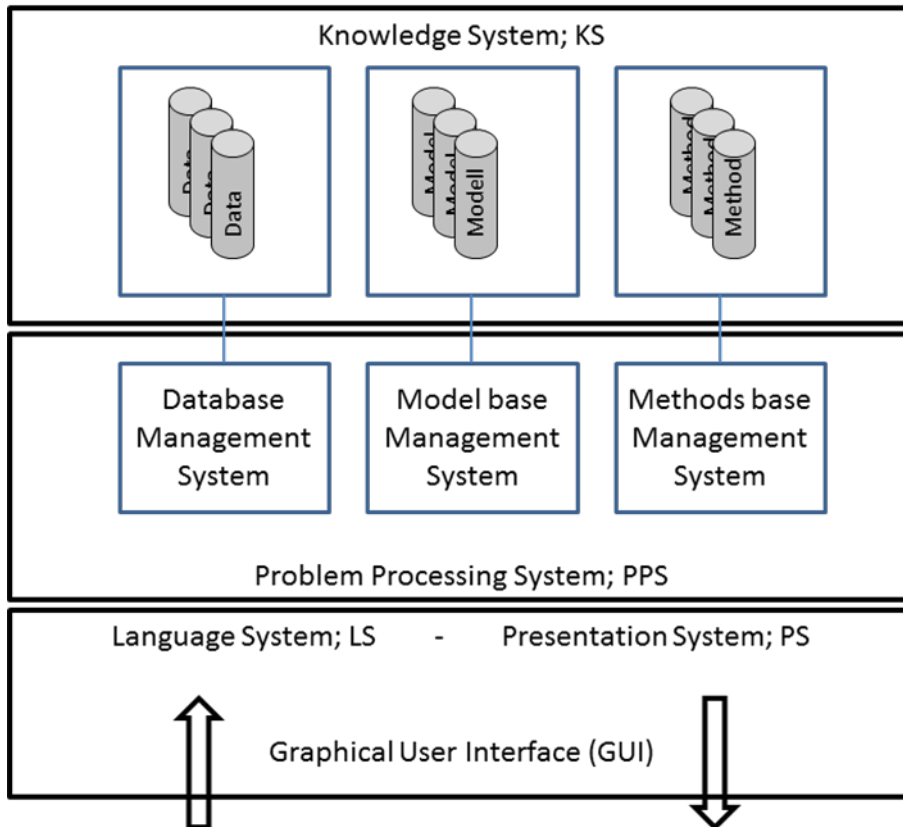
Kunskap används här som en mycket generell term för att beskriva en representation av något som systemet kan utnyttja för att lösa den aktuella uppgiften.

Kunskapssystemet är i figur 5.1 indelat i tre delkomponenter: en som innehåller data (t.ex. data om den aktuella skogen); en som innehåller modeller (t.ex. modeller för att beskriva tillväxt och avverkningsvolym); och en delkomponent som innehåller metoder (t.ex. för att beräkna nyckelstatistik eller en lösare för att lösa optimeringsproblem). Den integrerande, eller aktiva funktionen i ett DSS, utgörs av bearbetningssystemet. Dess uppgift är att lösa det problem användaren specificerat.

¹² För en utförligare beskrivning av IDC modellen hänvisas läsaren till kap 2.

¹³ Då de svenska namnen är författarnas egna översättningar väljer vi här att även skriva de engelska namnen.

För att kunna göra det behöver denna komponent kunna ta emot information från instruktionssystemet, integrera data, modeller och metoder i kunskapssystemet och kommunicera resultatet till presentationssystemet.



Figur 5.1. Schematiskt diagram av huvuddelarna i ett DSS

5.2 Skogliga DSS

5.2.1 Varför ett skogligt DSS?

Skoglig planering hör till de mer krävande branscherna vad gäller planering. Skogen är ett komplicerat ekosystem som kan skötas (eller inte skötas) på många olika sätt och där varje åtgärd kan ha stora effekter på mycket lång sikt. Dessutom levererar skogen många olika typer av ekosystemtjänster som har stor betydelse för många olika intressenter. Traditionellt har målet med skogsbruket ofta varit att producera virke: sågtimmer och massaved. Idag ska skogen fortfarande producera råvaror för industrin, men behovet av att kunna hantera och balansera biologisk mångfald och andra ekosystemtjänster, t.ex. vattenkvalitet och rekreation, har pga. ökad kunskap blivit allt viktigare. Dessutom förväntas skogen bidra till att hantera tilltagande globala utmaningar, t.ex. motverka klimatförändringar genom kolinlagring och genom att substituera fossila råvaror. Klimatförändringarna påverkar i sin tur hur skogsskötseln i framtiden bör anpassas för att ge mer motståndskraftiga skogar. Tillsammans leder detta till nya frågeställningar kring brukandet av den skogliga resursen och att den skogliga planeringen blir alltmer komplex. Behovet av skogliga

DSS som kan hantera framtidens utmaningar, och som kan hjälpa beslutsfattare att identifiera bästa möjliga handlingsplan utifrån alla givna förutsättningar, blir därför än viktigare. Utan tillgång till ett DSS skulle det inte vara möjligt att ta hänsyn till de långa tidshorisonterna, hantera den komplexa produktionsapparaten, göra avvägningar mellan målen samt att bland alla dessa potentiella alternativ hitta det alternativ som leder till störst måluppfyllelse.

Men vad är då ett skogligt DSS? Ett skogligt DSS är egentligen samma sak som ett DSS för andra verksamheter. Det enda som skiljer är att de är avsedda för andra sorts problem. Ett skogligt DSS har samma syfte och är uppbyggt på samma sätt som DSS för andra verksamheter. Dvs även skogliga DSS kännetecknas av att de (1) är datorbaserade, (2) presenterar resultat effektivt och lättillgängligt, (3) baseras på analytiska metoder och modeller, (4) ska stödja beslutsfattande, (5) avsedda för svårstrukturerade eller semistrukturerade problem samt är uppbyggda av de fyra komponenterna, dvs: ett instruktionssystem, ett presentationssystem, ett kunskapssystem och ett bearbetningssystem. Den definition som vi utgår från i denna rapport är därför att ett skogligt DSS är ett datorbaserat system som utifrån antaganden om t.ex. skogsskötsel, klimatförändringar och prisutveckling kan stödja beslutsfattande med hjälp av olika analytiska ansatser och modeller för att beskriva skogens framtida utveckling och dess produktion av ekosystemtjänster.

Med hjälp av ett DSS kan beslutsfattare och andra analysera hur skogen ska skötas för att målen med skogsbruket ska uppnås. Detta gäller oavsett om målet är att producera råvara för industrin, öka förutsättningar för biologisk mångfald, lagra så mycket CO₂ som möjligt eller att forma skogar som är så trevliga som möjligt att vistas i utifrån ett rekreativperspektiv. Det är dock viktigt att understryka att idag kan många skogliga DSS inte bara kan användas för normativ planering av skogsbruk, dvs var, när och vad man ska göra något för att målen med skogsbruket utan även för explorativ och deskriptiv planering. Exempel på frågeställningar som kan analyseras med ett skogligt DSS är:

- Hur mycket mer kol kan lagras om omloppstiderna i genomsnitt ökar med 20 år?
- Vad blir konsekvenserna av en ökad användning av hyggesfritt skogsbruk?
- Vilken kombination av skötselstrategier är optimal om man vill gynna de svenska miljömålsindikatorerna för svensk skog samtidigt som en avverkningsvolym erhålls?
- Hur ska skogen på en fastighet skötas över tid om målet med skogsbruket ska uppnås?

5.2.2 Vilka typer av problem kan analyseras med ett skogligt DSS?

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:s egenskaper. Inom ramen för COST-projektet FORSYS utvecklades därför en beskrivning av olika dimensioner efter vilka ett planeringsproblem kan klassificeras

(Borges 2014) och som kan utgöra grunden för en lista med egenskaper som kan användas för att beskriva ett DSS, se även tabell 5.1.

Temporal skala: Uppdelningen av planeringsprocessen i en hierarki bestående av vad som ofta kallas strategisk, taktisk och operativ planeringsnivå är väl etablerat i skoglig planering. Emellertid kan i synnerhet termen "strategisk" ha andra betydelser än de som 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 (2007).

Spatialt samband: Spatiala (eller rumsliga) aspekter förekommer ofta i skoglig planering. Den första kategorin av spatiala samband i tabellen - Spatial med grannskapsrelationer – handlar om att DSS:et kan hantera problem där åtgärder eller utvecklingen i en avdelning på något sätt berörs av åtgärder i en annan avdelning beroende på deras lokalisering. Exempel på den typen av problem är stormproblem, där åtgärder i ett bestånd påverkar risken för stormskador i intilliggande bestånden (Meilby et al. 2001, Forsell et al. 2011), eller där avverkningskostnaderna i ett bestånd påverkas av om andra bestånd i närheten också avverkas. Den andra kategorin - Spatial utan grannskapsrelationer - innebär att åtgärder i en given avdelning inte påverkar andra avdelningar beroende på deras lokalisering. Samtidigt har avdelningens lokalisering betydelse för lösningen av problemet. Ett exempel på den typen av problem är när avdelningar delas in i olika zoner. Begränsningar sätts för skötseln av avdelningar inom respektive zon men där åtgärder i en avdelning inte påverkar förhållandena i andra avdelningar (Nalli et al. 1996, Nordstrom et al. 2011). Finns det ingen relation till beståndets lokalisering är problemet icke-spatialt. Ett exempel är om man vill säkerställa att det finns en viss mängd äldre skog på fastigheten i varje planeringsperiod men man bryr sig inte om den finns. Ett annat exempel är bestämning av den långsiktiga avverkningsnivån baserad på strata. Ett strata representerar flera avdelningar med liknande egenskaper och i det fallet har man ingen uppfattning om var på fastigheten en viss åtgärd blir utförd. (En mer ingående diskussion av spatiala problem hittar du in avsnittet 3.4 Rumslig hänsyn i skoglig planering i kompendiet.) Generellt kan man säga att det är få DSS som hanterar problem med grannskapsrelationer; Heureka-systemet är ett av få som kan göra det via optimeringsmodulen. Däremot kan de flesta DSS hantera olika grupper av avdelningar, t.ex. skilja sådan som ligger i olika zoner. Ur ett tekniskt perspektiv sett utifrån vad ett DSS klarar av är det liten skillnad mellan problem med spatialitet men utan grannskapsrelationer och sådana som inte beror av lokalisering alls.

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 avdelningsnivå. Det gör DSS för enskilda avdelningar 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.

Beslutsfattare: Skoglig planering kan involvera ett stort antal deltagare, men nivån på deras deltagande kan variera kraftigt (jämför avsnitt 3.5 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 graden av deltagande. Även om det inte finns 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, d.v.s. 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. Men för alla ägare gäller att olika typer av värden måste balanseras. Det avgörande för denna klassificering är om DSS:et 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 indikatorer för biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Den andra egenskapen som härrör till denna dimension är om DSS:et 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.

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 (2013) för en översikt av riskproblematik och skogliga DSS.)

Tabell 5.1. 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.

Spatiala 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 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 beslutsfattare.** 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.**
-

5.2.3 Olika typer av skogliga DSS

Ett sätt att klassificera olika skogliga DSS är att skilja på olika DSS beroende på vilken analytisk metod som används: DSS baserat på simulering, DSS baserat på optimering och DSS som använder flermålsanalys (Eggers 2017, Nobre et al 2016). Gemensamt för optimerande och simulerande system är att de baseras på en uppsättning modeller för att skriva fram skogens dynamik. Dessa modeller kan antingen vara empiriska, processbaserade eller skogssuccesionsmodeller (Felton et al 2017). Empiriska modeller baseras vanligtvis på data från skogsinventeringar eller långvariga skogsexperiment (Burkhart och Tomé 2014) och är mindre datakrävande jämfört med processmodeller. Empiriska modeller är dock mindre tillförlitliga i samband med miljöförändringar (Fontes et al. 2010). Processmodeller simulerar å andra sidan de underliggande processerna som tros påverka, till exempel träd tillväxt och dödlighet, så de är mer dataintensiva (t.ex. högupplösta datainmatning och korta tidssteg). Empiriska modeller är mer lämpliga för att bedöma effekten av förändringar i skötseln, medan processbaserade modeller är mer lämpliga för att bedöma förändringar i miljöförhållanden, givet att det finns tillräckligt med data för att kalibrera modellerna. Empiriska modeller och processmodeller kan också kopplas sammangenom att t.ex. använda de från en processmodell simulerade produktivitetsförändringar som orsakas av miljöförändringar för att skala skogstillväxt i en empirisk modell (t.ex. Eggers et al. 2008). Successionsmodeller visar successiva vägar för plantor, träd tillväxt och dödlighet och kan inkludera processbaserade såväl som empiriska komponenter (Larocque 2016). Sådana modeller kan vara att föredra när det rör sig om ekologiska aspekter.

Simulering: Oavsett modelleringsmetoden innebär simulering i ett skogligt DSS att skogsskötselsregler anges och resultatet baseras på en tillämpning av dessa regler (Nobre et al. 2016). Simulatorens projekterar alltså den troliga utvecklingen av skogen och de resulterande ekosystemtjänsterna under fördefinierade skötselsregler. Simulatorer är användbara för att svara på "vad om" -frågor, dvs. för att bedöma konsekvenserna av vissa handlingar. Simulering är en ofta tillämpad teknik i alla rumsliga skalor (Nobre et al. 2016). Exempel på skogs-DSS som tillämpar simulering inkluderar RegWise-modulen i det svenska Heureka-systemet (Wikström et al. 2011), European Forest Information Scenario Model EFISCEN (Schelhaas et al. 2007) och landskapssimulatorn LANDIS-II (Scheller et al. 2007).

Optimering: DSS baserat på optimeringsmetoder genererar å andra sidan en uppsättning alternativ från vilka det bästa alternativet väljs med hjälp av en optimeringsalgoritm baserad på planeringsproblemets mål och begränsningar. Dessa typer av DSS kan användas för att svara på "Hur" -frågor, dvs. för att hitta det

optimala sättet att nå vissa mål. Optimeringsproblem kräver således att användaren definierar skogsbruksmål och begränsningar snarare än strikta skötselregler. Därför används ofta optimeringstekniker på fastighetsnivå även om applikationer på bestånds och regional nivå också är vanliga (Nobre et al. 2016). Flera matematiska modeller för optimering av beståndsvisa skötselalternativ har utvecklats under de senaste 60 åren, inklusive linjär, icke-linjär och dynamisk programmering samt heuristiska metoder (Bettinger et al. 2009). Exempel på skogliga DSS som tillämpar optimering inkluderar PlanWise-modulen i det svenska Heureka-systemet (Wikström et al. 2011), MELA-systemet, som har använts i Finland sedan 1980-talet (Nuutinen et al. 2011), och ArcGIS-förlängningen Optimalt utvecklat för tjeckiska skogar (Marušák et al. 2015).

Flermålsanalys: Den tredje metodologiska gruppen är skogliga DSS som använder flermålsanalys (Multi Criteria Decision Analysis, MCDA). MCDA är samlingsbegreppet för matematiska metoder som används för att hitta lösningar på beslutsproblem med flera motstridiga mål, med tanke på beslutsfattarens preferenser. MCDA är ett allmänt använt tillvägagångssätt för att lösa komplexa resursförvaltningsproblem, inklusive skogsförvaltning och planering (Kangas och Kangas 2005, Mendoza och Martins 2006, Diaz-Balteiro och Romero 2008, Ananda och Herath 2009). Även om MCDA-processerna ursprungligen utvecklades för en enda beslutsfattare, möjliggör de deltagande av intressenter och gruppbeslut (Nordström 2010). MCDA stöder beslutsfattare och intressenter att göra avvägningar mellan mål genom en strukturerad process som syftar till att identifiera lösningar som passar målen på bästa möjliga sätt. MCDA-metoder möjliggör jämförelse av värden mätt med olika skalor utan att alla kriterier behöver konverteras till en gemensam skala. Det finns ett stort antal olika MCDA-metoder, inklusive mål-, aspirations- eller referensnivåtekniker, outrankingstekniker och värdeämätningstekniker (Belton och Stewart 2002, Mendoza och Martins 2006).

5.2.4 Skogliga DSS utveckling, bakåt och framåt

Även om det finns tidigare exempel så var det under 1980-talet som utvecklingen av skogliga DSS tog fart. Det blev då tydligt att beslutsstöd för skogliga frågor och problem har speciella krav pga skogens dynamik och komplexiteten i frågor kopplade till brukande av den skogliga resursen. Majoriteten av vad vi kan kalla första generationens system var vanligtvis hårdkodad och utformad för att ta itu med relativt smala, på gränsen till väldefinierade problem. Två svenska exempel på tidiga DSS är Hugin och Indelningspaketet. Hugin användes för regionala och nationella analyser 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 i huvudsak avsedda för att hantera virkesproduktion. Men sedan millieskiftet har det varit en trend mot mer multifunktionella system som inte bara hanterar frågor kopplade till virkesproduktion utan har ett bredare upptag kring skötsel och uthålligt brukande av skogen. Denna trend orsakades bl.a av ett stigande allmänt intresse för planering av ett uthålligt skogsbruk ur fler perspektiv än virkesproduktion inklusive förändrade målsättningar för skogsbruket, ökad kunskap inom en rad områden som skogsproduktion och

ekologi samt generellt bättre möjligheter för att bygga datoriserade system. För en mer detaljerad genomgång av skogliga DSS utveckling hänvisas läsaren till t.ex. Reynolds et al 2008; samt Vacic och Lexer 2014. Den i särklass största beskrivningen av skogliga DSS hittar man i länderrapporten från EU-projektet FORSYS där system från 25 länder finns redovisade (Borges 2014).

Flera allmänna slutsatser kring skogliga DSS framtid kan dras från litteraturen kring dess utveckling och användning. För det första, skogliga DSS kommer sannolikt att bli allt viktigare i framtiden, eftersom de kan tillhandahålla skräddarsydda lösningar till specifika problem; schablonmässig skogsvård är inte säkert den bästa eftersom den kan minska mångfalden och samhällsviktiga ekosystemtjänster och har svårt att anpassa sig för att möta förändrade förhållanden. Som ett svar på dessa behov kan man anta att trenden att mer omfattande, generella system tränger undan mer specialiserade system. Förvaltning av skog för många mål eller värden kräver inte bara sofistikerade system för storskaliga analyser utan även funktioner för iterativ kommunikation samt on-demand och ad hoc-analyser tillsammans med intressenter. Detta kommer att uppmuntra tillämpningen av DSS baserade på flermålsanalys, beslutsfattande i grupp, delaktighet och fler internetbaserade applikationer. För att undvika det "svarta lådan"-syndromet kan man även anta att behovet av sofistikerade DSS i stånd att uppfylla kraven för systematiska och transparenta analyser kommer öka.

5.3 Heureka-systemet – ett svenskt exempel

För att möta det stigande intresset för planering för ett flermålsinriktat skogsbruk utvecklades vid SLU i samarbete med Skogforsk Heureka-systemet (www.slu.se/heureka, Wikström et al. 2011). Den första versionen av programvarorna släpptes 2009 och systemet har i dagsläget en bred användning inom forskning, undervisning och i det praktiska skogsbruket. Sedan 2011 ansvarar programmet för Skogliga Hållbarhetsanalyser (SHa) vid Institutionen för skoglig resurshushållning vid SLU för Heureka-systemets förvaltning. 2013 ingicks en överenskommelse mellan tolv parter: myndigheter, företag och organisationer, att gemensamt svara för finansieringen av förvaltningen. Därmed finns en bas för förvaltningen och för viss vidareutveckling av systemet. Ytterligare funktionalitet läggs löpande in i systemet på uppdrag av olika forskningsprojekt eller andra beställare.

Målsättningen med Heureka var att skapa ett system som hanterar ett flermålsinriktat skogsbruk. Idag hanteras virke- och biobränsleproduktion, indikatorer för mångfald och ekosystemtjänster baserade såsom volym död ved, habitat för arter, kolinlagring och skogens lämplighet för rekreation. Genom att utveckling av den levande biomassan beräknas, såväl över som under mark, 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.

Systemet är flexibelt vad gäller indata även om formen av indata styr vilka typer av analyser som kan göras. Data från skogsbruksplaner, Riksskogstaxeringen, större

inventeringar inom storskogsbruket (så kallade företagstaxeringar) och från olika specialinventeringar kan användas som underlag för analys och planering. Resultaten av analyser presenteras i tabeller, diagram och kartor. I det senare fallet presenteras skogens framtida tillstånd som temakartor över t.ex. ålder, trädslagsammansättning och bestockning (volym per ha). Man kan även enkelt se var olika åtgärder kommer att göras i varje period genom temakartor över t.ex. gallringar och föryngringsavverkningar.

5.3.1 Heureka's olika programvaror

Systemet består av ett antal programvaror: PlanEval, BeståndsVis, PlanVis och RegVis. Den första programvaran – PlanEval – är avsedd för flermålsanalys. I PlanEval kan avvägningar på ett strukturerat sätt göras mellan olika målsättningar, som målsättningar för virkesproduktion, naturvård och rekreation. Programvaran finns också i en web-version, PlanEval Web, med vilken en mängd intressenter på distans kan göra avvägningar mellan olika målsättningar. Olika alternativa planer framtagna med PlanVis eller RegVis kan därefter rangordnas utifrån beslutsfattarens och intressenters preferenser.

BeståndsVis är en interaktiv simulator för analys av utvecklingen av enskilda bestånd. I BeståndsVis stegar användaren fram skogsbeståndets utveckling i femårssteg och bestämmer om och vilka åtgärder som ska utföras 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 in beståndsdata, såväl i form av beståndsmedeltal som trädlistor (träds slag och diameter) för träd på provytor eller totalklavade bestånd.

PlanVis baseras på en optimerande ansats och kan därför speciellt användas för att svara på frågor kring hur ska landskapet skötas för att uppnå de mål beslutsfattaren har (Eggers och Öhman 2020). Avdelningarna eller provytorna inom analysområdet kan indelas i lika kategorier - eller domäner som de kallas i programvaran - 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. Undantaget om fri utveckling har angetts, i de fallen genereras bara ett alternativ med just fri utveckling. Antalet gallringar, tidpunkter för gallringar och rotationslängd 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. 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 planeringen; ekonomin är även 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 än så länge tämligen enkel.

Regvis baseras på en simulerande ansats och simuleringen styrs genom ett regelverk för skogliga åtgärder. Som i PlanVis kan skogen delas in i olika domäner och trakthyggesbruk, hyggesfritt skogsbruk och fri utveckling kan tillämpas. Utveckling av alla bestånd (eller provytor om det t.ex. rör sig om data från Riksskogstaxeringen) inom analysområdet stegas fram fem år i taget. I varje period utförs åtgärder, som gallring, föryngringsavverkning och skogsvård genom det inbyggda regelverket. Användare kan själv specificera detaljer i regelverket, som regler för avverkning och skogsvård i olika typer av skog. Den sammanlagda nivån av föryngringsavverkningar styrs via den totala tillväxten inom analysområdet med syfte 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.

BeståndsVis, PlanVis och RegVis som alla hanterar skogens dynamik och långsiktiga utveckling, har en gemensam kärna av modeller, som beskriver bland annat träd och bestånds tillväxt och mortalitet. Trädsiktets utveckling simuleras för varje skötselalternativ genom en uppsättning empiriska tillväxt- och produktionsmodeller som projicerar utvecklingen av trädsiktet och de resulterande ekosystemtjänsterna. Tillväxt- och produktionsmodellerna, som inkluderar modeller för bestånds etablering, diametertillväxt, höjdtillväxt, tillväxt och dödlighet, utvecklas vanligtvis med hjälp av regressionsanalys baserad på data från Riksskogstaxeringen och andra typer av långvariga experiment och (Fridman & Ståhl 2001; Wikberg 2004; Fahlvik et al. 2014). Genom att använda resultat från processbaserade modeller kan användarna justera de empiriska tillväxtmodellerna för att ta hänsyn till förväntade klimatförändringseffekter.

5.4 Beslutsstödsystem i andra länder

Litteratur

- Anthony, R. 1965. Planning and Control Systems: A Framework for Analysis. Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
- Belton, V. & Stewart, T. 2002. Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
- Borges, J. G., Nordström, 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.
- Eggers, J. & Öhman, K. 2020. Overview of the PlanWise application and examples of its use. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, Arbetsrapport 514.
- 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. & 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 2020. Heureka. <http://www.slu.se/heureka> [2020-10-11]
- 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., & Gordon, S. 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., & 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., & Ångman, E. 2010. *Skogskonflikter i Sverige – en undersökande studie*. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, Arbetsrapport 287.
- Nordström, 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., Reynolds, K. et al. 2005. Decision-support systems for forest management. *Computers and Electronics in Agriculture* 49(1): 1-5.
- Reynolds, K., & Schmoldt, D. 2006. Computer-aided decision making. *Computer Applications in Sustainable Forest Management*. Dordrecht, Springer. 11: 143-169.
- Reynolds, K. M., Twery, M., 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.)
- Vacik, H. & Lexer, M.J. (2014). Past, current and future drivers for the development of decision support systems in forest management. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29 (sup1), 2–19.
<https://doi.org/10.1080/02827581.2013.830768>
- Whittington, R. 2002. Vad är strategi - och spelar den någon roll? (What is strategy - and does it matter?). Liber ekonomi. Malmö.
- Wikipedia, 2021. https://en.wikipedia.org/wiki/Expert_system [2021-01-10]
- 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.