

RAPPORT
8 G
2001

Framtidens skog

Några tänkbara konsekvenser för miljö och produktion
av 1990-talets skogsbruk

Karl Gustafsson

Per Angelstam, Hillevi Eriksson, Svante Hultengren, Henrik Weibull

© Skogsstyrelsen januari 2002

Huvudförfattare/Projektledare

Karl Gustafsson, Skogsstyrelsen

Medförfattare

Per Angelstam, SLU/Örebro Universitet

Hillevi Eriksson, Skogsstyrelsen

Svante Hultengren, Naturcentrum AB

Henrik Weibull, Naturcentrum AB

Fotograf

© Michael Ekstrand, Skogsstyrelsen

Papper

brilliant copy

Tryck

JV, Jönköping

Upplaga

600 ex

ISSN 1100-0295

BEST NR 1701

Skogsstyrelsens förlag
551 83 Jönköping

Framtidens skog

**Några tänkbara konsekvenser för miljö och produktion
av 1990-talets skogsbruk**

Huvudförfattare/projektledare:

Karl Gustafsson

Medförfattare

**Per Angelstam, Hillevi Eriksson,
Svante Hultengren, Henrik Weibull.**

Förord

Skogsstyrelsen har fått i uppdrag av regeringen att utvärdera effekterna av skogspolitiken och redovisa detta senast den 31 december 2001. Effekterna på den biologiska mångfalden utvärderas ihop med Naturvårdsverket. Arbetet är organiserat i ett gemensamt projekt "Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitikens effekter – SUS 2001".

Den senaste utvärderingen av skogspolitiken (SUS) genomfördes under 1997 och presenterades i januari 1998. SUS hade som primärt mål att utvärdera effekterna av den "nya skogspolitiken" som fastställdes av riksdagen i maj 1993. Nu är inte längre den rådande skogspolitiken ny och uppdraget denna gång är att utvärdera i vidare termer. Den föreliggande utvärderingen (SUS 2001) kommer dock att lägga särskild vikt vid effekterna av 1993 års skogspolitik.

Projektet som genomförs under åren 2000-2001 beskriver effekter av skogspolitiken och jämför nuläget med uppsatta mål (skogspolitiska mål, skogligen sektorsmål och beslutade miljö kvalitetsmål). Vi vet genom inventeringar och andra källor ganska väl hur Sveriges skogar ser ut, sköts och nyttjas i nuläget. Orsaken till varför åtgärder utförs eller inte och därmed påverkar skogstillståndet, miljö tillståndet i skog och skogsbrukandets inriktning på lång sikt är emellertid inte lika välkänt och betydligt svårare att dokumentera och analysera. Detta är dock uppgiften för SUS 2001 och då med särskild vikt vid att kunna peka ut vilka effekter skogspolitiken bidrar med.

Föreliggande rapport behandlar "framtidens skog" ur några aspekter. I rapporten beskrivs vissa framtida utvecklingsscenarier för Sveriges skogar. I ett par externt författade kapitel görs modiga försök att beskriva framtida miljökonsekvenser av det skogsbruk som bedrivs idag. Dessa framtidsscenarier är baserade på resultat från SKA 99 (Skogsstyrelsen 2000) och är alltså inga prognoser eller framtidsutsagor om vad som kommer att hända i svensk skog. Rapporten behandlar vidare vissa ekonomiska aspekter av röjning och långa vidaretransportavstånd.

Karl Gustafsson vid Skogsstyrelsen är huvudförfattare till denna rapport och han är också delprojektledare för delprojektet "Konsekvensanalyser" inom SUS 2001. Rapporten ingår i Skogsstyrelsens rapportserie, där författarna står för innehållet. Detta innebär att rapporten inte i alla dess delar nödvändigtvis beskriver Skogsstyrelsens officiella syn. Inom projektet SUS 2001 kommer utvärderingens officiella slutsatser och ställningstaganden att avrapporteras i projektets huvudrapport (Meddelande 2002:1), där föreliggande rapport varit ett viktigt underlag.

Jönköping i januari 2002

Håkan Wirtén
Skogsdirektör
Skogsstyrelsen

Tomas Thuresson
Projektledare SUS 2001
Skogsstyrelsen

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
1. Inledning	4
2. Material och metoder	5
2.1. Huginberäkningar.....	5
2.2. Beräkningar med indelningspaketet.....	8
3. Framtida skogstillstånd och avverkningsmöjligheter	14
3.1. "90-talets skogsbruk", 2000-2300.....	15
3.2. "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå", 2000-2300.....	22
3.3. "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå".....	27
3.4. Resultatanalyser.....	31
3.5. Diskussion.....	43
4. Hur ser den framtida naturmiljön i skogen ut?	45
4.1. Introduktion.....	46
4.2. Vad är biologisk mångfald?.....	46
4.3. Betydelsen av den geografiska skalan.....	47
4.4. Hur mäter man biologisk mångfald?.....	47
4.5. Variabler som beskriver skogsarternas livsmiljöer.....	47
4.6. Sveriges skogar från söder till norr.....	50
4.7. Det svenska landskapet under de senaste 1000 åren.....	51
4.8. Naturhänsynens utveckling sedan 1950-talet.....	55
4.9. Virkesförrådets utveckling.....	55
4.10. Den framtida skogen.....	56
4.11. Diskussion.....	66
4.12. Slutsatser.....	73
5. Hur kommer dagens skogsbruk att påverka morgondagens lav och mossflora	74
5.1. Inledning.....	74
5.2. Kryptogamers ekologi och förmåga till spridning.....	75
5.3. Större biomassa och högre artrikedom av lavar i gamla skogar.....	76
5.4. Kan lavar återkolonisera nya skogar?.....	76
5.5. Den optimala lav- och mosskogen.....	77
5.6. För lavar och mossor viktiga naturförhållanden enligt beräkningar i Hugin.....	77
5.7. Några olika grupper av lavar och mossor och deras framtidsutsikter.....	78
5.8. Mörker, vattenbrist och avsaknad av bränder missgynnar lavar och mossor i det framtida skogslandskapet.....	82
5.9. Klimatförändringarna – en joker i naturvårdsplaneringen.....	83
6. Antropogen påverkan på skogsmarkens produktionsförmåga - förändring sedan 1950, nuläge och utveckling	84
6.1. Inledning.....	85
6.2. Produktionshöjande faktorer.....	86
6.3. Försurningens inverkan.....	87
6.4. Näringsbortförsel via skörd.....	88
6.5. Aktuell helträdsskörd.....	90
6.6. Kompensation via askåterföring.....	91
6.7. Helträdsavverkningens omfattning framåt i tiden.....	92
6.8. Hyggesbränning och markberedning.....	93
6.9. Klimatförändringar.....	93
7. Några aspekter på ekonomi och skogsskötsel i norra Sverige	94
7.1. Inledning.....	94
7.2. Resultat.....	94
7.3. Resultatanalyser och diskussion.....	101
8. Referenser	103

Sammanfattning

I delprojektet "Konsekvensanalyser" inom SUS 2001 har olika aspekter på framtidens skogar och skogsbruk analyserats. Simulerande beräkningar med Huginssystemet och Indelningspaketet är grunden för bedömningar och analyser avseende framtida virkesproduktion och avverkningsmöjligheter, miljötillstånd och skogsbrukets ekonomi. Även mänsklig påverkan på skogsmarken och dess produktionsförmåga behandlas.

Skogstillstånd och avverkningsmöjligheter

Givet att skogsägarna under lång tid framöver kommer att bete sig som idag är avverkningsmöjligheterna i framtiden avsevärt större än dagens. I det simulerade scenariot "90-talets skogsbruk" avverkas hela den potentiella bruttoavverkningen på ca 81 milj. m³sk/år under den närmaste 10-årsperioden. För hela perioden 2000-2100 skattas avverkningen till i genomsnitt 92 milj. m³sk/år. I slutet av denna period och på längre sikt kan nivån komma att minska. Dagens föryngringsambitioner är en förklaring till den framtida minskningen.

Den framtida skogen enligt detta scenario karaktäriseras av en åldersmässig "klyvning". Denna beror på ökade arealer gammal skog inom formella och frivilliga avsättningar samt viss överhållen skog och kortare omloppstider i den brukade skogen. De frivilliga avsättningarnas varaktighet och skogsägarnas kriterier för val av avverkningsobjekt är av avgörande betydelse för denna utveckling som på hundra års sikt kan resultera i att skogen är äldre än 140 år på ca 10 % av arealen.

Om avverkningsnivån inte ökar från dagens nivå till den potentiellt högsta möjliga uthålliga enligt ovan, växer virkesförrådet mycket kraftigt. Även i detta scenario märks stora kontraster mellan aktivt brukad och avsatt eller överhållen skog. Andelen gammal skog kan efter 100 år vara ca 20 %. Under de första 50 åren ökar tillväxten som en följd av virkesförrådets ökning. På längre sikt minskar tillväxten till nivåer under den idag uppmätta p.g.a. stora arealer gammal oväxtlig skog

I norra Sverige har effekterna av olika gallringsarealer studerats. I ett mindre ambitiöst alternativ erhålls på sikt en högre bruttotillväxt som dock i stor utsträckning balanseras av en högre naturlig avgång. Effekten på avverkningsvolymerna är därför mycket liten. Skillnaderna märks istället på den föryngringsavverkade medelstammens volym som på lång sikt blir grövre i alternativet med stora gallringsarealer.

Skogen som naturmiljö

I ett försök att beskriva hur den framtida skogen, enligt scenariomodellen, fungerar som livsmiljö för naturligt förekommande arter under de kommande 300 åren, har följande huvudtrender urskiljts:

- efter en lång tid av förenkling av det ursprungliga svenska landskapets mångfald befinner vi oss i en flaskhals för biologisk mångfald; på lång sikt blir det enligt beräkningarna bättre på centrala punkter.
- enligt de beräkningar som SUS 2001 ger vid handen för gammelskogar av olika slag så kommer vi att nå de långsiktiga mål som satts upp för behovet att skydda skogar av naturvårdsskäl. Det finns dock många osäkerheter att beakta (se Kap. 4.11).
- det framtida landskapet kommer att innebära en ökad kontrast mellan skyddade skogar och det omgivande brukade landskapet. Det är därför mycket viktigt att förstå hur den rumsliga fördelningen i träd-, bestånds- och landskapsskala kommer att förändras för olika skogliga egenskaper.

Det är dock angeläget att påpeka att den typ av modellering av framtiden som simuleringarna med Hugin utgör har många begränsningar eftersom den inte beaktar t.ex.:

- att samhället och skogsbrukarna kommer att reagera på händelseutvecklingen
- att storskalig stormfällning bedöms att avsevärt påverka mängden gammelskog, död ved och grova träd
- det framtida klimatets utveckling
- effekterna av försurning och kvävedefall

Även om vi kan förvänta oss förbättringar på flera för naturmiljön centrala punkter innebär det inte nödvändigtvis förbättring för enskilda arter. En specialstudie av lavar och mossor visar på avsevärda skillnader i framtidsutsikterna för artgrupper med olika spridningsbiologi och krav på livsmiljö. Bedömda effekter av populationsutvecklingen för lav och mossarter med begränsade krav på livsmiljö (generalister) visar att hälften av arterna kan komma att minska från dagens nivå, -i de flesta fall p.g.a. kortare omloppstider i den mer likformigt uppkomna brukade skogen. Bland de mer specialiserade arterna är det kanske så stor andel som 2/3 av arterna vars populationer kommer att fortsätta minska. Det finns sällsynta arter som är så svårspredda att de riskerar försvinna av rent slumpmässiga faktorer vid t.ex. stormfällning av enskilda koloniserade träd

Skogsmarken

Några skötselmetoder och andra förändringar har inneburit att markens produktionspotential höjts sedan år 1950. Kvävegödsling, dikning och kvävedepositionen kan tillsammans stå för en produktionsökning på 5-16 miljoner m³sk per år. Även temperatur- och nederbördsökningen under 1900-talet, minskad brandfrekvens till följd av förbättrat brandskydd och övergivande av tidigare intensiva markbrukmetoder har sannolikt bidragit till ökad produktionsförmåga.

Syradepositionen har medfört en omfattande markförsurning i södra Sverige. Utlakningen av försurat vatten har bidragit till en omfattande utslagning av växt- och djurarter i våra vatten. Det har däremot hittills varit svårt att få klara belägg för någon tillväxtminskning som följd av markförsurningen i svensk skog. Kalknings- och askspridningsinsatser kan förbättra läget genom att motverka ytterligare markförsurning och påskynda en återhämtning.

Helträds-skörd kommer sannolikt att ha en negativ inverkan på markens baskatjonbalans och därmed förbruka buffringskapacitet på många marker i landet, såvida inte kompensationsgödsling utförs. Risken att okompenserad helträds-skörd på lång sikt kan orsaka brist på K, Ca, Mg, P eller något mikronäringsämne kan inte uteslutas. På vissa marker kan enbart stamvedsskörd ha samma effekt, speciellt om en hög syradeposition eller nitratutlakning medför förhöjd baskatjonutlakning. Uttag av avverkningsrester (GROT) skedde i medeltal på ca 32 000 hektar under åren 1998 och 1999. Sannolikt kommer GROT-skörden att öka i omfattning under kommande decennier.

Askspridning skedde under år 2000 på ca 4 400 hektar, varav hälften inom ramen för SVO:s försöksverksamhet med åtgärder mot markförsurning. Skogsstyrelsen anser att askåterföringen bör öka väsentligt. På sikt bör målet vara att helträdsuttag och askåterföring utförs på samma arealer, antingen genom att askspridning föregått uttaget eller att man återkommer med aska till GROT-skördade arealer efter en viss tid.

Kvävegödslingen kan antas ligga kvar i närheten av nuvarande nivå under kommande decennium. Kvävedepositionen kommer sannolikt att minska som följd av redan ingångna internationella överenskommelser. Det kan medföra viss minskning i skogstillväxten, samtidigt som det minskar risken för starkt förhöjd kväveutlakning från de mest belastade landsdelarna. Nydikningen har så gott som upphört. Det är osäkert i vilken grad redan utförda dikningar med positivt produktionsresultat kommer att upprätthållas genom dikesrensning.

Skogsskötsel och ekonomi i norra Sverige

I beräkningar av skogsbrukets lönsamhet har simuleringar med Indelningspaketet utförts för ett innehav i norra Sverige. Resultaten visar att markvärdet sjunker med ökat transportavstånd och lägre bonitet. Normala förnygrings- och skogsvårdsåtgärder ger, med ett förräntningskrav på 2,5 %,

negativa markvärden även i de högre bonitetsklasserna då avståndet är stort. Negativa markvärden kan ses som om att förräntningskravet varit för högt eller att investeringen varit för stor.

Avståndsskillnaderna resulterar i olika optimal skogsskötsel. Förändringarna då transportavståndet ökar kan sammanfattas i punkterna:

- Markvärde/nuvärde sjunker
- Föryngrings-/skötselintensiteten minskar
- Omloppstiden förlängs

I simuleringar av röjning gjorda med Indelningspaketet är effekten på utvecklingen av medelstammens volym påtaglig. I beräkningar av nuvärdet av röjningar är påverkan positiv i flertalet, men inte alla, avdelningar. Vid längre transportavstånd minskar andelen avdelningar där röjning är en lönsam åtgärd.

1. Inledning

Konsekvensanalyserna som genomförts inom ramen för Skogsstyrelsens Utvärdering av Skogspolitikens effekter (SUS 2001) är en blandning av beräkningar, bedömningar och analyser som syftar till att ge en tänkbar bild av framtidens skogar och skogsbruk. Den övergripande uppgiften har i delutvärderingens direktiv konkretiserats i ett antal frågeställningar som behandlas i denna rapport. Gemensamt för de beräkningar och analyser som genomförts är att de speglar effekterna av specificerade utvecklingsalternativ som med olika variationer har sin utgångspunkt i det skogsbruk som bedrivits under 1990-talet. Grundansatsen är således att analysera effekterna av nuvarande skogsbruk. Skogspolitikens påverkan på skogsbruket behandlas i andra delar av SUS 2001.

Delutvärderingen har kommit att bestå av 5 huvudkomponenter vilka representeras av kapitlen 3-7 i föreliggande rapport.

3. *Framtida skogstillstånd och avverkningsmöjligheter.* –Behandlar konsekvensberäkningar med Huginssystemet med fokus på skogen som virkesproducent (Karl Gustafsson, Skogsstyrelsen)
4. *Hur ser den framtida naturmiljön i skogen ut?* –Behandlar skogen som livsmiljö utifrån storskaliga strukturella förändringar enligt konsekvensberäkningarna i Hugin (Per Angelstam, SLU/Örebro universitet)
5. *Hur kan dagens skogsbruk påverka morgondagens lav och mossflora?* –Behandlar utveckling av populationer lavar och mossor utifrån resultat från konsekvensberäkningar i Hugin (Svante Hultengren & Henrik Weibull, Naturcentrum AB)
6. *Antropogen påverkan på skogsmarkens produktionsförmåga.* –Behandlar mänsklig påverkan på skogsmarken och dess produktionsförmåga och framtida risker (Hillevi Eriksson, Skogsstyrelsen)
7. *Några aspekter på ekonomi och skogsskötsel i norra Sverige.* –Behandlar ekonomisk utfall av röjning i norra Sverige och transportavståndet inverkan på skogsskötsel (Karl Gustafsson, Skogsstyrelsen)

Ansvar för analys- och skrivarbete för dessa komponenter har fördelats mellan de personer som listas som huvudförfattare till respektive kapitel. Respektive kapitelförfattare har under arbetets gång inhämtat synpunkter från andra experter inom de aktuella sakområdena samt från delprojektledaren på Skogsstyrelsen. De slutgiltiga skrivningar som presenteras i föreliggande rapport är dock kapitelförfattarens.

2. Material och metoder

2.1. Huginberäkningar

För de långsiktiga konsekvenserna på skogstillstånd och avverkningsmöjligheter har beräkningar gjorts för några olika framtida utvecklingsalternativ. Beräkningarna har gjorts med beräkningssystemet Hugin. Skogstillståndet har analyserats dels som källa till virkesförsörjning men resultaten ligger också till grund för analyser och resonemang kring markens uthålliga produktionsförmåga och skogens biologiska mångfald.

De nya beräkningar som genomförts inom ramen för SUS 2001 bygger på de grundförutsättningar som tagits fram i projektet Skogliga Konsekvensanalyser 1999 (SKA 99) (Skogsstyrelsen 2000). I SUS har några ytterligare scenarier specificerats och beräkningsperioden har i vissa fall utsträckts till 300 år för att analysera de långsiktiga effekterna av dessa utvecklingsalternativ.

2.1.1. Huginsystemet

Hugin är ett system avsett för analys av skogsbruket och skogsekosystemet på regional och nationell nivå. Det är ursprungligen avsett för analyser relaterade till virkesproduktion men dess användningsområde har med tiden breddats. Systemet är simulerande och det framtida skogstillståndet och utfall av ”produkter” beror av utgångsläge och vilka skötselstrategier som tillämpas. Skogstillståndet i utgångsläget utgörs av data från Riksskogstaxeringen för det aktuella området, dvs. data från cirkelprovtytor. Normalt omfattar analysperioden 100 år. Genom upprepade beräkningar kan dock analysperioden sträckas ut att omfatta flera på varandra följande 100-årsperioder.

Simuleringen av skogens utveckling sker i Hugin i produktionsmodeller. Olika modeller används för etablering av skog efter föryngringsavverkning, för plant- och ungskog respektive etablerad skog (med en höjd över ca 7 – 8 m). Varje modell är uppbyggd av ett antal komponenter, t.ex. tillväxtfunktioner för enskilda träd, gallringsreaktionsfunktioner och avgångsfunktioner. Eventuella skötselåtgärder utförs i varje 5-årsperiod men resultaten redovisas per 10-årsperiod. Olika skötselstrategier kan tillämpas för olika ägarkategorier genom vetskap om vilken ägarkategori de enskilda provtytorna tillhör. De skötselåtgärder som kan styras är föryngringsåtgärder, röjning, gallring, gödsling, typ av föryngringsavverkning och dikning.

Särskild skogsskötsel kan åsättas ytor som uppfyller vissa kriterier, baserade på t.ex. tekniska eller naturvårdsmässiga faktorer. Kriterierna kan baseras på egenskaper knutna till ytans lokalisering t.ex. dess geografiska läge, närhet till väg, vatten etc. eller markens, markvegetationens eller trädens egenskaper.

Konsekvensberäkningarna kan utföras med två olika utgångspunkter. I det första fallet specificerar användaren mängden gallring och föryngringsavverkning i termer av arealer eller avverkade virkesvolymer i varje period. Framtida skogstillstånd erhålls sedan som en konsekvens av de angivna avverkningarna. I det andra fallet beräknar systemet högsta möjliga uthålliga avverkningsnivå givet att användaren specificerat avverkningarna i första perioden.

Mer information om Hugin finns i Skogsstyrelsen (2000). I Bengtsson m.fl. (1989) beskrivs Hugin och dess användningsområden. I Hägglund (1981) ges en detaljerad redovisning av principerna för utformning av skötsel och avverkningsprogram. De senare publikationerna är dock inte helt aktuella på alla punkter eftersom systemet successivt vidareutvecklats (Skogsstyrelsen 2000).

2.1.2. Scenarier

Konsekvensberäkningarna som gjorts i Hugin och som utgör grunden för vidare analyser bygger på det förutsättnings- och beräkningsarbete som gjordes i Projektet SKA 99 (Skogsstyrelsen 2000). De scenarier som här beräknats och redovisas är modifieringar av scenariot ”90-talets skogsbruk” såsom det specificerades i SKA 99. Scenariot simulerar skogens utveckling om skötsel och nyttjande

framgent ser ut som under mitten av 1990-talet. Den då bedömt existerande naturvården och den redan utfästa framtida naturvården är implementerade i förutsättningarna. Under de nära 2 år som gått sedan bedömningarna avseende naturvård gjordes i SKA 99 projektet har nya inventeringsresultat presenterats och nya beslut fattats. Skillnaderna har här dock inte bedömts vara så stora att det har motiverat förändringar i förutsättningarna. Värdet av att kunna jämföra resultat med beräkningarna i SKA 99 har bedömts större.

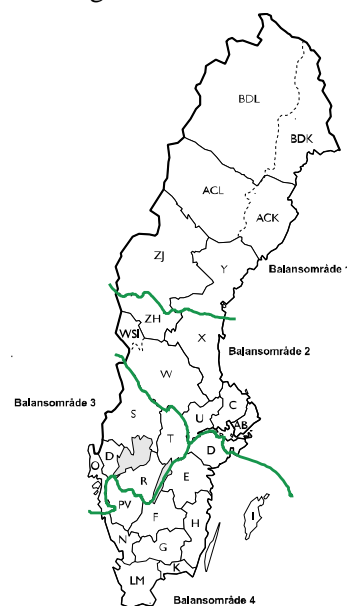
En detaljerad redovisning av förutsättningarna för scenariot "90-talets skogsbruk" och övriga scenarier i SKA 99 finns i rapporten *Scenarier och Analyser i SKA 99 -Förutsättningar* (Thuresson 1999). Nedan beskrivs kort de förutsättningar från "90-talets skogsbruk" som är gemensamma för de i SUS 2001 beräknade scenarierna (för detaljer se Thuresson 1999 och Skogsstyrelsen 2000). Därefter följer en beskrivning av de specifika förutsättningar som använts för respektive scenario.

2.1.2.1. Gemensamma förutsättningar

Under arbetet med förutsättningarna för SKA 99 sammanställdes data om Sveriges skogar från en mängd källor. Kombinationen av dessa data ligger till grund för förutsättningarna om skogsmarkens nyttjande och skötsel. Indata om skogstillståndet är riksskogstaxeringens inventeringar åren 1993-1998 vilket har ansetts motsvara skogstillståndet 1995. Skogen har därefter skrivits fram 5 år med hjälp av observerad skötsel (viss prolongering för 1998-1999) för att skapa utgångsläget 2000.

Beräkningarna har utförts för 28 beräkningsområden (Fig. 2.1.2.1-1). Varje beräkningsområde är vidare indelat i ägarkategorierna *privata* och *övriga* för vilka specifika förutsättningar skapats. *Privata* omfattar godsens och bondehemmanens skogar, bysamfälligheter, gemensamhetsskogar samt skogar tillhörande bolag som inte är aktiebolag. Gruppen *övriga* täcker resterande ägare. I beräkningarna skiljs dessutom tillkommande formellt skyddad mark ut och redovisas separat (se nedan).

Figur 2.1.2.1-1. Indelning i beräkningsområden (län/länsdelar) och balansområden (Bo)



I Fig. 2.1.2.1-2 visas schematiskt Sveriges skogsmarksareal och den indelning i hänsyns och skötselklasser för vilka olika förutsättningar angivits vid beräkningarna i Hugin.

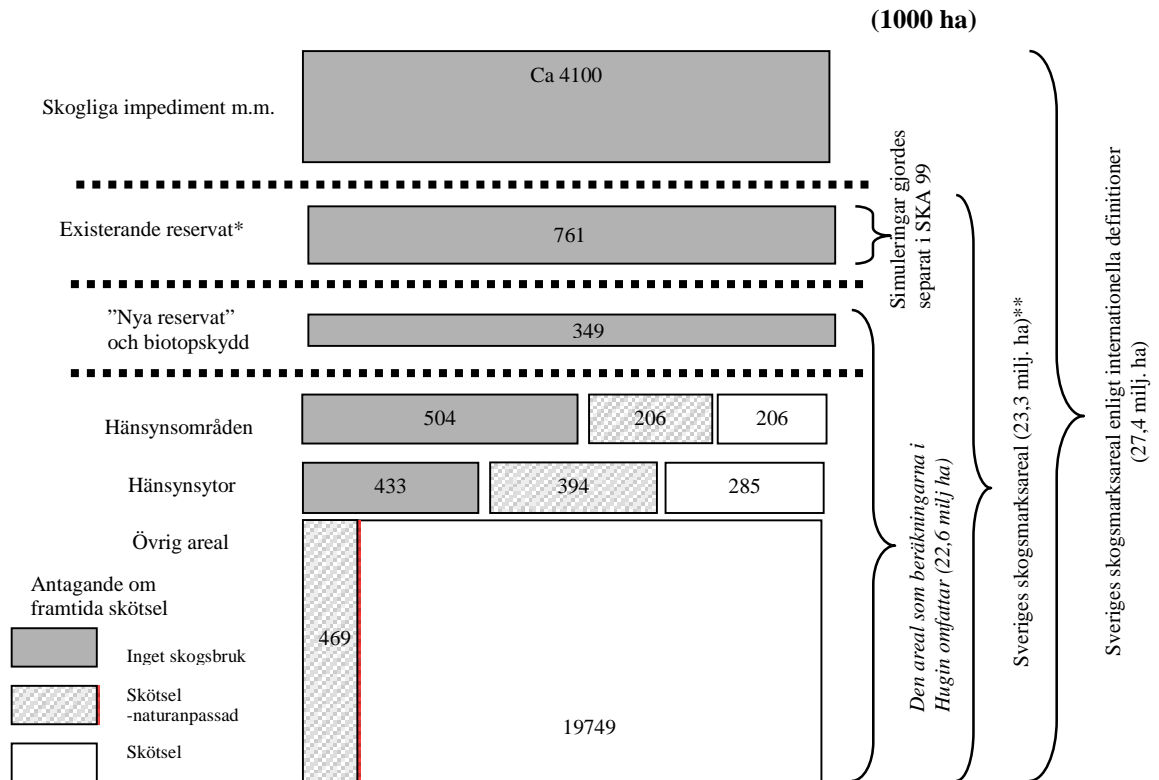
Skogliga impediment m.m. illustrerar skillnaden mellan den areal som i Sverige utgör skogsmark och den areal som är skogsmark enligt den internationella definitionen. Denna areal omfattas inte av beräkningarna i Hugin.

Existerande reservat är den areal som t.o.m. 1994 hade formellt skydd i form av nationalpark eller naturreservat. Denna areal omfattas inte av beräkningarna i Hugin.

Nya reservat och biotopskydd är den ytterligare areal som bedömts vara skyddad antingen som nationalpark, naturreservat eller biotopskydd vid utgången av år 2010. Denna areal ligger med i beräkningarna men inga åtgärder utförs på ytorna.

Övrig skogsmark är resterande areal skogsmark. Denna areal är i sin tur indelad i tre skötselklasser

- Inget skogsbruk. Utgörs av frivilliga avsättningar. Inga åtgärder utförs under beräkningsperioden
- Skötsel -naturanpassad. Skötsel med naturanpassade metoder. Gagnvirkesuttag görs. Kontinuerlig beskogning. Sköts oftast med svaga uttag (plockhuggning/blädning)
- Skötsel -traditionell. Skogsmarkareal som inte förs till någon av de andra skötselklasserna. Oftast trakthyggesbruk



* Arealuppgift baserad på Riksskogstaxeringens reservatsinventering.

** Avlysta militära områden på ca 28 000 ha ingår ej. Av dessa utgörs en okänd arealandel av skogsmark

Figur 2.1.2.1-2 Skogsmarksarealen fördelning på hänsyns- och skötselklasser (1000 ha). Hela landet, alla ägare. Observera att figuren inte är helt proportionell.

Den skötsel som åsätts skogsmarken för varje ägarkategori och beräkningsområde är utformad för att efterlikna skogsägarnas faktiska beteenden. För detta skapades i SKA 99 s.k. åtgärdsprioritetsfunktioner som i stor utsträckning styr var och när åtgärder utförs. Funktionerna bygger på material från Riksskogstaxeringen. Åtgärdsprioriteringen finns detaljerat beskriven i rapporten *Åtgärdsrioritering* (Holm & Lundström 2000).

2.1.2.2. Specifika förutsättningar

En av avsikterna med konsekvensberäkningarna i SUS 2001 var att besvara några av de frågeställningar som uppstod vid presentationen av Skogliga Konsekvensanalyser 1999. Bl.a. efterfrågades effekten av en fortsatt avverkning på dagens nivå – både avseende total avverkning men också gallringsarealerna, samt de riktigt långsiktiga effekterna av dagens skogsskötsel. De scenarier som här beräknats har valts för besvara dessa frågor.

Scenario 1. "90-talets skogsbruk" (år 2000-2300)

Detta scenario överensstämmer i alla förutsättningar med scenariot "90-talet skogsbruk" i SKA 99. Beräkningarna har dock sträckts ut 300 år och omfattar således åren 2000-2300. Scenariot har beräknats och redovisas för hela landet. Avverkningen är "högsta möjliga uthålliga"

Scenario 2. "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" (år 2000-2300)

Detta scenario skiljer sig från "90-talets skogsbruk" genom att den totala avverkningen låses på dagens nivå. Detta gäller föryngringsavverkning, gallring (låst volym) och röjning (låst areal).

Scenario 3. "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" (2000-2100)

Detta scenario skiljer sig från "90-talets skogsbruk" avseende gallringsvolymerna som låses på dagens nivå. Total avverkning är högsta möjliga. Scenariot beräknas för de två nordliga balansområdena (Bo 1 och 2) där arealen gallring var mycket hög i beräkningarna för "90-talets skogsbruk".

2.2. Beräkningar med indelningspaketet

2.2.1. Indelningspaketet

Indelningspaketet (Jonsson m. fl. 1993) är ett simuleringssystem primärt utvecklat för strategisk planering av större skogsfastigheters virkesproduktion. Med strategisk menas att man söker strategier på lång sikt vad avser t.ex. årliga avverkningsnivåer, fördelning mellan gallring och föryngringsavverkning samt i vilken prioritetsordning olika typer av avdelningar skall avverkas. Systemet hanterar noggrant provyteinventerade avdelningar inom ett innehav och genererar ett stort antal skötselalternativ för dessa. Idén är att något av dessa alternativ skall vara nära det optimala skötselalternativet. Nuvärdet av respektive skötselalternativ beräknas och det alternativ som ger högst nuvärde anses vara det optimala skötselalternativet. För den strategiska planeringen påverkas val av skötselalternativ av restriktioner som t.ex. krav på jämna virkesflöden från innehavet. Detta kan innebära avsteg från den avdelningsvis optimala skötseln. I föreliggande arbete har inga sådana restriktioner införts. Det skötselalternativ som givit högst nuvärde i varje enskild avdelning ligger till grund för fortsatta analyser.

2.2.2. Testområde

Beräkningarna är gjorda på provyteinventerade avdelningar inom ett större markinnehav i norra Sverige. Ståndortsindex (H 100) varierar mellan SI 11-25 för trädslagen gran och tall. Materialet omfattar totalt 204 avdelningar.

2.2.3. Föryngringskostnader

Föryngringskostnader anges bonitetsklassvis i Indelningspaketet (IP) för att beskriva kostnaden att anlägga ny skog och för att skatta markvärdet. Angivna kostnader är således genomsnitt per

bonitetsklass för alla skogsvårdsåtgärder t.o.m. röjning som skogsägaren gör efter en föryngringsavverkning. Angivna värden utgör huvudalternativet i beräkningarna och skall simulera ett "normalt" skogsbruk. Metoder och tidpunkter för åtgärder bygger i stor utsträckning på resultat från undersökningar av faktisk skog och skogsvårdsåtgärder. Undantag är röjning och föryngringsåtgärder (skogsodling el. naturlig föryngring) som här utförs på hela arealen. I några beräkningsalternativ har röjningskostnaden undantagits.

Föryngringskostnaderna förs in i IP i fem femårsperioder räknat från föryngringsavverkningen. Kostnaderna för varje enskild åtgärd diskonteras därför till mitten av den period de utfaller i (år 2,5, 7,5 etc.). Nedan redovisas de periodvisa kostnader som angivits i IP och antaganden som ligger till grund för dessa.

Tabell 2.2.3.2-1. Uppgifter till fliken "föryngring" i Indelningspaketet

Bonitet		Kostnader							
Tall	Gran	Tall pl %	Granpl %	SJV %	Per 1	Per 2	Per 3	Per 4	Per 5
14	12	54%	6%	40%	2600	200	0	0	2100
16	14	55%	10%	35%	3000	200	0	0	2500
18	16	56%	14%	30%	3300	300	0	2300	0
20	18	55%	15%	30%	3500	300	0	2500	0
22	20	53%	18%	30%	3700	300	0	2500	0
23	23	53%	23%	25%	4000	300	0	2600	0
24	26	56%	24%	20%	4400	300	0	2700	0

De aggregerade kostnaderna per 5-årsperiod är summan av de ingående kostnaderna för markberedning, plantering, hjälpplantering och röjning vilka beskrivs under rubrikerna 2.2.3.1 - 2.2.3.4.

2.2.3.1. Markberedning

Markberedning förutsätts ske på 70 % av arealen och kostar 1200 kr/ha. Markberedningen genomförs i snitt år 3 efter föryngringsavverkning. Underlag saknas för vidare fördelning mellan bonitetsklasserna.

Andelen markberedning motsvarar faktiskt markberedd areal i Norra Norrland enligt RiksPolytax (Skogsstyrelsen arbetsmaterial). Hyggesvilan har bedömts med stöd av genomsnittlig hyggesvila efter plantering enligt Riksskogstaxeringen (RT) 1998-2000 för BD, AC, Z och Y län. Kostnadsuppgiften baseras på en rundringning bland entreprenörer i Norra Sverige.

2.2.3.2. Plantering

Plantering förutsätts ske fyra år efter föryngringsavverkning på 50-80 % av den avverkade arealen beroende av bonitet. Resterande areal självföryngras. Tallplantering utgör 70-90 % av total plantering beroende på bonitet, gran utgör resterande andel. Antalet planterade plantor per hektar bestäms med följande funktioner:

$$\text{Tall} = 650 + 82,5 * \text{SI-tall}$$

$$\text{Gran} = 425 + 65,5 * \text{SI-gran.}$$

Plantor och plantering kostar $1,05 + 0,70 = 1,75$ kr/planta.

Väntetider vid skogsodling har bedömts med stöd av RT. Andelen skogsodling och trädslagsfördelning är bedömningar. Funktionerna för antalet planterade plantor per hektar är hämtade från förutsättningarna för beräkningarna i SKA 99 (Thuresson 1999). Kostnaden för plantor och plantering baseras på en rundringning bland plantproducenter i norra Sverige.

2.2.3.3. Hjälpplantering

Hjälpplantering antas ske på ca 15 % av den föryngringsavverkade arealen 8-10 år efter föryngringsavverkning. Plantantalet på denna areal har bedömts till 1/3 av antalet vid den ursprungliga planteringen. Kostnaden för plantor och plantering har satts till $1,85 + 0,70 = 2,55$ kr.

Andelen hjälpplantering har bedömts efter studier av återväxtresultat i Polytax (Skogsstyrelsen arbetsmaterial). Plantantal och kostnader baseras på samma material som vid plantering (se ovan).

2.2.3.4. Röjning

Röjning antas i huvudalternativet ske en gång på hela arealen. Röjningen infaller vid ca 3 meters höjd vilket bedömts inträffa vid 14-27 års ålder beroende av bonitet. Röjningsprestationen beräknas med funktionen:

$$\text{Hektar/dagsverke} = 384 / ((45 * AR) + (118 * H) - 30).$$

AR: antal bortröjda stammar (1000-tal)

H: medelhöjd röjningsstammar (meter)

Dagsverkeskostnaden har satts till 1840 kr. Medelhöjden vid röjning är 3 m och antalet röjningsstammar har bedömts vara ca 4000.

Röjningstidpunkten och antal bortröjda stammar per hektar har bedömts med stöd av SKS Röjningsundersökning 1997 (Petterson & Bäcke 1998) och höjdtutvecklingsfunktioner för tall och gran (Elfving 1982). Röjningsprestationsfunktionen är framtagen av SkogForsk (Nyström pers. medd.) och kostnaden per dagsverke härrör från ett sydsvenskt skogsföretag.

2.2.4. Övriga kostnader och intäkter

Drivningskostnaderna, dvs. kostnader för avverkning och terrängtransport beräknas med funktioner. Tre olika drivningssystem finns tillgängliga i systemet. Ett system hanterar all föryngringsavverkning medan två olika stora system finns för gallringar. Kostnaden för gallring i enskilda avdelningar beräknas för båda systemen. Det billigaste väljs i varje enskilt fall.

Funktion för beräkning av drivningskostnader:

$$\text{kr} / \text{m}^3 \text{ fub} = \left(\frac{Skö}{60} * (a + b * UV + c * US) + (ma * USmS * US) + (X * mb * US) \right) * \frac{1}{UV} + \left(\frac{Sko}{60} * sa * UV + sb + \left(\frac{UV * 2 * ss}{sll} \right) / sv \right) * \frac{1}{UV}$$

Variabler:

UV	Volymuttag per hektar (m ³ fub)
US	Uttag antal stammar
USmS	Uttag antal småstammar (1000-tal)
X	1/0 variabel (X = 1 om UsmS > 0,5 annars 0)

Låsta variabler

Skö	Kostnad skördare per G15 timme (kr)
Sko	Kostnad skotare per G15 timme (kr)
Sv	Körhastighet (m/min)
Sl	Lastkapacitet (m ³ fub)
Ss	Enkel körväg

Konstanter:

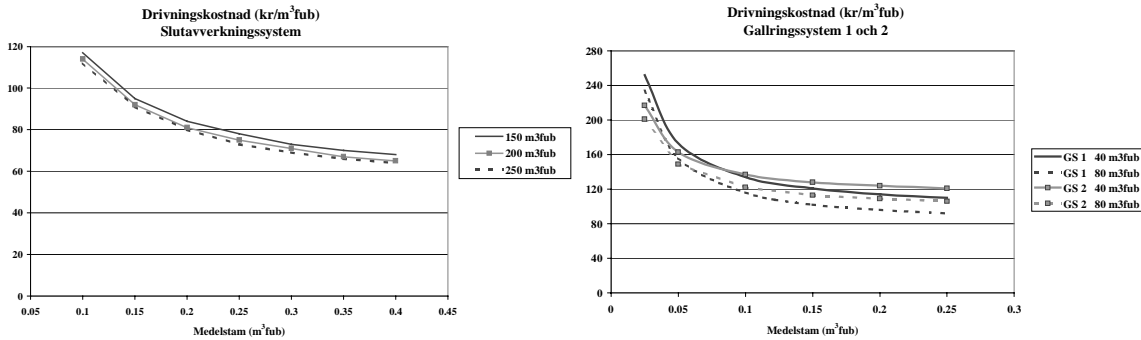
a, b, c, ma, mb, sa, sb

Drivningskostnaden per avverkningssystem beräknas med unika värden på de låsta variablerna och konstanterna per system. I Tab. 2.2.4-1 redovisas de värden som använts i beräkningarna.

Tabell 2.2.4-1. Låsta variabler och konstanter per avverkningssystem.

Variabel/ konstant	Avverkningssystem		
	Föryngrings- avv.	Gallring 1	Gallring 2
Skö	700	700	570
A	79	79.3	90
B	1.31	2.2	4.5
C	0.56	0.34	0.28
Ma	0	0.0179	0.0185
Mb	0	0.0143	0.0231
Sko	525	500	450
Sa	2.16	2.84	3.38
Sb	74	60	42
Sv	60	50	50
Sl	13	11	7
Ss	300	300	300

Figur 2.2.4-1 visar drivningskostnadens beroende av den avverkade medelstammens volym vid olika uttag per hektar.



Figur 2.2.4-1. Drivningskostnad (kr/m³ fub) vid olika uttag (m³ fub/ha) och medelstam (m³ fub/stam) för ett slutavverkningssystem och två olika stora gallringssystem (Gallringssystem 1 (GS 1) > Gallringssystem 2 (GS 2)).

För beräkning av virkets värde har en aktuell prislista från en virkesköpare med verksamhet i norra Sverige förts in i IP. Diameter och längdkorrigerig har anpassats till det format som bestäms av indata-tabeller i IP

Flera faktorer påverkar kostnadsbilden för virkets vidaretransport tex. vägstandard, möjlighet till returtransporter etc. Hänsyn till alla sådana faktorer har inte kunnat tas i dessa beräkningar. En schabloniserad transportkostnad har fastställts efter kontakter med några transportörer och baseras enbart på virkesvolym och avstånd.

$$K = V * (12,75 + 0,357 * S)$$

Där:

K = Kostnad i kr.

V = Virkesvolym i m³ fub.

S = Vidaretransportavstånd i km.

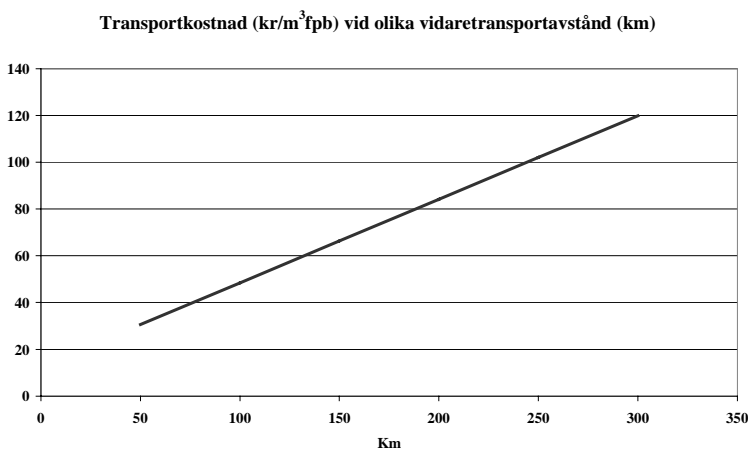


Fig. 2.2.3.5-1. Transportkostnad (kr/m³ fub) vid olika vidaretransportavstånd (km).

2.2.5. Markvärde och nuvärde

Markvärde är en vedertagen term för det teoretiska kapitalvärdet för skogsbruk av en mark omedelbart efter beståndsavveckling, dvs. mark utan träd. I praktiken innebär detta nuvärdet av samtliga intäkter och kostnader som kan förknippas med skogsproduktion i all framtid (Anon 2000). Markvärdet påverkas naturligtvis av hur framtida kostnader och intäkter specificeras men också i högsta grad av vilken kalkylränta som anges. I beräkningarna har olika alternativa kalkylräntor ansatts (1,5-3 %) vilka får anses som allmänt använda räntesatser i skogsbruket. Flertalet jämförelser här är gjorda för beräkningar med kalkylräntan 2,5 %. Denna räntesats är använd om inget annat anges. I IP beräknas markvärdet för den nya generation skog som följer efter att det nu stående bestånden avverkats. Värdet beräknas per bonitetsklass. Bonitetsklassvisa föryngringskostnader specificeras i förväg liksom en mix av föryngringsåtgärder och används tillsammans med de framtida virkesintäkterna för beräkning av markvärdet.

Nuvärdet är värdet av en avdelnings alla framtida kostnader och intäkter diskonterat till nutid med den räntesats som antagits.

2.2.6. Beräkningsalternativ

Ett flertal simuleringar med olika förutsättningar har gjorts för hela det aktuella innehavet. Variationen avser val av kalkylränta, transportavstånd och röjningsprogram i den nya skogen. De kombinationer av variablerna ovan som beräknats framgår av tabell 2.2.5-1.

Tabell 2.2.5-1. De kombinationer av kalkylränta (%), transportavstånd (km) och röjning (ja/nej) för vilka beräkningar i Indelningspaketet utförts.

Kalkylränta	Röjt			Oröjt		
	Transportavstånd			Transportavstånd		
	50 km	150 km	250 km	50 km	150 km	250 km
1,5 %	X					
2 %	X					
2,5 %	X	X	X	X	X	X
3 %	X					

3. Framtida skogstillstånd och avverkningsmöjligheter

Sammanfattning

Givet att skogsägarna under lång tid framöver kommer att bete sig som idag är avverkningsmöjligheterna i framtiden avsevärt större än dagens. I scenariot "90-talets skogsbruk" är den potentiella bruttoavverkningen ca 81 milj. m³sk/år under den närmaste 10-årsperioden. För hela perioden 2000-2100 skattas den potentiella avverkningen till i genomsnitt 92 milj. m³sk/år. I slutet av denna period och på längre sikt kan nivån komma att minska. Dagens förnygringsambitioner är en förklaring till den framtida minskningen.

Den framtida skogen enligt detta scenario karaktäriseras av en åldersmässig "klyvning". Denna beror på ökade arealer gammal skog inom formella och frivilliga avsättningar samt viss överhållen skog och kortare omloppstider i den brukade skogen. De frivilliga avsättningarnas varaktighet och skogsägarnas kriterier för val av avverkningsobjekt är av avgörande betydelse för denna utveckling som på hundra års sikt kan resultera i att skogen är äldre än 140 år på ca 10 % av skogsmarksarealen.

Om avverkningsnivån inte ökar från dagens nivå till den potentiellt högsta möjliga uthålliga enligt ovan, ökar virkesförrådet mycket kraftigt. På hundra års sikt kan virkesförrådet närma sig 5,5 miljarder m³sk. Med nuvarande avverkningsbeteende blir det även i detta scenario stora kontraster mellan aktivt brukad och avsatt eller överhållen skog. Andelen gammal skog kan efter 100 år vara ca 20 %. Under de första 50 åren ökar tillväxten som en följd av virkesförrådets ökning. På längre sikt minskar tillväxten till nivåer under den idag uppmätta pga. stora arealer gammal oväxtlig skog.

I norra Sverige har effekterna av två olika årliga gallringarealer studerats. I ett mindre ambitiöst alternativ erhålls på sikt en högre bruttotillväxt som dock i stor utsträckning balanseras av en högre naturlig avgång. Effekten på avverkningsvolymerna är därför mycket liten. Skillnaderna märks istället på den förnygringsavverkade medelstammens volym som på lång sikt blir grövre i alternativet med stora gallringsarealer. Andra kvalitetseffekter än diameterutvecklingen kan inte bedömas med stöd av Huginberäkningar. Värdet av kvalitetshöjande åtgärder blir därför konsekvent underskattat.

I detta kapitel redovisas skogstillstånd och avverkning för de tre scenarierna beräknade i Hugin (se rubrik 2.1.2). Redovisningen av "90-talets skogsbruk" år 2000-2300 är mer omfattande än övriga, för vilka skillnader i förhållande till "90-talets skogsbruk" lyfts fram. Ytterligare resultat om skogstillståndet redovisas i flera kapitel i denna rapport där ytterligare uppgifter eller resultat med annan upplösning presenteras.

En viktig skillnad mellan scenarierna är storleken på avverkningen. I scenario 1 och 3 avses "högsta möjliga uthålliga" avverkning (potentiell avverkning). Både avverkad volym och avverkningens sammansättning förändras således och påverkar/påverkas av skogstillståndet. I scenario 2 är avverkningsvolymen bestämd i förutsättningarna (förutsatt avverkning). Redovisningen avser denna volyms sammansättning beroende av skogstillståndets förändring.

Med potentiell och förutsatt avverkning menas här den avverkning av levande träd som utfallit i Huginberäkningarna i avverkningsformerna, förstagallring, övrig gallring och förnygringsavverkning (avverkning av överståndare och fröträd ingår i övrig gallring). Avverkning av naturligt avgångna träd och avverkning i röjning ingår ej.

Resultaten är simuleringar av utvecklingen under givna förutsättningar och måste bedömas av läsaren utifrån dennes uppfattning om antagen skötsel. Förutsättningarna är statiska dvs. samma skötselstrategi gäller under hela beräkningsperioden.

P.g.a. ett misstag i anpassningen av Hugin för att kunna göra upprepade 100-åriga beräkningar har de redovisade värdena för tillväxten av tall och björk blivit för stora i period 11 och 21. (2100-2109 samt 2200-2219). Detta märks som hack i tillväxtkurvorna för dessa perioder. Felet gäller bara resultatredovisningen i dessa perioder och har alltså inte påverkat beräkningarna framgent. Läsaren kan alltså bortse från de hack i kurvorna som märks t.ex. i Fig. 3.1.1.1-1.

3.1. "90-talets skogsbruk", 2000-2300

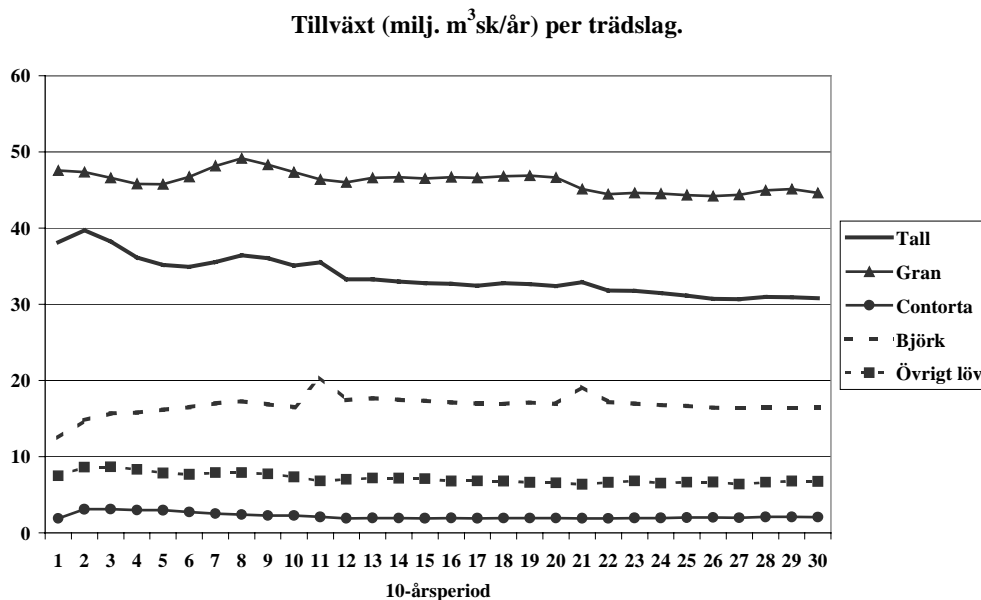
3.1.1. Skogstillstånd

3.1.1.1. Tillväxt och naturlig avgång

I scenariot "90-talets skogsbruk" skattas bruttotillväxten till 108 milj. m³sk/år i den första tioårsperioden (2000-2010). Därefter pendlar den under det första seklet runt 110 milj. m³sk/år. I de därpå följande seklen till år 2300 minskar tillväxten successivt och stabiliseras på ca 100 milj. m³sk/år under den senare delen av 2200-talet. Ungefär 55 % av tillväxten härrör från privata skogar och detta förhållande är stabilt under hela beräkningsperioden. Tillväxten i de nya reservaten minskar under beräkningsperioden från 2 milj. m³sk/år till knappt 0,8 milj. m³sk/år i slutet av 2200-talet.

Den vikande tillväxten efter år 2100 är gemensam för alla balansområden. Mest markant är den dock i Bo 4 där genomsnittet under 2200 talet är 12 % (28,6 milj. m³sk/år) lägre än under beräkningsperiodens första sekel (32,4 milj. m³sk/år).

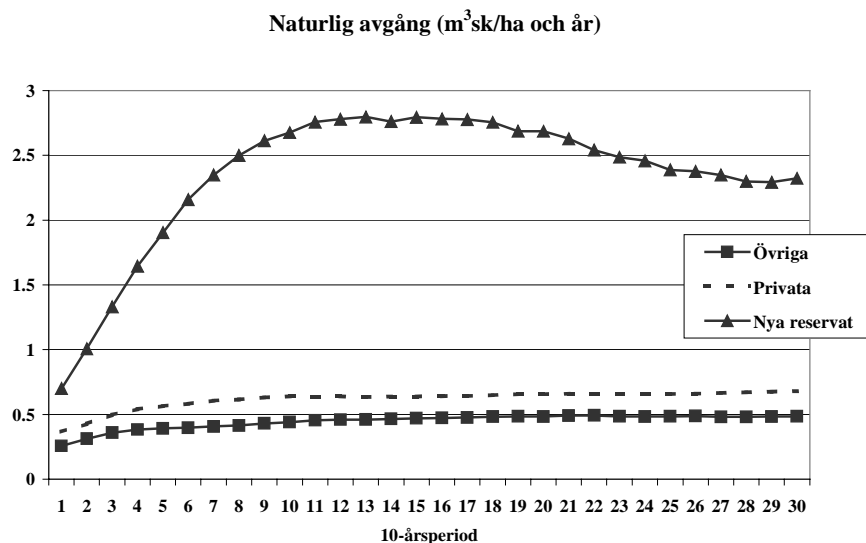
Tillväxtens fördelning per trädslag förändras i första hand genom att tillväxten för björk och contorta ökar kraftigt i de första tioårsperioderna (Fig. 3.1.1.1-1). Tillväxtnivån för dessa trädslag och övrigt löv är därefter relativt stabil under beräkningsperioden. Tillväxten för gran varierar något under den första 100-årsperioden för att därefter sjunka successivt. Tillväxten för tall sjunker snabbare och ligger under det sista seklet i 300-årsperioden ca 14 % lägre än under det första.



Figur 3.1.1.1-1. Bruttotillväxt (milj. m³sk/år) fördelat per trädslag/trädslagsgrupp. Hela landet, alla ägare.

Den naturliga avgången ökar snabbt inom samtliga ägarkategorier under beräkningsperiodens första sekel (Fig. 3.1.1.1-2). På den brukade arealen (privata och övriga) stabiliseras avgången därefter på en nivå ungefär dubbelt så hög som i utgångsläget. Inom de nya reservaten är ökningen mycket kraftig

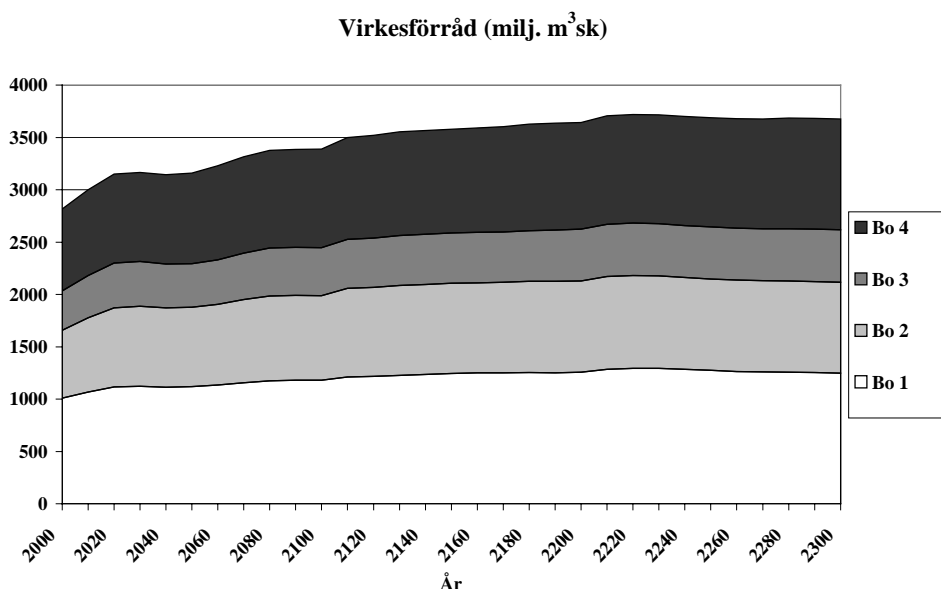
det första seklet. I slutet av beräkningsperioden minskar den naturliga avgången åter något. Utvecklingen är gemensam för alla balansområden.



Figur 3.1.1.1-2. Naturlig avgång (m³sk/ha och år) fördelat på ägarkategorier. Hela landet.

3.1.1.2. Virkesförråd

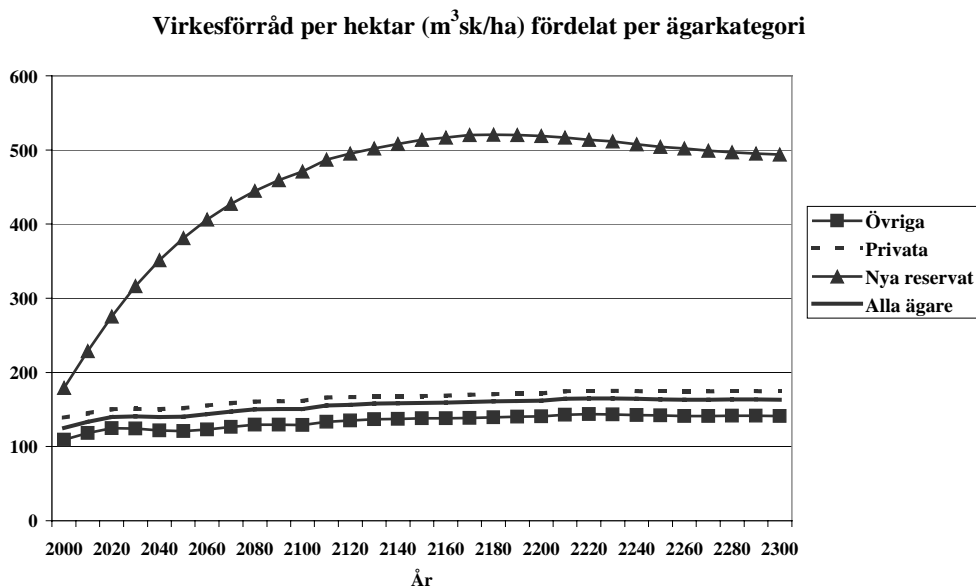
Virkesförrådet ökar i detta scenario i hela landet med ca 20 % under de första 100 åren från 2800 milj. m³sk till ca 3400 milj. m³sk och med ytterligare 12 % under det andra seklet (Fig. 3.1.1.2-1). Under beräkningsperiodens sista 100 år stabiliseras virkesförrådet vid ca 3700 milj. m³sk. Ökningen är störst i Bo 2-4 där virkesförrådet vid beräkningarnas slut är ca 35 % högre än i utgångsläget. I Bo 1 är ökningen ca 24 % t.o.m. år 2300.



Figur 3.1.1.2-1. Virkesförråd (milj. m³sk) fördelat per balansområde. Alla ägare.

Virkesförrådet per hektar ökar enligt skattningen för alla ägarkategorier (Fig. 3.1.1.2-2). Kraftigast är ökningen inom de nya reservaten där inga åtgärder utförs. (Observera dock att dessa avdelningars kombination av ålder och virkesförråd kan ligga utanför det material på vilket tillväxt och avverkningsfunktioner är grundade. Siffrorna bör därför tolkas med försiktighet). Det förhållande i

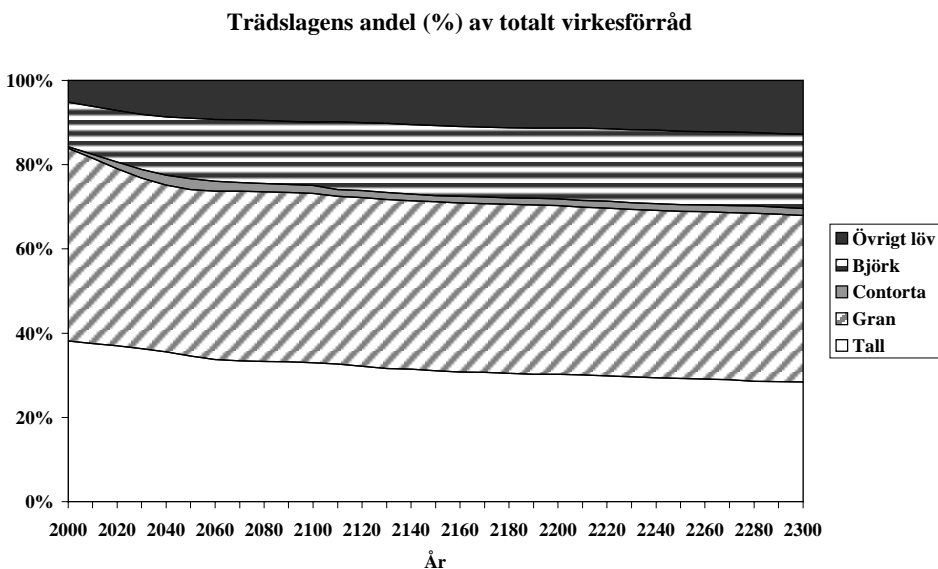
virkesförråd mellan privata och övriga ägare som finns i utgångsläget 2000 är stabilt under hela beräkningsperioden.



Figur 3.1.1.2-2. Virkesförråd per hektar (m³sk/ha) fördelat per ägarkategori. Hela landet.

3.1.1.3. Trädslagsfördelningen

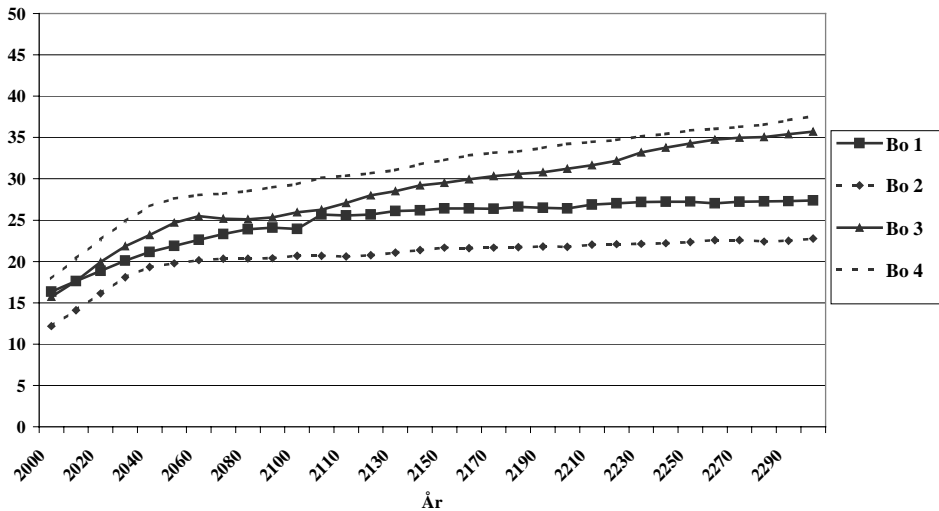
Virkesförrådet fördelning på trädslag för hela landet framgår av figur 3.1.1.3-1. Lövträdsvolymen som ökar nästan 150 % under beräkningsperioden utgör den största delen av ökningen av virkesförrådet. Förrådet av gran ökar också något (13 %) medan förrådet av tall minskar med ca 3 %. Denna förändring innebär en stor skillnad i fördelningen av det totala virkesförrådet mellan trädslagen. Andelarna tall och gran minskar från 38 % resp. 46 % år 2000 till 28 % resp. 40 % år 2300. Lövträden andel ökar under motsvarande period från 16 till 30 % av det totala virkesförrådet. Större delen av dessa förändringar sker under beräkningsperiodens första sekel.



Figur 3.1.1.3-1. Trädslagets andel (%) av totalt virkesförråd. Hela landet, alla ägare.

Den stora ökning i lövträdens virkesförråd är gemensam för alla balansområden (se Fig. 3.1.1.3-2). Virkesförrådet av tall ökar i norra Norrland (Bo 1). I Bo 2 är förrådet relativt stabilt under 300-årsperioden medan det minskar längre söderut.

Lövträdens andel (%) av totalt virkesförråd

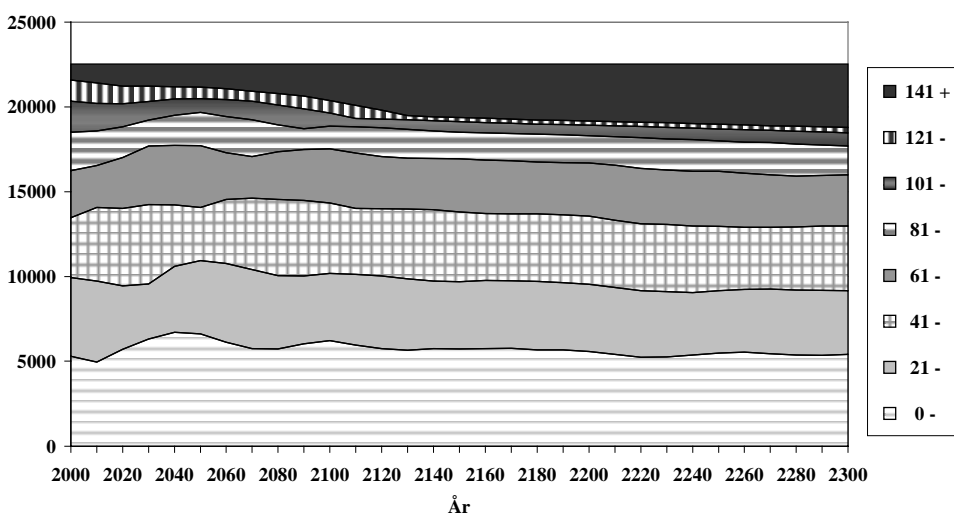


Figur 3.1.1.3-2. Lövträdens andel (%) av totalt virkesförråd fördelat per balansområde. Alla ägare.

3.1.1.4. Ålders- och diameterklassfördelning

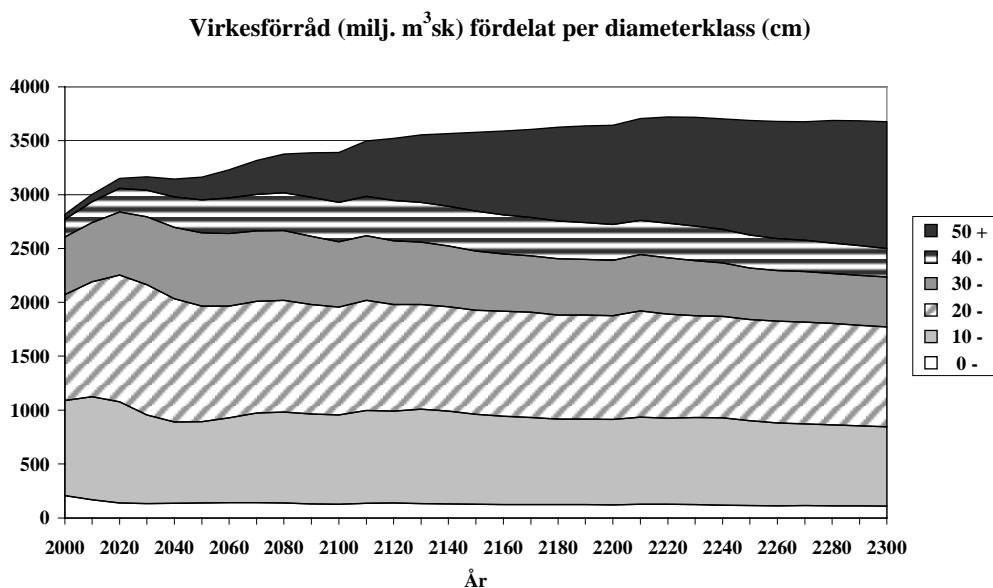
Den framtida skogen kommer enligt scenariot "90-talets skogsbruk" att inrymma en större kontrast vad avser skogens ålder. Arealandelen i klasserna 100 –140 år minskar markant under beräkningsperioden från 14 % till 5 % år 2300. Andelen i de yngre åldersklasserna fluktuerar över tiden men på ungefär samma nivå. Ökningen sker i stället av arealerna skog äldre än 140 år. I figur 3.1.1.4-1 redovisas arealandelen per åldersklass för alla ägare, dvs. inklusive de nya reservaten. Eftersom inga åtgärder utförs i dessa kommer hela arealen nya reservat att återfinnas i den äldsta klassen efter halva 300-årsperioden. Åldersklassfördelningen för *övriga* och *privata* ägare följer samma mönster som i Fig. 3.1.1.4-1 men ökningen i åldersklassen >140 är något mindre.

Skogsmarkens fördelning (1000 ha) på åldersklasser



Figur 3.1.1.4-1. Skogsmarksarealens fördelning (%) på åldersklasser. Hela landet, alla ägare.

Det stående virkesförrådet blir avsevärt grövre över hela beräkningsperioden (Fig. 3.1.1.4-2). Detta beror både på att virkesförrådet av grova träd ökar och på att förrådet av klenare stammar minskar. Andelen av virkesförrådet som är grövre än 50 cm ökar från 2 % år 2000 till 32 % vid beräkningarna slut år 2300.



Figur 3.1.1.4-2. Virkesförrådet (milj. m³sk) fördelat per diameterklass (cm). Hela landet, alla ägare.

Utvecklingen är likartad i Bo 2-4 som för landet som helhet. I Bo 1 sker inte motsvarande minskning av förrådet i klasserna klenare än 50 cm. Virkesförrådet i klassen 50+ cm ökar från en mycket låg nivå till att utgöra knappt 17 % av virkesförrådet år 2300.

I de nya reservaten är ökningen av virkesförrådet mycket stor och andelen i den grövsta diameterklassen beräknas öka från 4 % till 66 % mellan åren 2000 och 2300. Särredovisning av den brukade skogen (*privata + övriga*) skiljer sig endast marginellt från alla ägare.

3.1.2. Avverkning

Den potentiella avverkningen skattas i den första 10-årsperioden till knappt 81 milj. m³sk/år. Under perioden 2010-2100 varierar därefter avverkningsnivån mellan knappt 90 och knappt 100 milj. m³sk/år. Under perioden 2100-2300 är nivån 85-90 milj. m³sk/år. För hela 300-årsperioden är genomsnittlig årlig avverkning 89 milj. m³sk.

I samtliga balansområden ökar den potentiella avverkningen under de första 10-årsperioderna för att därefter åter minska. Variationen mellan 10-årsperioderna under det första seklet är stor. Under åren 2100-2300 stabiliseras avverkningsnivåerna i samtliga balansområden. I Bo 3 och 4 är avverkningen vid beräkningsperioden slut lägre än vid beräkningarnas början. I Bo 1 och 2 stabiliseras avverkningen på en nivå något högre än i period 1.

3.1.2.1. Gallring

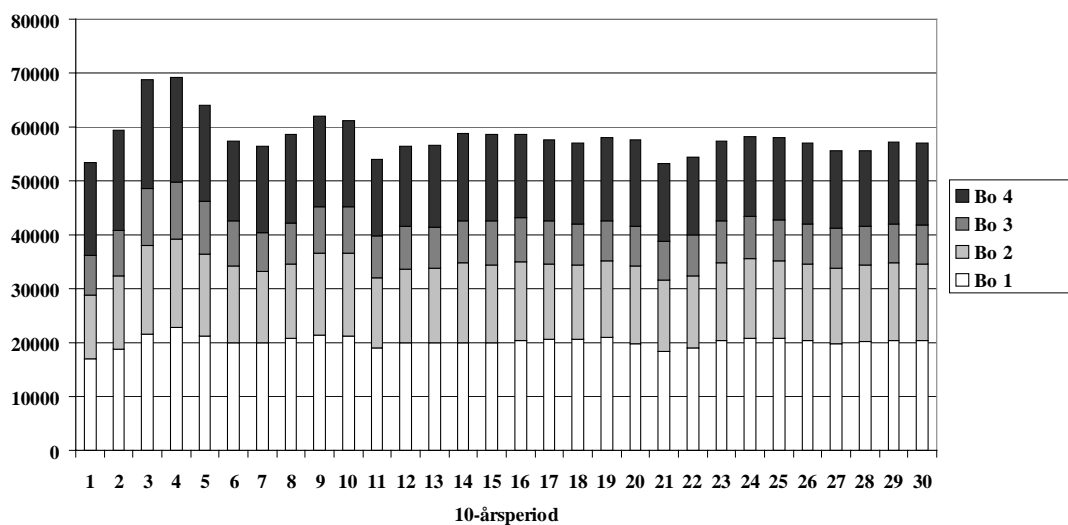
Avverkningen i gallring ökar från drygt 27 milj. m³sk/år i den första 10-årsperioden till som mest drygt 34 milj. m³sk/år i period 8. Under perioden 2100 till 2300 sjunker gallringsuttaget till mellan 29-32 milj. m³sk/år. Genomsnittligt uttag i gallring för hela 300-årsperioden är 31 milj. m³sk/år. Andelen förstagallring är 35 % i den första 10-årsperioden och minskar därefter i de inledande 10-årsperioderna till 29 % i period 4. I de följande perioderna varierar förstagallringen andel av all gallring mellan 33 och 40 %.

3.1.2.2. Föryngringsavverkning

Den skattade potentiella föryngringsavverkningen ökar från 53 milj. m³sk/år i den första 10-årsperioden till som mest drygt 69 milj. m³sk/år i period 5 (Fig. 3.1.2.2-1). Avverkningen sjunker därefter och varierar mellan 53 och 64 milj. m³sk/år till år 2300. Genomsnittet för 300-årsperioden är 58 milj. m³sk/år. Den variation i avverkningen som modellen skattar är gemensam för alla balansområden under den första 100-årsperioden. I senare delar av beräkningsperioden är avverkningsnivåerna stabilare. I Bo 1 och 2 är nivån under dessa år högre än i den första 10-årsperioden. I Bo 3 och 4 är nivån 2100-2300 lägre än avverkningen i den första 10-årsperioden.

Uttaget per hektar ökar generellt över 300-årsperioden i alla balansområden utom Bo 3 där det ligger på ungefär samma nivå under beräkningsperioden. För hela landet ökar det genomsnittliga uttaget från 260 m³sk /ha år 2000 till 285 m³sk/ha år 2300.

Föryngringsavverkning (1000 m³sk/år)

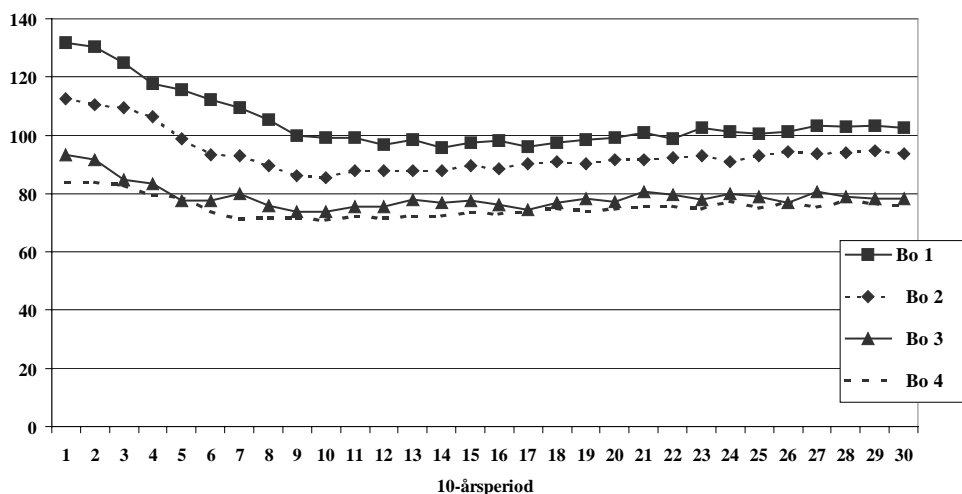


Figur 3.1.2.2-1. Potentiell föryngringsavverkning (1000 m³sk/år) fördelat per balansområde. Alla ägare.

3.1.2.3. Genomsnittlig ålder vid föryngringsavverkning

Genomsnittlig ålder vid föryngringsavverkning sjunker snabbt under beräkningarnas första hälft från 110 år i period 1 till som lägst 86 år i period 14. Under resterande del av beräkningsperioden ökar genomsnittsåldern åter något till 92 år. Genomsnittsåldern i respektive balansområde följer samma utveckling men åldrarna är högre i norra Sverige än i södra (Fig. 3.1.2.3-1).

Genomsnittlig ålder (år) vid föryngringsavverkning

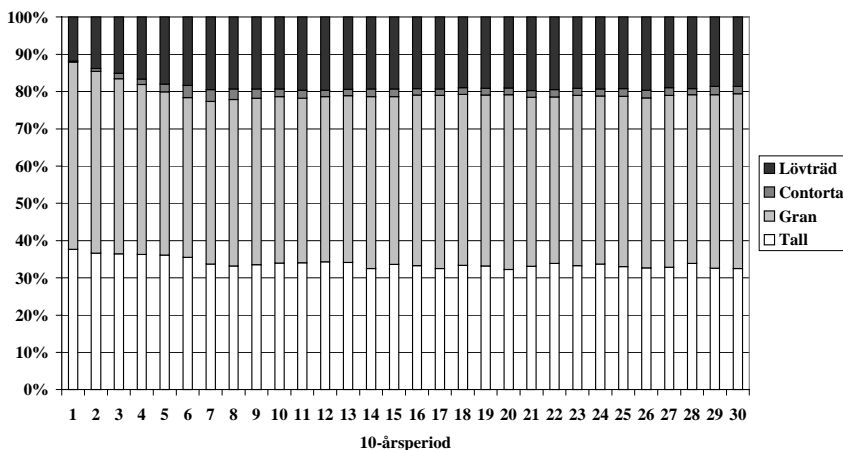


Figur 3.1.2.3-1. Genomsnittlig ålder (år) vid föryngringsavverkning fördelat per balansområde. Alla ägare.

3.1.2.4. Avverkningens sammansättning

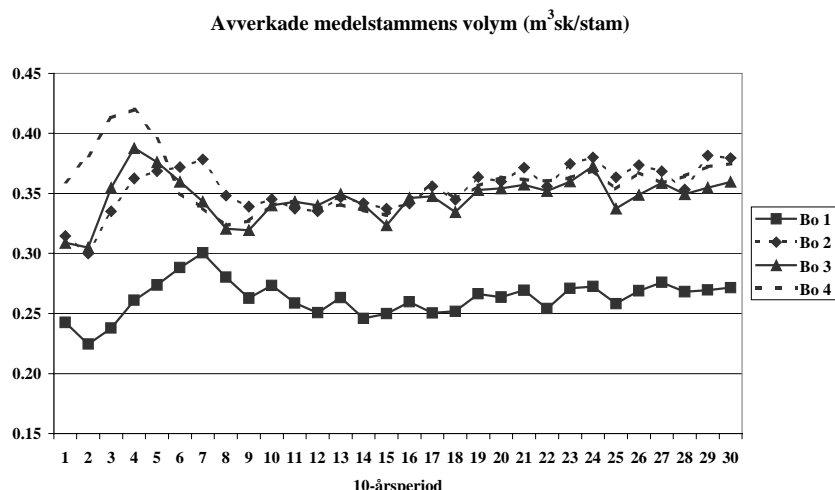
Tallens andel av den skattade potentiella avverkningen minskar långsamt under hela beräkningsperioden från 38 % i period 1 till 33 % i perioden 2090-2099 (Fig. 3.1.2.4-1). Andelen gran minskar relativt sett snabbare från 50 % vid beräkningarnas början till 43 % i period 6. Andelen gran av avverkningen ökar därefter något och varierar mellan 44 % och 47 % till år 2300. Lövträdens andel av avverkningen ökar under det första seklet från 12 % till 20 % i period 11. I resterande del av beräkningsperioden stabiliseras andelen kring 19-20 %.

Trädslagens andelar (%) av potentiell avverkning



Figur 3.1.2.4-1. Trädslagens andelar (%) av potentiell avverkning. Hela landet, alla ägare.

Det avverkade virkets dimensioner speglas i beräkningarna av den avverkade medelstammens volym. Här redovisas denna som genomsnitt för avverkningsformerna föryngringsavverkning, förstagallring och övrig gallring. Endast träd över 10 cm ingår i beräkningen. Medelstammen i avverkning ökar under de första 5-7 perioderna (Fig. 3.1.2.4-2) i alla beräkningsområden för att därefter minska relativt snabbt fram till år 2100. I de följande 2 seklen sker en långsam men stadig ökning av medelstammens volym. Utvecklingen är likartad för alla balansområden.



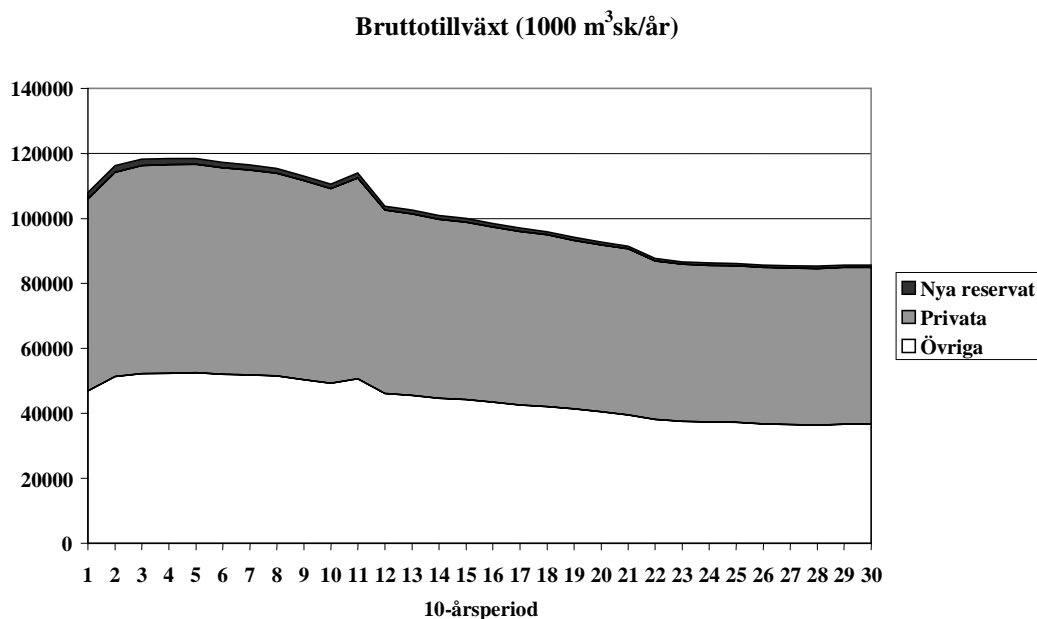
Figur 3.1.2.4-2. Avverkade medelstammens volym (m³sk/stam) per balansområde. Alla ägare, all avverkning.

3.2. "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå", 2000-2300

3.2.1. Skogstillstånd

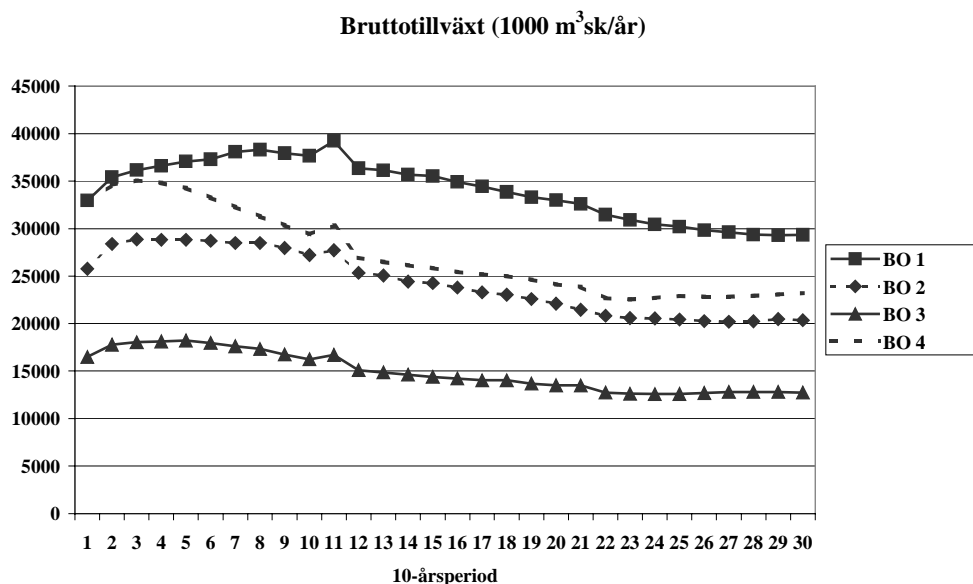
3.2.1.1. Tillväxt och naturlig avgång

I detta scenario ökar tillväxten snabbt från 108 milj. m³sk/år i den första 10-årsperioden till drygt 118 milj. m³sk/år i period 5 (Fig. 3.2.1.1-1). Tillväxten sjunker därefter stadigt till ca 86 milj. m³sk/år runt år 2230. Därefter stabiliseras nivån kring 85 milj. m³sk/år. Tillväxten i första perioden härrör till 55 % från privata marker, 43 % från övrigas marker och till 2 % från de nya reservaten. Tillväxten i de nya reservaten mer än halveras under beräkningsperioden och utgör år 2300 endast 1 % av bruttotillväxten. Fördelningen mellan privata och övriga förändras bara marginellt under beräkningsperioden.



Figur 3.2.1.1-1. Bruttotillväxt (1000 m³ sk/år) fördelat per ägarkategori. Hela landet.

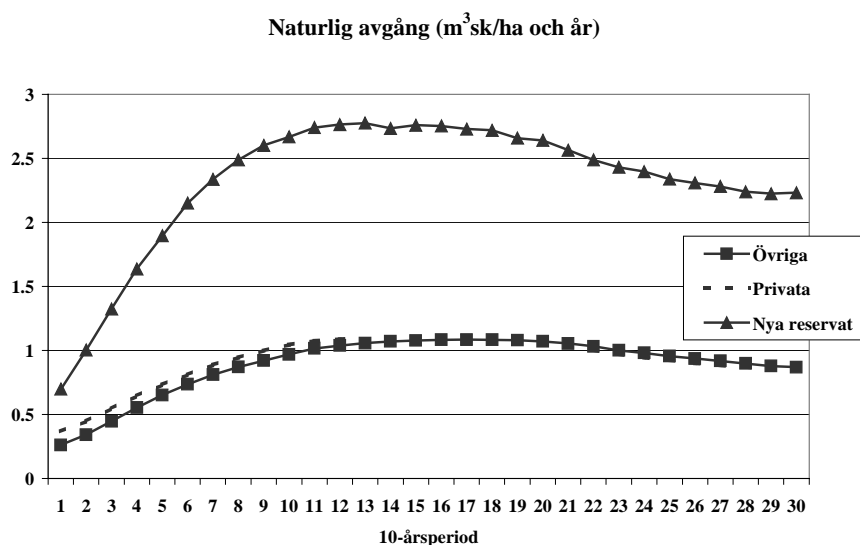
Tillväxt per balansområde utvecklas enligt Fig. 3.2.1.1-2. Inom samtliga beräkningsområden ökar tillväxten initialt för att därefter minska till nivåer under den i period 1. Tillväxtminskningen till beräkningsperiodens slut år 2300 jämfört med första periodens tillväxt är speciellt stor i Bo 4. Tillväxten minskar i detta Bo från 33 milj. m³sk/år i period 1 till 23 milj. m³sk/år i den sista perioden vilket innebär en minskning med drygt 30 %.



Figur 3.2.1.1-2. Bruttotillväxt (1000 m³sk/år) fördelat per balansområde. Hela landet.

Tillväxtens utveckling skiljer sig kraftigt åt mellan trädslagen. För gran, tall och övrigt löv minskar tillväxten avsevärt från den första till den sista 10-årsperioden. Tillväxten för contorta och björk ökar däremot sett över hela 300-årsperioden. Ökningen sker dock relativt snabbt varefter tillväxten åter minskar något mot slutet av beräkningsperioden.

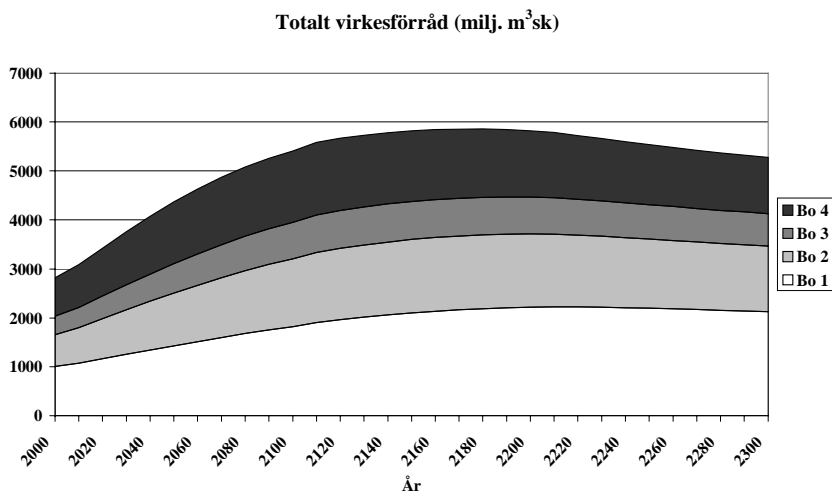
Den naturliga avgången ökar i detta scenario inom alla ägarkategorier under beräkningsperiodens första hälft (Fig. 3.2.1.1-3). På den brukade skogsmarken, dvs. privata och övriga ägare är ökningen betydande till över 1 m³sk/ha och år efter 2100. Efter år 2200 sjunker den naturliga avgången åter något. Ökningen av naturlig avgång inom de nya reservaten skiljer sig inte i detta scenario jämfört med "90-talets skogsbruk".



Figur 3.2.1.1-3. Naturlig avgång (m³sk/ha och år) fördelat per ägarkategori. Hela landet.

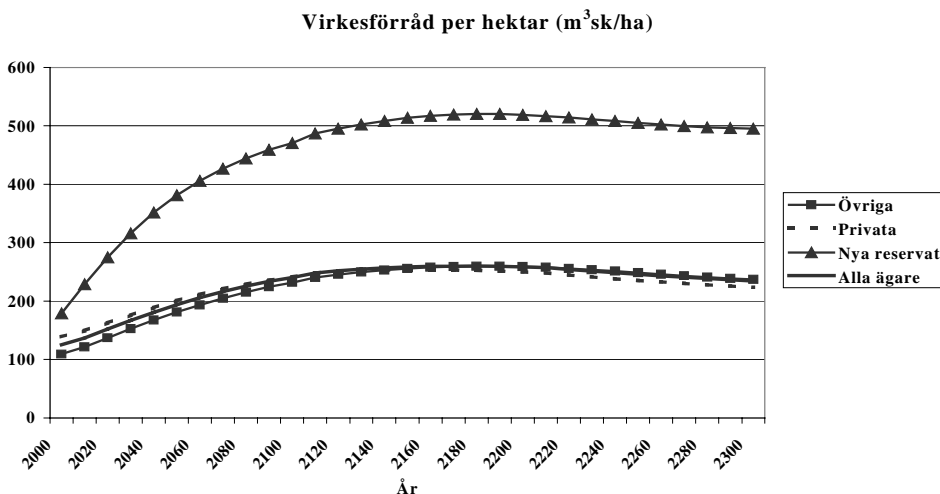
3.2.1.2. Virkesförråd

I detta scenario ökar virkesförrådet mycket snabbt i hela landet från ca 2800 milj. m³sk till knappt 5900 milj. m³sk omkring år 2180 dvs. en ökning med 108 % (Fig. 3.2.1.2-1)! Till år 2300 sker därefter en minskning av förråden till knappt 5300 milj. m³sk. Att förrådet ökar, kulminerar och därefter minskar är gemensamt för alla balansområden. I söder inträffar dock kulminationen tidigare och minskningen därefter är tydligare än i de nordliga balansområdena.



Figur 3.2.1.2-1. Totalt virkesförråd (milj. m³sk) fördelat per balansområde. Alla ägare.

Virkesförrådet per hektar för alla ägare ökar från 125 m³sk/ha år 2000 till som mest 260 m³sk/ha år 2180. Därefter sjunker förrådet något till 234 m³sk/ha år 2300. Privata och övriga ägare skiljer sig genom att virkesförrådet är högre i privata skogar i utgångsläget men något lägre vid beräkningsperioden slut. Storleksordningen på förråden följer dock väl utvecklingen för alla ägare. I de nya reservaten ökar förrådet från 179 m³sk/ha år 2000 till drygt 520 m³sk/ha år 2180. I de följande perioderna minskar virkesförrådet något till 495 m³sk/ha vid beräkningarnas slut.



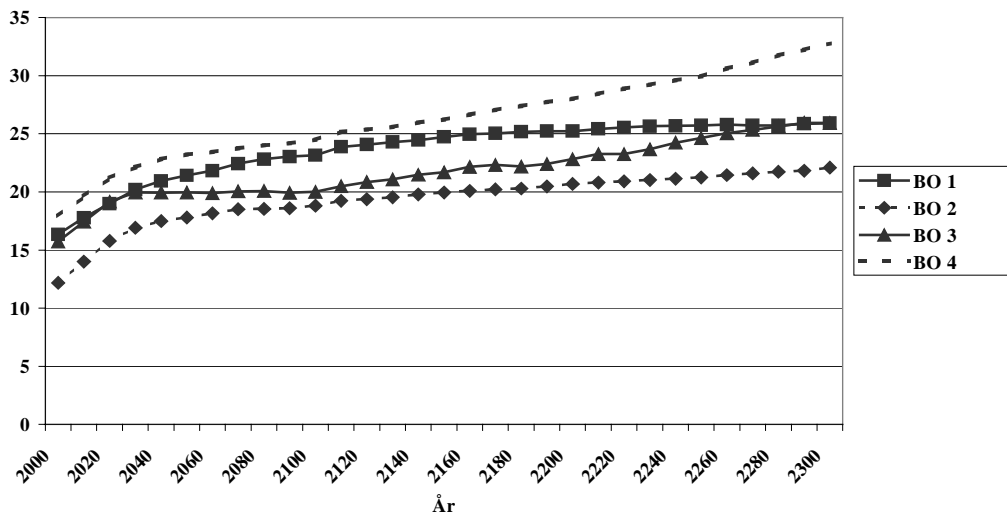
Figur 3.2.1.2-2. Virkesförråd per hektar (m³sk/ha) per ägarkategori. Hela landet.

3.2.1.3. Trädslagsfördelning

Ökningen av virkesförrådet avser alla redovisade trädslag/trädslagsgrupper. Ökningen är dock i relativa tal kraftigast för lövträden och contortatall. Räknet på det totala virkesförrådet minskar därför andelarna tall och gran från 38 % resp. 46 % år 2000 till 32 % resp. 40 % vid beräkningsperiodens slut. Andelen lövträd ökar från 16 % till 26 % under motsvarande period.

Lövträdsandelen av virkesförrådet ökar snabbt under de första 50 åren av beräkningsperioden inom alla balansområden vilket framgår i Fig. 3.2.1.3-1. Ökningen fortgår därefter men i långsammare takt i alla balansområden till år 2300. I Bo 4 har andelen år 2300 ökat till 33 % av virkesförrådet.

Lövträds andel (%) av virkesförrådet

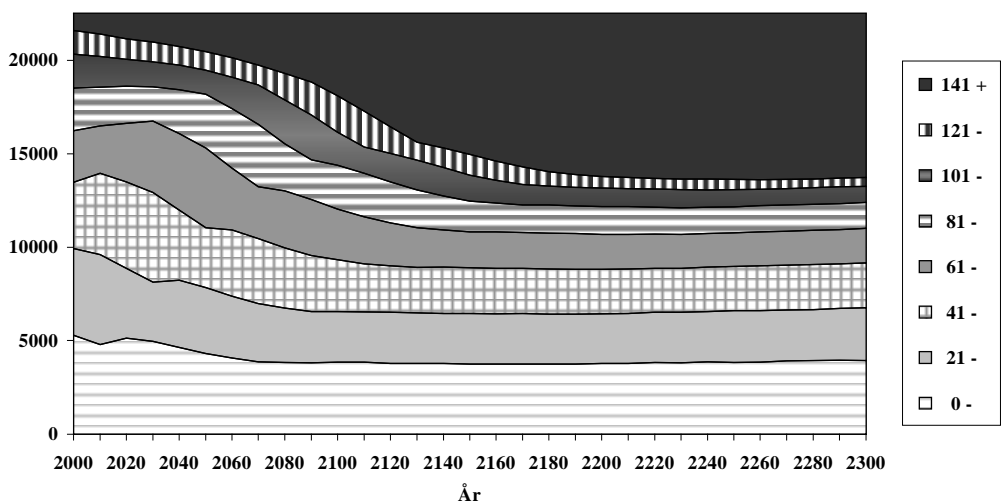


Figur 3.2.1.3-1. Lövträds andel (%) av totalt virkesförråd fördelat per balansområde. Alla ägare.

3.2.1.4. Ålders- och diameterklassfördelning

I scenariot förändras skogens ålderssammansättning främst genom att arealen i den äldsta klassen >140 år ökar snabbt och stadigt under perioden 2000-2200. Endast 4 % av skogsmarken hyser i nuläget skog över 140 år medan motsvarande siffra år 2200 skattas till 39 %. Under beräkningarnas sista sekel är andelen i klassen stabil. I alla övriga åldersklasser sker en minskning av arealen. I relativa tal är minskningen störst i åldersintervallet 100-140 år. Andelen minskar i dessa klasser från 14 % år 200 till endast 6 % år 2300. Även andelen yngre skogar minskar. Figur 3.2.1.4-1 avser alla ägarkategorier. Hela arealen *nya reservat* blir äldre än >140 år efter ungefär halva beräkningsperioden. Eftersom de *nya reservaten* omfattar en förhållandevis liten areal är Fig. 3.2.1.4-1 en god illustration även av utvecklingen för *privata* och *övriga*.

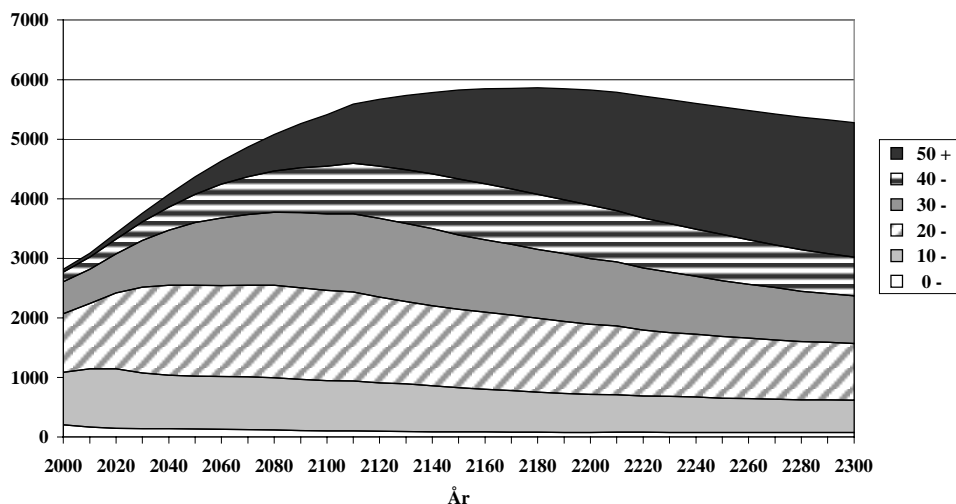
Skogsmarkens fördelning (1000 ha) på åldersklasser



Figur 3.2.1.4-1 Skogsmarksarealen (1000 ha) fördelad på åldersklasser (år). Hela landet, alla ägare.

Med en ökad ålder på skogen följer naturligt att virkesförrådet blir grövre. I hela landet ökar andelen av virkesförrådet grövre än 40 cm från 8 % år 2000 till 55 % år 2300 (Fig. 3.2.1.4-2). Även virkesförrådet i diameterklassen 30-40 cm ökar i absoluta tal. Andelen sjunker dock något p.g.a. det större virkesförrådet. Virkesförrådet i klasserna 0-30 cm minskar både i absoluta och relativa tal. Virkesförrådet utveckling följer samma mönster i alla balansområden. Ökningen av förrådet i de grova klasserna är dock större ju längre söderut i landet man kommer. I Bo 1 ökar andelen i klasserna grövre än 40 cm från 4 % år 2000 till 42 % vid beräkningsperiodens slut. I Bo 4 är motsvarande ökning från 13 % till 72 %.

Virkesförråd (milj. m³sk) fördelat per diameterklass (cm)



Figur 3.2.1.4-2. Virkesförråd (milj. m³sk) fördelat på diameterklasser (cm). Hela landet, alla ägare.

3.2.2. Avverkning

Redovisningen av avverkning i scenariot ”90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå” skiljer sig jämfört med ”90-talets skogsbruk” i det att avverkningsvolymen är bestämd i förväg. I beräkningarna lottas avverkningen på ytor vars volym och representativa areal varierar. Avverkningen kan av denna anledning variera något vilket inte skall tolkas som ojämnheter i avverkningsmöjligheterna utan som en modellegenskap. Avverkningen benämns härefter ”förutsatt” avverkning.

Av de i genomsnitt 71 milj. m³sk/år som förutsatts avverkas inom det som idag är skogsmark utgörs 66 % av virke från förnygringsavverkningar, 11 % från förstagallringar och 23 % från övrig gallring. Uppgifterna gäller grovt alla 10-årsperioder i beräkningen.

3.2.2.1. Avverkningens sammansättning

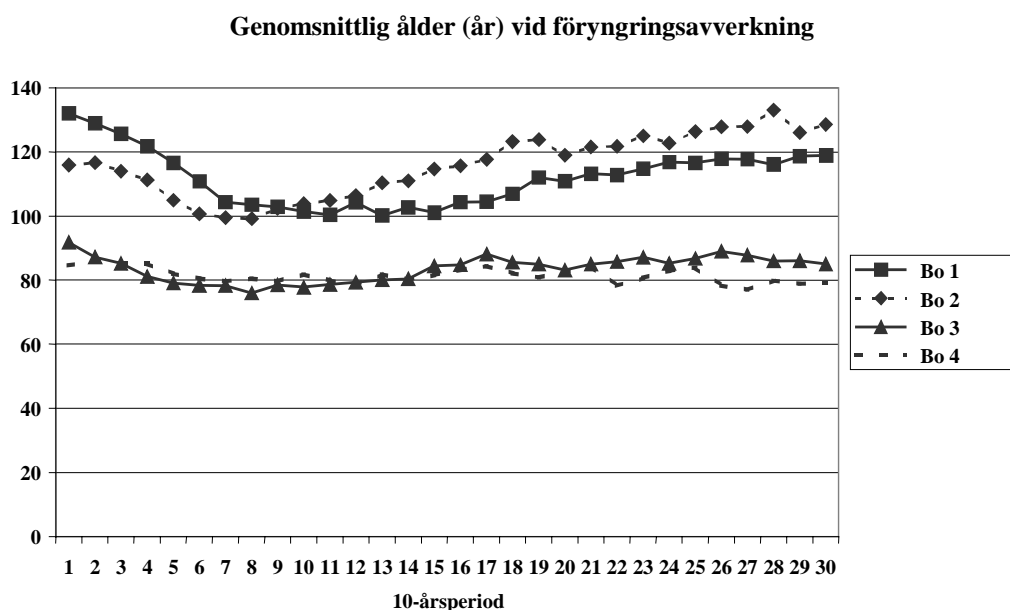
Avverkningens granandel sjunker i detta scenario från 51 % i den första 10-årsperioden till 45 % i period 5. Andelen varierar därefter mellan 45 och 47 % under resten av beräkningsperioden. Tallens andel av förutsatt avverkning sjunker långsammare men stadigt under hela beräkningsperioden. Andelen minskar från 37 % period 1 till 35 % i period 10 och därefter till 32 % i beräkningarnas sista 10-årsperiod (2290-2299). Lövträdens andel av förutsatt avverkning ökar kraftigt i de inledande 10-årsperioderna från 12 % i period 1 till 17 % i period 5. Den fortsatta ökningen är betydlig långsammare till ca 19 % i den sista 10-årsperioden.

Den förnygringsavverkade medelstammens volym ökar kraftigt från 0,37 m³sk/stam i beräkningarnas första tioårsperiod till 0,49 m³sk/stam i period 7. Under resten av beräkningsperioden stabiliseras medelstammen på nivån 0,45-0,49 m³sk/stam. Även medelstammen i övrig gallring ökar från ca 0,25 m³sk/stam till som mest 0,40 m³sk/stam i period 13. Den varierar därefter mellan 0,33-0,39 m³sk/stam.

Medelstammens volym i förstagallring påverkas mindre under beräkningsperioden. Efter en ökning från 0,15 m³sk/stam till 0,19 m³sk/stam i period 3 varierar den mellan 0,17-0,18 m³sk/stam under resten av beräkningsperioden till år 2300.

3.2.2.2. Genomsnittlig ålder vid förnygringsavverkning

Genomsnittlig ålder vid förnygringsavverkning i hela landet sjunker mycket snabbt från 113 år i den första perioden till som lägst 93 år i period 8. Därefter ökar åldern till 105 år i den sista perioden år 2290-2299. Ökningen som sker efter de första 100 åren är större i norra än i södra Sverige (Fig. 3.2.2.2-1).



Figur 3.2.2.2-1. Genomsnittlig ålder (år) vid förnygringsavverkning fördelat per balansområde. Alla ägare.

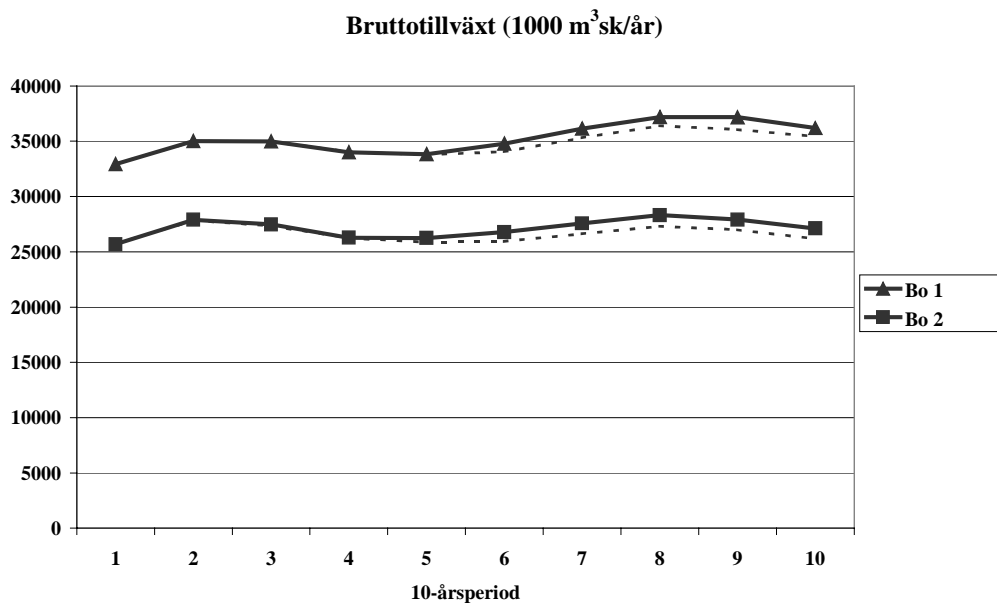
3.3. "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå"

Detta scenario har beräknats för balansområdena 1 och 2 för att visa effekterna av statisk gallringsvolym och röjningsareal. Scenariot bedömdes särskilt intressant i dessa områden eftersom resultaten från "90-talets skogsbruk" innebar en kraftig ökning av gallringsarealen i norra Sverige. Beräkningarna omfattar år 2000-2100. Presentationen av resultaten avser balansområdena 1 och 2 separat eller sammanslagna. Eftersom övriga scenarier i stor utsträckning redovisas på nationell nivå har jämförelsevärden från scenariot "90-talets skogsbruk" för Bo 1 och 2 lagts in i några figurer för att öka tolkbarheten.

3.3.1. Skogstillstånd

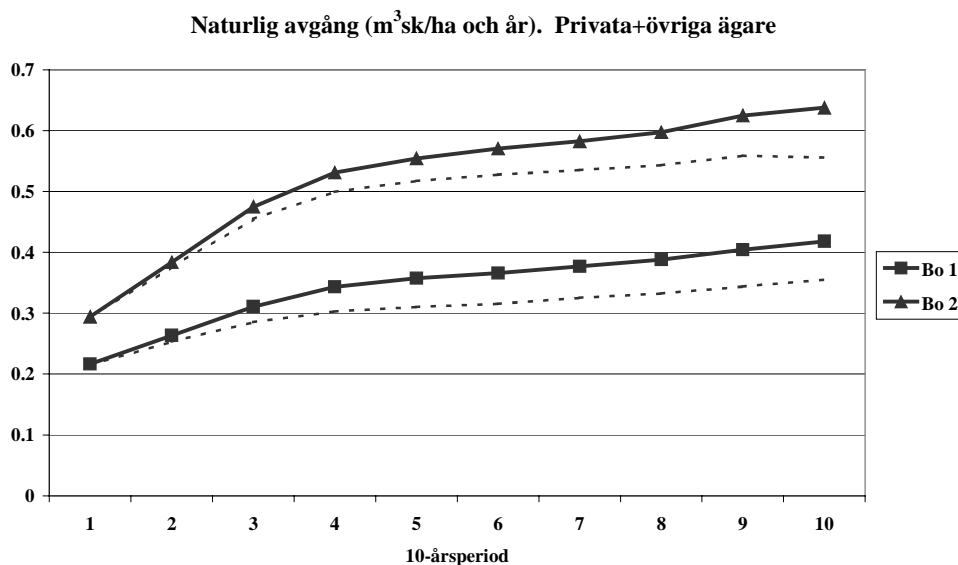
3.3.1.1. Tillväxt och naturlig avgång

Bruttotillväxten skattas i detta scenario till 33 resp. 26 milj. m³sk/år i Bo 1 och 2 i den första 10-årsperioden 2000-2009 (Fig. 3.3.1.1-1). Tillväxten varierar något i de följande perioderna men är vid 100-årsperiodens slut något högre än in utgångsläget. Tillväxten skattas till i genomsnitt 35 resp. 27 milj. m³sk/år under 100-årsperioden. I Fig. 3.3.1.1-1 har jämförelsevärden per balansområde från scenariot "90-talets skogsbruk" lagts in.



Figur 3.3.1.1-1. Bruttotillväxt (1000 m³sk/år) i balansområde 1 och 2. Alla ägare. Streckad linje avser jämförelsevärden "90-talets skogsbruk".

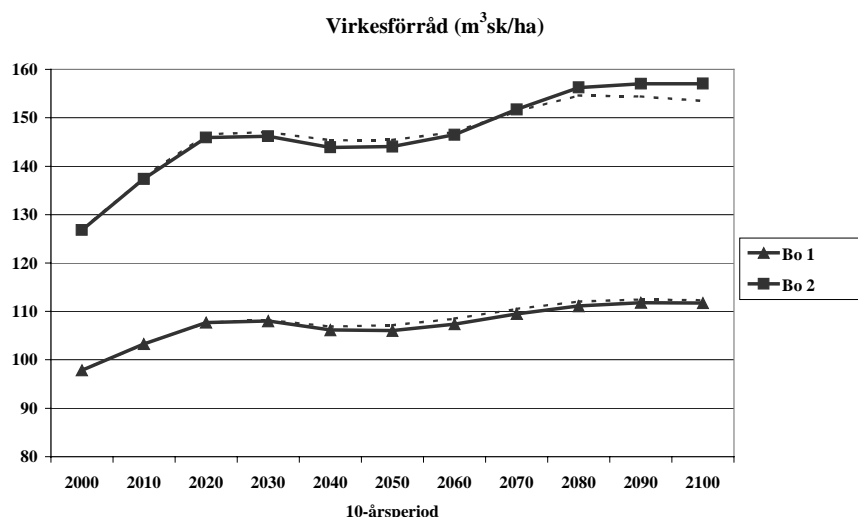
Den naturliga avgången ökar snabbt under första halvan av beräkningsperioden för att därefter öka i långsammare takt. Över hela 100-årsperioden ökar den naturliga avgången från 0,3 resp. 0,2 m³sk/ha och år i Bo 1 och 2 till drygt 0,6 resp. 0,4 m³sk/ha år. De streckade linjerna i Fig. 3.1.1.1-2 avser jämförelsevärden från scenariot "90-talets skogsbruk".



Figur 3.3.1.1-2. Naturlig avgång (m³sk/ha och år) i balansområde 1 och 2. Privata+övriga ägare. Streckad linje avser jämförelsevärden "90-talets skogsbruk".

3.3.1.2. Virkesförråd

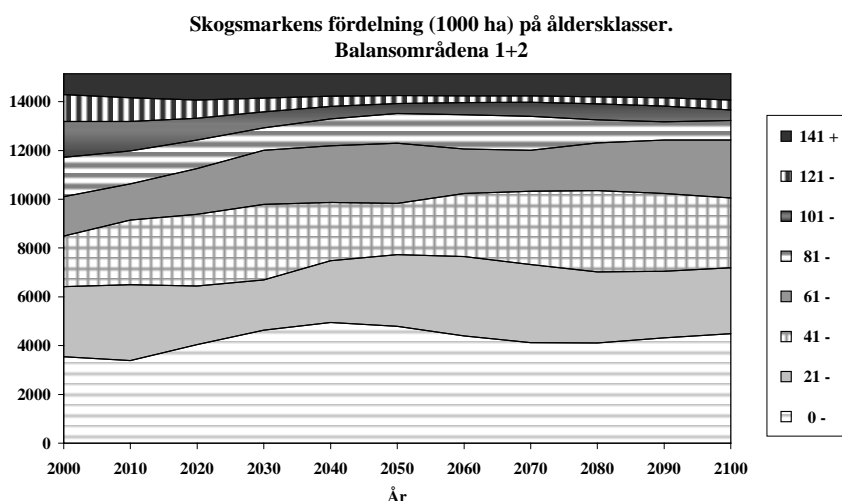
Virkesförrådet ökar snabbt i detta scenario från 98 resp. 127 m³sk/ha i balansområde 1 och 2 i utgångsläget år 2000 till 108 resp. 146 m³sk/ha år 2020. Virkesförråden är därefter relativt stabila till efter år 2060 då de ökar något till 112 resp. 157 m³sk/ha år 2100. De streckade linjerna i Fig. 3.3.1.2-1 avser jämförelsevärden från scenariot "90-talets skogsbruk".



Figur 3.3.1.2-1. Virkesförråd (m³sk/ha) i balansområdena 1 och 2. Privata+övriga ägare. Streckad linje avser jämförelsevärden "90-talets skogsbruk".

3.3.1.3. Åldersklassfördelning

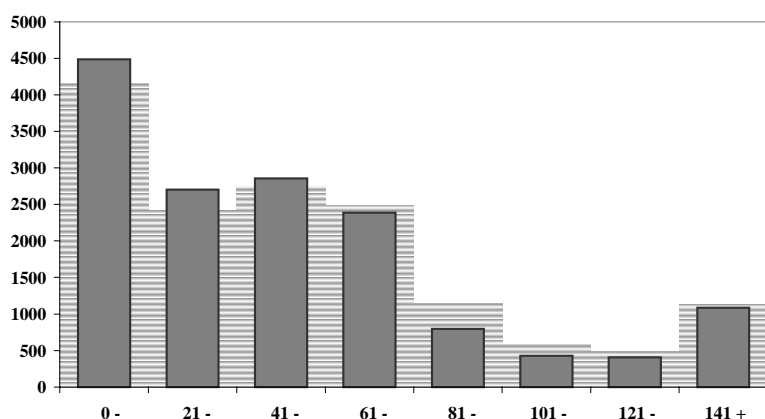
Skogsmarkens fördelning på olika åldersklasser i balansområdena 1 och 2 förändras under beräkningsperioden främst genom att andelen skog i åldrarna 0-60 år ökar (Fig. 3.3.1.3-1). I utgångsläget år 2000 utgör dessa klasser 67 % av skogsmarksarealen på privata+övriga ägares marker. Andelen ökar till 82 % vid beräkningarna slut år 2100. En minskning märks istället i åldersklasserna 80-140 år, från 28 % till 11 % under samma period. Andelen skog äldre än 140 år ökar från 5 % till 7 % mellan åren 2000 och 2100.



Figur 3.3.1.3-1. Skogsmarkens fördelning på åldersklasser (1000 ha). Privata+övriga ägare, balansområde 1+2.

Åldersklassfördelningen i balansområdena 1+2 vid beräkningarna slut åskådliggörs också i Fig. 3.3.1.3-2. Som bakgrund har motsvarande fördelning år 2100 för scenariot "90-talets skogsbruk" lagts in.

Åldersklassfördelning (1000 ha)



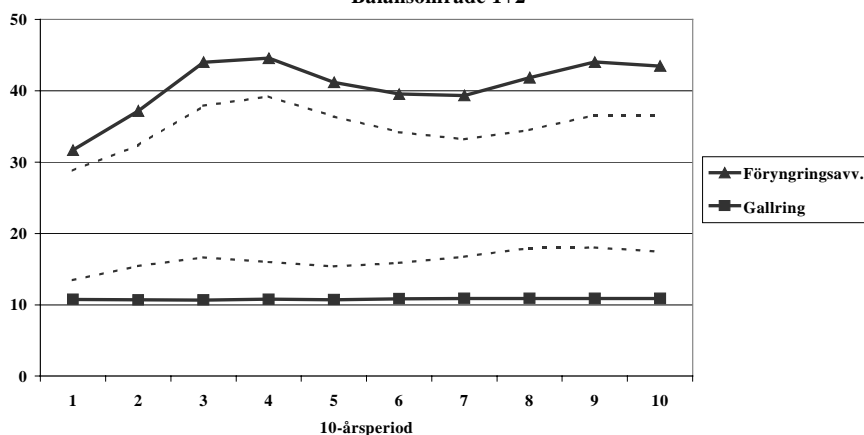
Figur 3.3.1.3-2. Arealer 1000 (ha) per åldersklasser (år) i balansområde 1+2, privata+övriga ägare (grå staplar) vid beräkningsperiodens slut år 2100. Streckat bakgrundsfält avser motsvarande åldersklassfördelning år 2100 för scenariot "90-talets skogsbruk".

3.3.2. Avverkning

3.3.2.1. Avverkningsvolym och arealer

Den utgallrade volymen är i detta scenario fastlagd till drygt 5 milj. m³sk/år i Bo 1 och knappt 6 milj. m³sk/år i Bo 2 för hela beräkningsperioden. Variationen i total avverkning är istället helt en funktion av variationen i föryngringsavverkning. Föryngringsavverkad volym i Bo 1 och 2 ökar snabbt från knappt 32 milj. m³sk/år i perioden 2000-2009 till knappt 45 milj. m³sk/år i period 4 (2030-2039). Volymen varierar därefter mellan 39 och 44 milj. m³sk/år (Fig. 3.3.2.1-1). Genomsnittlig föryngringsavverkning för hela beräkningsperioden är knappt 41 milj. m³sk/år. De streckade linjerna i Fig. 3.3.2.1-1 avser jämförelsevärden från scenariot "90-talets skogsbruk".

Potentiell avverkning (milj. m³sk/år).
Balansområde 1+2



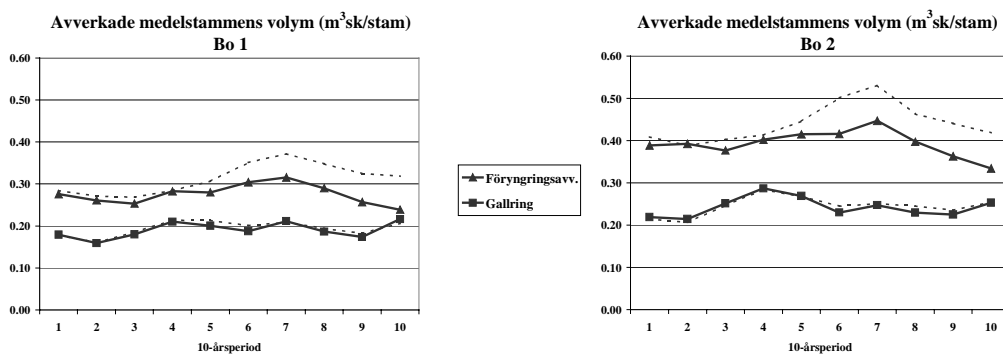
Figur 3.3.2.1-1. Potentiell avverkningsvolym (milj. m³sk/år) per avverkningsform i balansområdena 1+2. Privata+övriga ägare. Streckad linje avser jämförelsevärden "90-talets skogsbruk".

3.3.2.2. Avverkningens sammansättning

Potentiell avverkning i Balansområdena 1 och 2 består i beräkningarnas första 10-årsperiod till 47 % av tall och contorta. Granandelen utgör 42 % medan lövträd utgör 11 % av möjlig avverkning åren 2000-2009. Under de inledande 10-årsperioderna ökar andelen tall och contorta i avverkningsvolymen något till som mest 50 % för att åter sjunka till 47 % i den sista perioden (2090-2099). Andelen gran sjunker under seklets första hälft till ca 35 % av avverkningen. I den andra hälften av 100-årsperioden varierar andelen mellan 32 och 34 %. Lövträdens andel av avverkningen ökar under hela 100-årsperioden. Ökningen är dock snabbast under seklets första hälft.

Den avverkade medelstammens volym i föryngringsavverkning i balansområdena 1 och 2 minskar något i början av beräkningsperioden till som lägst 0,25 resp. 0,38 m³sk/stam i den tredje 10-årsperioden. Därefter ökar medelstammens volym i båda balansområdena till som mest 0,32 resp. 0,45 m³sk/stam i period 7. I slutet av den 100-åriga beräkningsperioden sjunker sedan medelstammens volym i föryngringsavverkning snabbt till 0,24 resp. 0,33 m³sk/stam vilket är lägre än vid beräkningarnas start. De streckade linjerna i Fig. 3.3.2.2-1 avser jämförelsevärden från scenariot "90-talets skogsbruk".

Medelstammens volym från gallringsavverkningar varierar något över beräkningsperioden. Volymen under 100-årsperiodens avslutning är marginellt högre än i den första 10-årsperioden.



Figur 3.3.2.2-1. Avverkade medelstammens volym (m³sk/stam) för träd grövre än 10 cm i avverkningsformerna föryngringsavverkning och gallring. Privata+övriga ägare. Streckad linje avser jämförelsevärden "90-talets skogsbruk".

3.4. Resultatanalyser

Under denna rubrik analyseras resultaten. Orsaker till de förändringar som redovisas i resultaten förklaras och sätts i sitt sammanhang. Här ingår också jämförelser mellan scenarier och resonemang kring skillnader. Den långa tidsperiod som avses i beräkningarna ger ibland extrema effekter. I vissa fall kan man misstänka att Huginssystemet fungerar sämre då skogtillstånd och skötsel skiljer sig från det som varit normalt under senare delen av 1900-talet. Resultatens rimlighet diskuteras utifrån detta.

Under rubrikerna 3.4.1 – 3.4.3 analyseras och jämförs resultaten från de landstäckande scenarierna "90-talets skogsbruk" och "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå". Under rubrik 3.4.4 analyseras resultaten från scenariot "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" för balansområdena 1 och 2. Dessa resultat jämförs i första hand med resultaten från 90-talets skogsbruk". Under rubrik 3.4.5 ges en kort beskrivning av effekter på den avverkade medelstammen av ökade röjningsarealer.

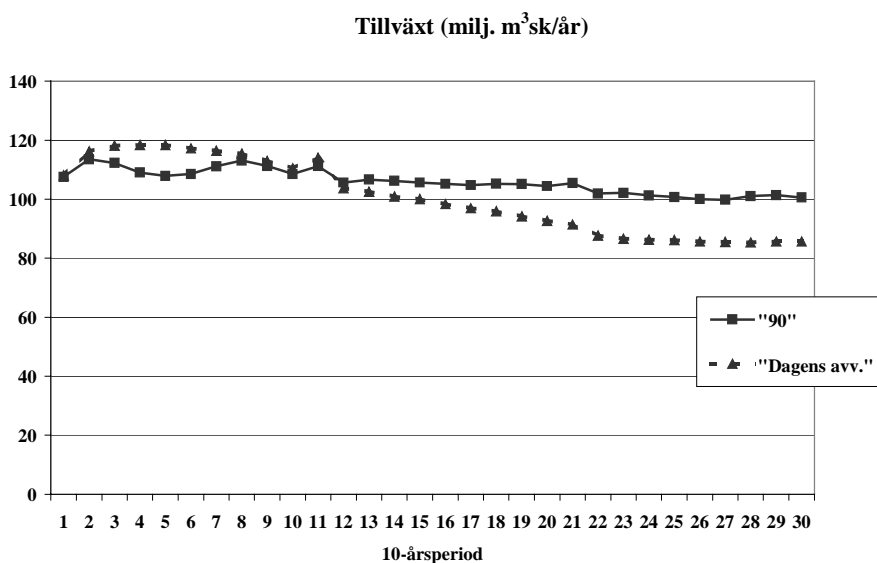
3.4.1. Tillväxt

3.4.1.1. Effekter på tillväxten av högsta möjliga uthålliga avverkning

I scenariot "90-talets skogsbruk" varierar tillväxten relativt kraftigt under de första 100 åren (Fig. 3.4.1.1-1). Anledningen till detta står dels att finna i åldersklassfördelningens utveckling över tiden och kan dels förklaras av hur högsta möjliga avverkning beräknas och implementeras i modellen.

Avverkningen är i Hugin starkt kopplad till tillväxten vilken är korrelerad med skogens åldersklassfördelning vilken i sin tur påverkas av avverkningen osv. Genom denna konstruktion påverkar nämnda variabler varandra vilket gör att tänkt konstant framtida tillväxt och högsta möjliga avverkningsnivå kan vara svår att skapa i systemet. Variationer som beror av ojämn åldersklassfördelning kan dessutom förstärkas i systemet genom det sätt variablerna beror av varandra. Vid tolkning av resultaten kan man ta fasta på de första 10-årsperiodernas resultat men under resterande del av perioden inte lägga så stor vikt vid de kortsiktiga variationerna. Ett utförligt resonemang kring orsakerna till variationen i avverkning och tillväxt finns i Skogsstyrelsen (2000).

"Högsta möjliga uthålliga" avverkning beräknas per ägarekategori bl.a. baserat på tillväxten inom resp. ägarkategori. Tillväxten för privata och övriga ägare avser hela arealen inom ägarkategorin dvs. även de arealer som omfattas av frivilliga avsättningar eller sköts med naturanpassade metoder. Den till tillväxten anpassade avverkningen skall däremot fördelas på en mindre areal inom varje ägarkategori där avverkning kan ske och blir därför lite "för stor" för att vara långsiktigt uthållig. "Högsta möjliga avverkning" är i beräkningarna en hög tänkbar avverkningsnivå. Man kan därför inte dra slutsatsen att tillväxten nödvändigtvis kommer att minska under periodens senare del även om avverkningspotentialen utnyttjas fullt ut (med en annan beräkning av hur stor "högsta möjliga avverkning" är).

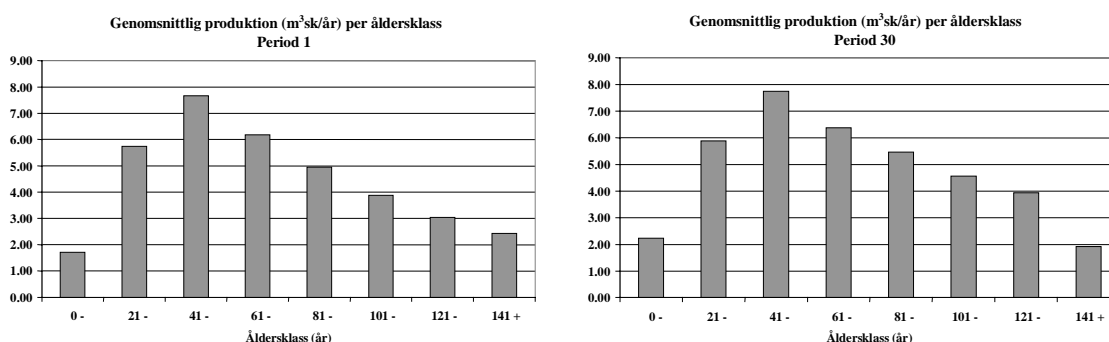


Figur 3.4.1.1-1. Bruttotillväxt (milj. m³sk/år) i scenarierna "90-talets skogsbruk" (Högsta möjliga) och "90-talets skogsbruk med avverkning på dagen nivå" (Avv. som idag). Hela landet, alla ägare.

Den framtida tillväxten påverkas också av de förnygringsalternativ som specificerats i scenariot. I en alternativ beräkning med något högre förnygringsambitioner som utfördes i SKA 99 (Skogsstyrelsen 2000) innebar dessa en ökad tillväxt på drygt 2 milj. m³sk i snitt över 100 år. Vi vet dessutom att dynamiken i de funktioner som använts vid beräkningarna är otillräcklig dvs. att de tenderar att dra resultaten "mot mitten". Detta innebär att effekterna av högre förnygringsambitioner sannolikt blir underskattade.

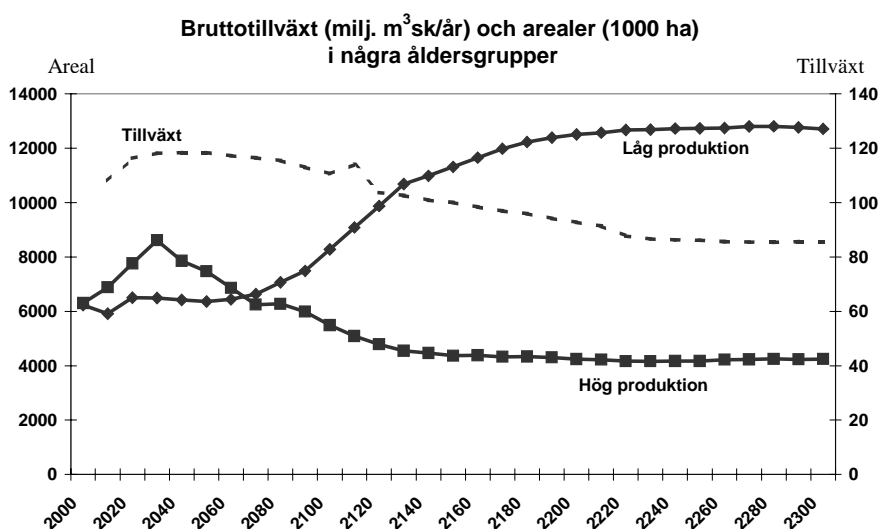
3.4.1.2. Effekter på tillväxt av fortsatt avverkning på dagens nivå

Utvecklingen av bruttotillväxten i det alternativa scenariot ”90-talet skogsbruk med avverkning på dagens nivå” (Fig. 3.4.1.1-1) skiljer sig avsevärt från ”90-talets skogsbruk”. I beräkningarnas första 10-årsperioder ökar tillväxten mycket snabbt till som mest 118 milj. m³sk/år i period 5. Under resterande del av beräkningsperioden sjunker tillväxten till en nivå avsevärt under den i ”90-talets skogsbruk”. Skogens ålder är en viktig förklarande variabel till varför tillväxten varierar så kraftig. En indelning av skogsmarksarealen i åldersklasser ger en tydlig bild av variationen i tillväxt mellan åldersklasser. Figur 3.4.1.2-1 visar tillväxten per hektar och år fördelat per åldersklass i första och sista 10-årsperioderna i ”90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå”. Tillväxten per åldersklass varierar också över tiden. I slutet av beräkningsperioden är tillväxten per åldersklass högre i alla åldersklasser utom i den äldsta (>140 år).



Figur 3.4.1.2-1 Genomsnittlig bruttoproduktion (m³sk/ha och år) i olika åldersklasser i period 1 (2000-2009) och period 30 (2290-2299) i scenariot ”90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå”. Hela landet, alla ägare.

I åldersklasserna 0-20 år och >140 år produktionen lägst medan den är högst i intervallet 40-80 år. I Figur 3.4.1.2-2 kallas dessa *låg-* resp. *högproducerande* skog. Den stora ökningen i åldersklassgruppen *lågproducerande* är helt en effekt av ökande areal i åldersklassen >140 år. Den kraftiga förskjutning av åldersklasserna från medelålders till gammal skog som sker i slutet av det första seklet (se Fig. 3.2.1.4-1) avspeglas tydligt i en sjunkande tillväxt. Den gamla skogen är här bara till del formella och frivilliga avsättningar.

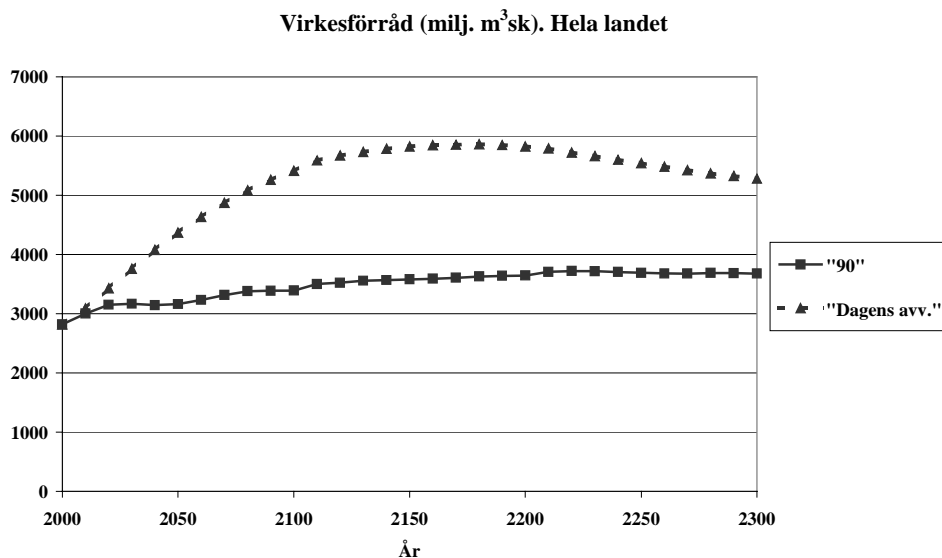


Figur 3.4.1.2-2. Bruttotillväxt (milj. m³sk/år) och arealer i lågproducerande ålder (0-20, >140 år) och högproducerande ålder (40-80 år). Hela landet, alla ägare. Scenariot ”90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå”.

Slutsatsen är att avverkning på dagens nivå kortsiktigt ger en högre tillväxt beroende av ett större växande virkesförråd. På längre sikt kommer dock så stora arealer skog nå en ålder då tillväxten avtar att den totala bruttotillväxten minskar under dagens nivå trots att det växande virkesförrådet blir avsevärt större än idag.

3.4.2. Skogstillstånd

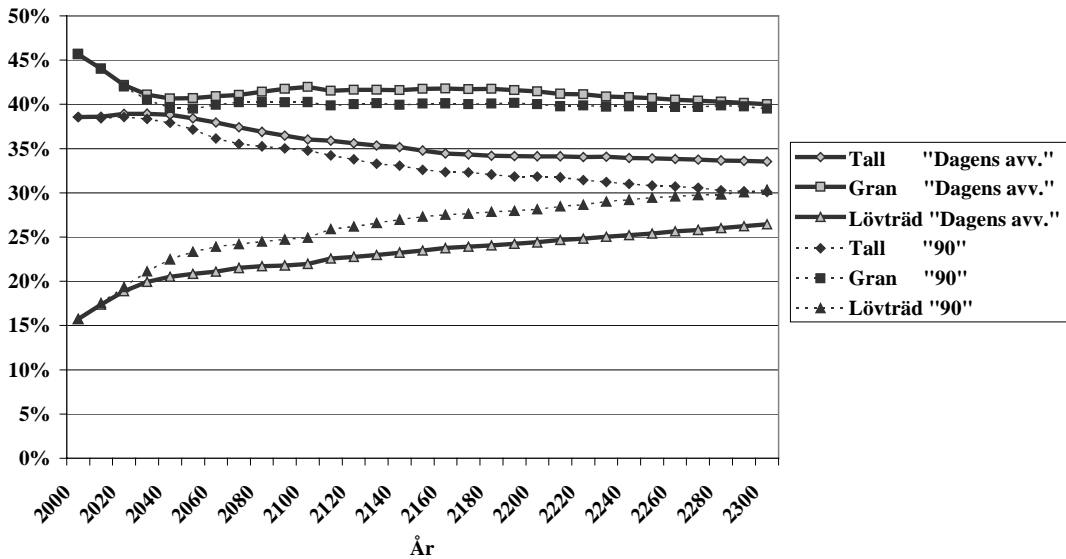
Det totala virkesförrådet ökar i båda de rikstäckande scenarierna. Den jämförelsevis låga avverkningsnivån i "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" innebär en mycket kraftig ökning av virkesförrådet över hela landet. Under perioden 2200-2300 minskar virkesförrådet i detta scenario som en följd av en sjunkande tillväxt och mycket hög naturlig avgång.



Figur 3.4.2-1. Virkesförrådets (milj. m³sk) utveckling i scenarierna "90-talets skogsbruk" ("90") och "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" ("Dagens avv."). Hela landet, alla ägare.

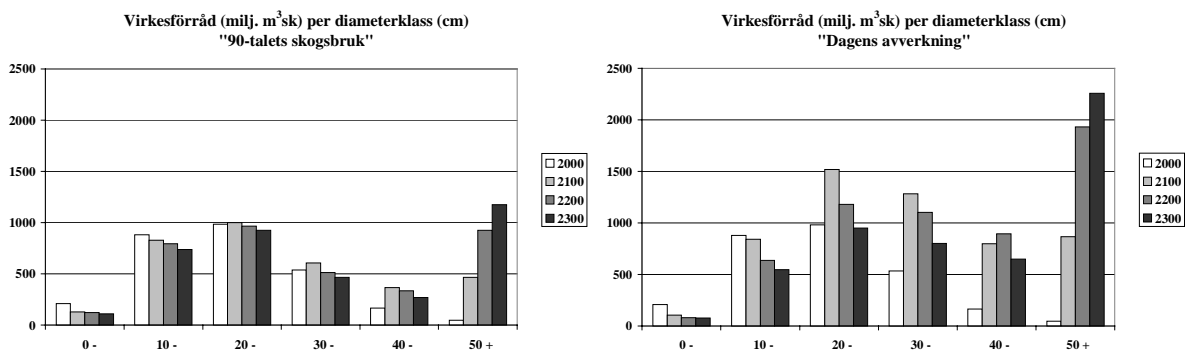
I båda dessa scenarier sker en markant ökning av lövträdens andel av virkesförrådet (Fig. 3.4.2-1). Ökningen är dock större i "90-talets skogsbruk". Eftersom de "nya reservaten" inte skiljer sig åt mellan scenarier återfinns skillnaden på privata+övriga ägares marker. Resultatredovisningen från Hugin medger inte särredovisning av trädslagsfördelningen i åldersklasser. Det förefaller dock sannolikt att den stora andelen (39 % år 2300) gammal överhållen skog som är ett resultat av "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" är mer dominerad av barrträd än den skog som brukas med kortare omloppstider p.g.a. barrträdens dominans i sena successionsstadier. Systemet hanterar i detta avseende inte storskaliga störningar som skulle kunna innebära ökad lövträdsandel i dessa skogar. Virkesförrådet av lövträd är dock i absoluta tal avsevärt större i alternativet med dagens avverkning. I "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" minskar andelen tall (inkl. contorta) inte lika mycket som i "90-talets skogsbruk" (Fig. 3.4.2-2). Andelen gran skiljer förhållandevis lite mellan scenarierna.

Trädslagens andelar (%) av totalt virkesförråd



Figur 3.4.2-2. Trädslagens/trädslagsgrupperns andelar av totalt virkesförråd i scenarierna "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" ("Dagens avv.") och "90-talets skogsbruk" ("90"). I "Tall" ingår även contorta. Hela landet, alla ägare.

Framtiden skogar kommer enligt beräkningarna att innehålla avsevärt större volymer i grova diameterklasser (Fig. 3.4.2-3). I scenariot "90-talets skogsbruk" kan man förenklat säga att ökningen i klassen 50+ cm står för hela den totala ökningen av virkesförrådet. Av redovisningstekniska skäl kan inte skogens egenskaper på de frivilligt avsatta arealerna redovisas separat från de skogar som underkastas traditionell skötsel på privata och övriga ägares marker. Det förefaller dock som en rimlig tolkning att virkesförrådet förändras lite på den del av arealen som underkastas traditionell skötsel medan det ökar mycket snabbt på de formellt och frivilligt avsatta arealerna. Med tiden blir virkesförrådet i dessa skogar gammalt och grovt vilket förklarar den stora ökningen av volymer i klassen 50+ cm.



Figur 3.4.2-3. Virkesförrådet per diameterklasser i scenarierna "90-talets skogsbruk" och "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" ("Dagens avverkning") åren 2000, 2100, 2200 och 2300. Hela landet, alla ägare.

I "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" är förskjutningen av virkesförrådet mot grövre diameterklasser mer markerad. I de klenaste (0-19,99 cm) klasserna sker en betydande minskning under beräkningsperioden. I de grövre klasserna sker en ökning under de första 100 åren varefter förrådet minskar något utom i den grövsta klassen (50+ cm) där ökningen är kontinuerlig under hela den 300-åriga beräkningsperioden. Även i detta fall förefaller utvecklingen vara väl korrelerad med skogens åldersklassutveckling. I alla åldersklasser yngre än 140 år minskar arealerna skog vilket bör svara mot minskningen av virkesförrådet i de klenare diameterklasserna. Den kraftiga ökningen av

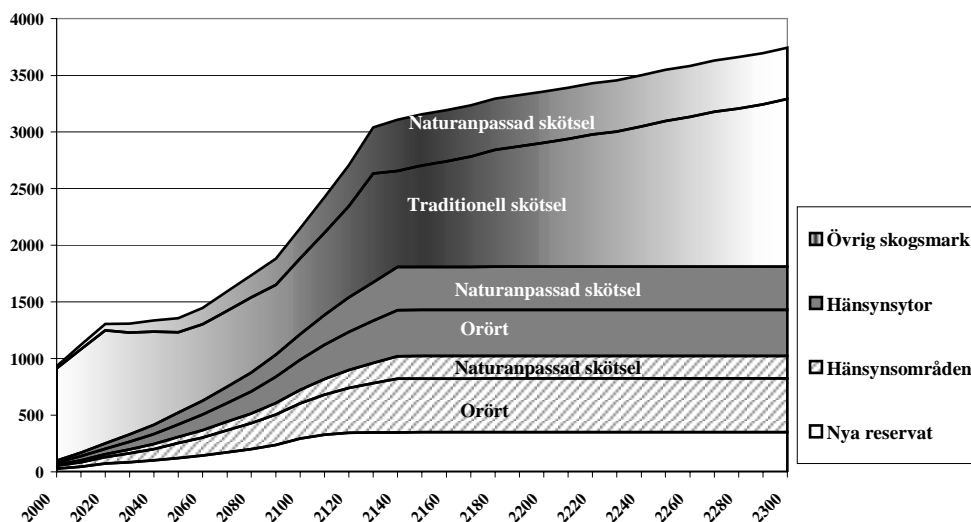
andelen gammal skog motsvarar ökningen i de grövre diameterklasserna. Efter hand växer större andelar av de grova träden in i den grövsta klassen vilket förklarar ökningen i denna jämte minskningen i klasserna 20-40 cm.

3.4.2.1. Ökande andel gammal skog

För båda scenarierna karaktäriseras skogen av en åldersmässig ”klyvning” där en allt större andel av skogsmarken hyser gammal, avsatt eller överhållen, skog (>140 år) medan resterande del av skogsmarken brukas med kortare omloppstider. Scenariot ”90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå” skiljer sig från ”90-talet skogsbruk” genom att en större andel av skogen blir extensivt brukad. Dagens avverkning innebär att knappt 40 % av skogsmarksarealen återfinns i klassen >140 år under beräkningarnas senare hälft. I ”90-talets skogsbruk” är ökningen mindre men fortgår under hela beräkningsperioden. Vid beräkningarna slut år 2300 är arealandelen skog över 140 år drygt 16 %.

Ökningen av arealen gammal skog i ”90-talets skogsbruk” är i stor utsträckning en effekt av de formella och frivilliga avsättningar som antagits i förutsättningarna. På mycket lång sikt ökar dock andelen gammal skog även på de arealer som i beräkningarna underkastas traditionell skötsel.

Areal (1000 ha) gammal skog (>140 år) i olika skötselklasser



Figur 3.4.2.1-1. Areal (1000 ha) gammal skog (>140 år) fördelat på hänsyns och skötselklasser. Scenariot ”90-talets skogsbruk”. Hela landet, alla ägare.

För att tolka utvecklingen av arealen gammal skog är det viktigt att förstå på vilket sätt förutsättningarna för beräkningarna lades fast i SKA 99 (Skogsstyrelsen 2000) (Jmf fig.2.1.2.1-2). Hänsynsområden och hänsynsytor bedömdes utgöra ca 5 % vardera av skogsmarksarealen utanför de tillkommande formella avsättningarna. Dessa avsättningar bedömdes vidare ha olika varaktighet och i vissa fall återgå till ett traditionellt skogsbruk och i viss utsträckning skötas med naturanpassade metoder. Tillsammans med den resterande delen av skogsmarken utanför de tillkommande reservaten delades dessa arealer in i olika skötselklasser. I de beräkningar som utförs håller inte Huginsystemet isär arealer i de olika hänsynsklasserna utan det är i stället skötselklasserna som styr åtgärderna på provytorna. Detta gör det svårt att presentera och resonera kring resultaten i termer av hänsynsområden och hänsynsytor. I Fig. 3.4.2.1-1 ovan är den gamla skogen ändå indelad i både hänsyns- och skötselklasser vilket gjorts bedömningsmässigt med visst stöd i beräkningarna.

Den gamla skogen kan delas in i **fyra typer**. De ”**nya reservaten**”, dvs. nya naturreservat och biotopskydd, utgör 350 000 ha vilka lämnas orörda och växer in i åldersklassen >140 år. De delar av hänsynsområden och hänsynsytor som utgör **varaktiga avsättningar** (orört) åsätts ingen skötsel under beräkningsperioden. Dessa omfattar här drygt 900 000 hektar vilka med tiden växer in i åldersklassen

>140 år. På de arealer som åsätts en **naturanpassad skötsel** (delar av hänsynsområden, hänsynsytor och övrig skogsmark) skrivs åldern fram linjärt i Huginssystemet trots att skötseln sannolikt sänker skogens ålder. Dessa arealer motsvarar drygt 1 000 000 ha som med tiden växer in i åldersklassen >140 år. Totalt innebär skattningarna att 2 300 000 milj. ha undantas skogsbruk eller sköts med naturanpassade metoder i beräkningarna och därmed blir äldre än 140 år.

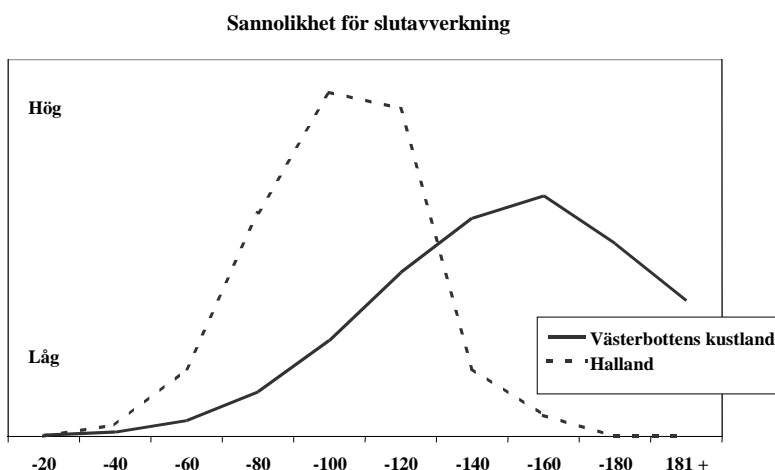
Sedan bedömningarna i SKA 99 gjordes har nya resultat om områdesskydd tagits fram. I SUS 2001 har de frivilliga avsättningarna (hänsynsområden) inom skogsbruket skattats till ca 800 000 ha för år 2000 (Skogsstyrelsen 2002). Hänsynsytor har skattats till knappt 3 % av skogsmarksarealen vilket motsvarar drygt 650 000 ha. I regeringens miljömålsproposition (Prop.2000/01:130) har målet för formellt skydd av skogsmark satts till 400 000 ha. Summan av dessa arealer är

1 850 000 ha vilka tillsammans med bedömningar av avsättningarnas varaktighet och en tillkommande andel av resterande skogsmark som sköts med naturanpassade metoder kan jämföras med antagandena inför Huginberäkningarna. Osäkerheten i de nya skattningarna av arealer och svårigheten att skatta avsättningarnas varaktighet gör att de nya uppgifterna inte ansetts medföra någon anledning till att ändra i de förutsättningar som gjordes inför beräkningarna.

Den sista posten gammal skog i beräkningarna finns på **den övriga skogsmarken som underkastats traditionell skötsel**. Under den första delen av beräkningsperioden minskar andelen gammal skog på dessa arealer något i "90-talets skogsbruk". På lång sikt ökar arealandelen åter vilket till stor del beror på hur avverkningar väljs ut i Huginssystemet.

I de åtgärdsprioritetsfunktioner (Holm & Lundström 2000) som styr var (på vilka provytor) avverkningarna faller ut är sannolikheten för förnygringsavverkning mindre i skogar som blivit riktigt gamla jämfört med skogar i "normal" ålder för förnygringsavverkning (allt annat lika).

Åtgärdsprioritetsfunktionerna bygger på observationer på riksskogstaxeringens permanenta provytor under perioden 1988-1993 och syftar till att så långt det är möjligt efterlikna faktiskt beteende. Fig. 3.4.2.1-2 är exempel på beräkning av sannolikheter för förnygringsavverkning på RT:s provytor i Hallands län och Västerbottens kustland (Holm & Lundström). Provytorerna har indelats i åldersklasser. Observera att figuren inte har någon skala.



Figur 3.4.2.1-2. Principiell bild över åtgärdsprioriteter vid förnygringsavverkning beräknad på provytor i Hallands län och Västerbottens kustland.

Av figuren framgår att presenterade exempel på åtgärdsprioritering ger låga sannolikheter i riktigt gammal skog, framförallt i det sydligare området. En följd av detta vid tillämpning av funktionerna är att skogar som når mycket hög ålder har stor chans att överhållas. Effekten blir särskilt tydlig i scenariot "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" där den förutsatta volymen avverkning är lägre. All "avverkningsmogen" skog behöver då inte avverkas i en period utan en del blir

överhållen. I kommande perioder blir denna ytterligare äldre och sannolikheten för att den avverkas bli då ännu lägre osv. I praktiken innebär detta att skogsmarksarealen som sköts med traditionella metoder ”klyvs” i en del som sköts och avverkas med kortare omloppstider medan en del av skogen som inte behövs för att nå den förutsatta avverkningsnivån blir gammal och får därmed mycket låg sannolikhet att avverkas. Denna ”klyvning” är inte statisk mellan bestånd (eg. provytor). Enskilda bestånd kan växa förbi den ålder då avverknings sannolikheten är som störst samtidigt som gamla bestånd avverkas.

Förändringen av arealen gammal skog gör det intressant att diskutera skötsel förutsättningarna. Beräkningarna är scenarier med specificerade förutsättningar och ger därför svar på konsekvenserna av ett visst (i detta fall observerat) handlande. Detta handlande har gällt för en viss tidsperiod med det då givna skogsstillståndet. Ökningen av arealen gammal skog i slutet av beräkningsperioden skulle ställa framtida skogsägare inför ett helt annat skogsstillstånd än dagens. Att dessa ägare i en framtid med ett annorlunda skogsstillstånd kommer förändra sitt agerande förefaller sannolikt.

I SKA 99-scenariot ”Intensivare skogsskötsel med naturvårdsambitioner på 1990-talets nivåer” (Skogsstyrelsen 2000) tillämpas bl.a. en annan avverkningsprioritering som är mer produktionsinriktad. I detta scenario blir andelen gammal skog på privata+övriga ägares marker drygt 6 % år 2100 vilket kan jämföras med 9 % i ”90-talets skogsbruk”. Detta tolkas här i huvudsak som en effekt av den annorlunda avverkningsprioriteringen.

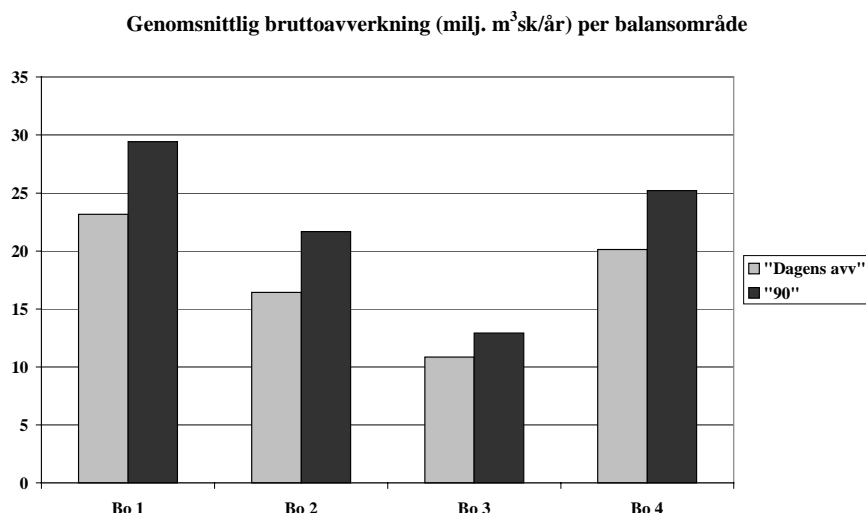
En stor andel gammal skog anses allmänt som positivt för naturmiljön. Beräkningsresultaten kräver i detta sammanhang ett förtydligande om denna ”gamla skog”. Huginssystemet behandlar provytor och arealen gammal skog är summan av de gamla provytornas representativa arealer. De provytor äldre än 140 år som återfinns inom hänsynsområden representerar områden om minst 0,5 ha vilket i någon mening kan anses vara en gammal skog. Provytor på övrig skogsmark respresenterar avdelningar av okänd storlek som dock i de flesta fall bör vara större än 0,5 ha. De gamla provytorna inom hänsynsytor representerar i de allra flesta fall ytor mellan 0,01-0,5 ha dvs. mycket små områden. Om detta är en gammal skog eller ett antal gamla träd i grupp överläts till läsaren att bedöma. Hugin ger inga möjligheter att vidare analysera de olika områdenas storlek eller rumsliga fördelning.

Effekter av den ökade andelen gammal skog på naturmiljön behandlas i Kap. 4 och 5.

3.4.3. Avverkning

Avverkningsnivån i ”90-talets skogsbruk” varierar något under beräkningsperioden, dock med mindre amplitud mot periodens slut (Fig. 3.1.2-1). Avverkningsvolymen är i Huginssystemet kopplad mot tillväxten och variationen i avverkningsvolymen har samma orsaker som variationen i tillväxten (Kap. 3.4.1).

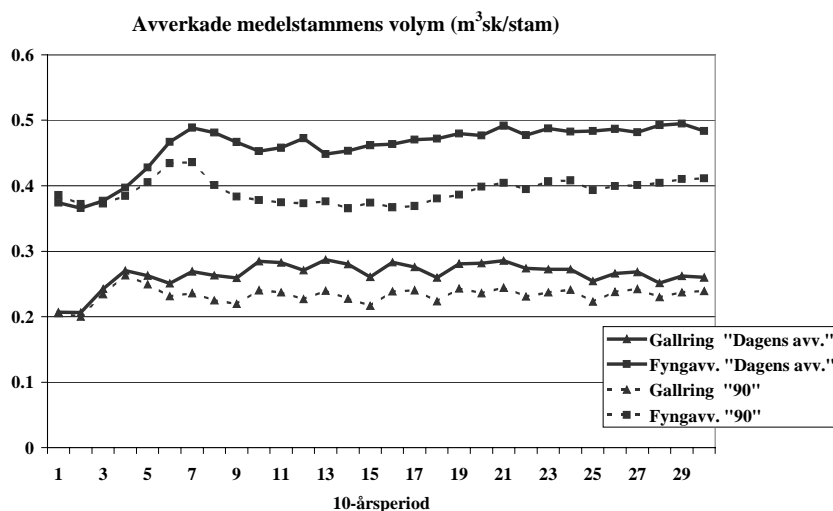
Högsta möjliga uthålliga avverkning är i beräkningarna avsevärt större än dagens avverkning i alla balansområden. I Fig. 3.4.3-1 ställs genomsnittlig bruttoavverkning i ”90-talets skogsbruk” i relation till avverkningen i ”90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå”. I relativa tal fördelar sig de ökade avverkningsmöjligheterna i alternativet med ”högsta möjliga” avverkning jämnt över landet.



Figur 3.4.3-1. Genomsnittlig bruttoavverkning (milj. m³sk/år) över hela beräkningsperioden (2000-2300) fördelad per balansområde. Scenarierna "90-talets skogsbruk" ("90") och "90-talet skogsbruk med avverkning på dagens nivå" ("Dagens avv."). Hela landet, alla ägare.

Avverkningens fördelning på trädslag följer samma mönster i de båda scenarierna. De förändringar som märks sker i huvudsak under de första 6-8 perioderna varefter andelarna stabiliseras. Granandelen sjunker initialt och planar därefter ut. Tallandelen ökar marginellt fram till period 7 för att därefter kontinuerligt minska långsamt under resten av beräkningsperioden. Lövträdsandelen ökar relativt sett mest från 12 % till knappt 20 % i slutet av 300-årsperioden. Lövträdens andel ökar initialt något snabbare i scenariot "90-talets skogsbruk".

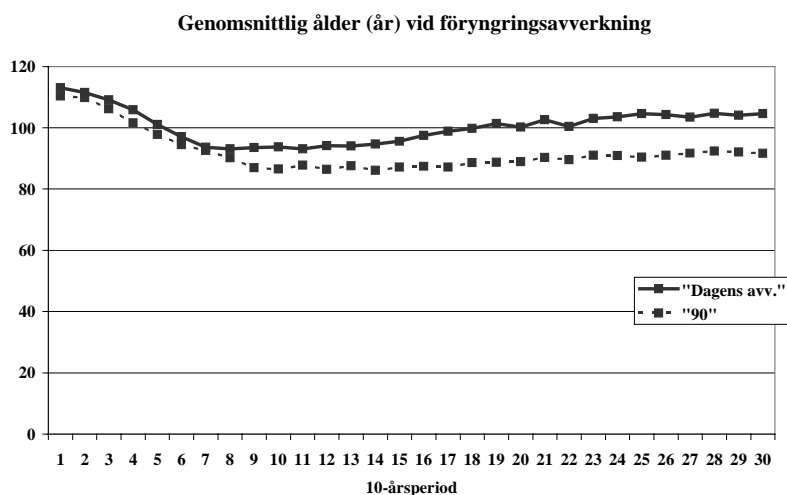
Den lägre avverkningsnivån i "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" resulterar på sikt i att det avverkade virket är grövre än i "90-talets skogsbruk". I förnygringsavverkning blir denna skillnad med tiden betydande (Fig. 3.4.3-2). En viktig förklarande variabel till den grövre medelstammen är den genomsnittliga ålder vid förnygringsavverkning (Fig. 3.4.3.1-1) som under hela beräkningsperioden är högre i scenariot "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå".



Figur 3.4.3-2. Avverkade medelstammens volym (m³sk/stam) fördelat på avverkningsformerna gallring och förnygringsavverkning för stammar >10 cm i scenarierna "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" ("Dagens avv.") och "90-talets skogsbruk" ("90"). Hela landet, alla ägare.

3.4.3.1. Genomsnittlig ålder vid föryngringsavverkning

Den genomsnittliga åldern vid föryngringsavverkning stabiliseras i "90-talets skogsbruk" efter ca 100 år på en nivå avsevärt lägre än i första perioden (Fig. 3.4.3.1-1). I scenariot "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" ökar genomsnittlig ålder vid föryngringsavverkning åter efter det första seklets minskning. Ökningen beror på att den gamla skogens andel är så stor att en betydande del av avverkningen härrör från denna trots låg avverkningssannolikhet för de enskilda ytorna.



Figur 3.4.3.1-1. Genomsnittlig ålder (år) vid föryngringsavverkning i scenarierna "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" ("Dagens avv.") och "90-talets skogsbruk" ("90"). Hela landet, alla ägare.

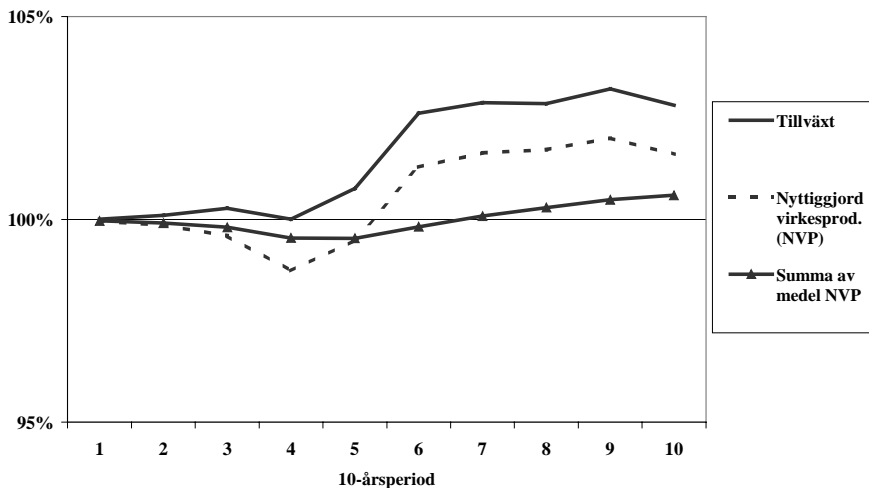
3.4.4. Effekter av olika gallringsaktivitet i norra Sverige.

De mycket höga uttagsvolymerna från gallring i norra Sverige som var resultatet av beräkningarna för "90-talets skogsbruk" (Skogsstyrelsen 2000) motiverade en alternativ beräkning med lägre gallringsvolym. I scenariot "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" är volymsuttaget i gallring bestämt i förväg till ca 11 milj. m³sk/år i balansområdena 1+2. Gallringsuttaget är därigenom ca 35 % lägre i detta scenario jämfört med "90-talets skogsbruk". Resultaten från scenariot ställs här i relation till "90-talets skogsbruk".

I båda scenarierna har högsta möjliga uthålliga avverkning sökts. Den totala avverkningsnivån har för perioden 2000-2100 blivit ungefär lika stor. Fördelningen mellan avverkningsformerna skiljer dock påtagligt genom att mängden föryngringsavverkning i "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" fullt ut kompenserar för den ca 35 % lägre gallringsvolymen (se Fig. 3.3.2.1-1).

Bruttotillväxten påverkas positivt av minskad gallringsaktivitet bl.a. genom att en större volym är kvar i skogar som är i sin växtligaste ålder (40-80 år). Tillväxtskillnaderna blir märkbara först efter ca 50 år och är i relativa tal som störst efter ca 80 år (Fig. 3.4.4-1). I slutet av beräkningsperioden minskar skillnaderna något.

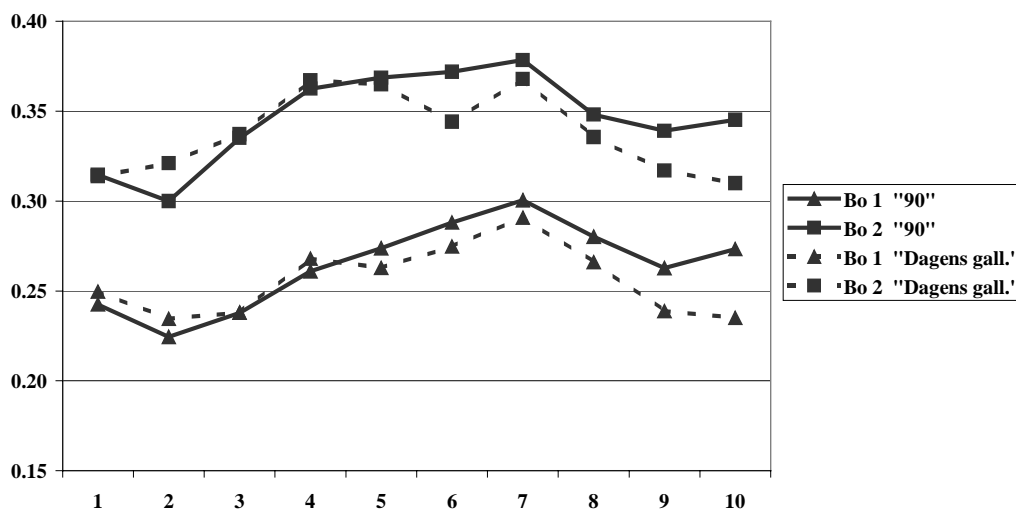
Att den högre tillväxten i "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" inte innebär en, i motsvarande grad, högre total avverkningsnivå jämfört med "90-talets skogsbruk" beror delvis på en högre naturliga avgång. En intressant jämförelse mellan scenarier kan göras genom att beräkna bruttoavverkning+förrådsuppbbyggnad, något som här kallas "nyttiggjord" virkesproduktion (NVP). Skillnaderna mellan scenarierna blir då avsevärt mindre (Fig. 3.4.4-1). I denna figur visas också medeltal av summa NVP från år 2000 till aktuellt år.



Figur 3.4.4-1. Relativ tillväxt (%), relativ "nyttiggjord virkesproduktion" (%) och relativ beräknad summa av medeltal av "nyttiggjord virkesproduktion" från år 2000 fram till aktuellt år i scenariot "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" jämfört med "90-talets skogsbruk". Balansområde 1+2, alla ägare.

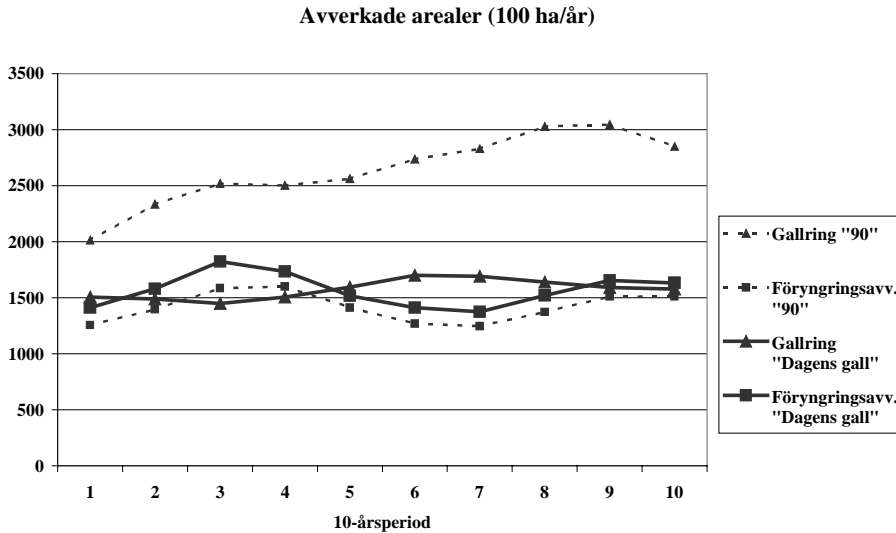
Skillnaderna i nyttiggjord virkesproduktion är små och kan tillsammans med den beräknade bruttoavverkningen tolkas som att ungefär lika stora avverkningar är möjliga i dessa båda scenarier. Även avverkningens fördelning mellan trädslag är mycket lik. Den stora skillnaden i uttaget märks istället på den förnygringsavverkade medelstammens volym (se Fig. 3.3.2.2-1). I period 5 och framåt märks denna skillnad genom att medelstammen är avsevärt större i "90-talets skogsbruk. Vid tolkningen bör man dock komma ihåg att en mindre andel av bruttoavverkningen faller ut i förnygringsavverkning i "90-talets skogsbruk". Medelstammens volym i all avverkning redovisas i figur 3.4.4-2. Initialt är medelstammen från all avverkning grövre i scenariot med lägre gallringsaktivitet eftersom en större andel kommer från förnygringsavverkning. På sikt blir dock medelstammen från all avverkning grövre i "90-talets skogsbruk". I den sista 10-årsperioden är denna skillnad ca 0,04 m³sk/stam i båda balansområdena.

Avverkade medelstammens volym (m³sk/stam).
All avverkning



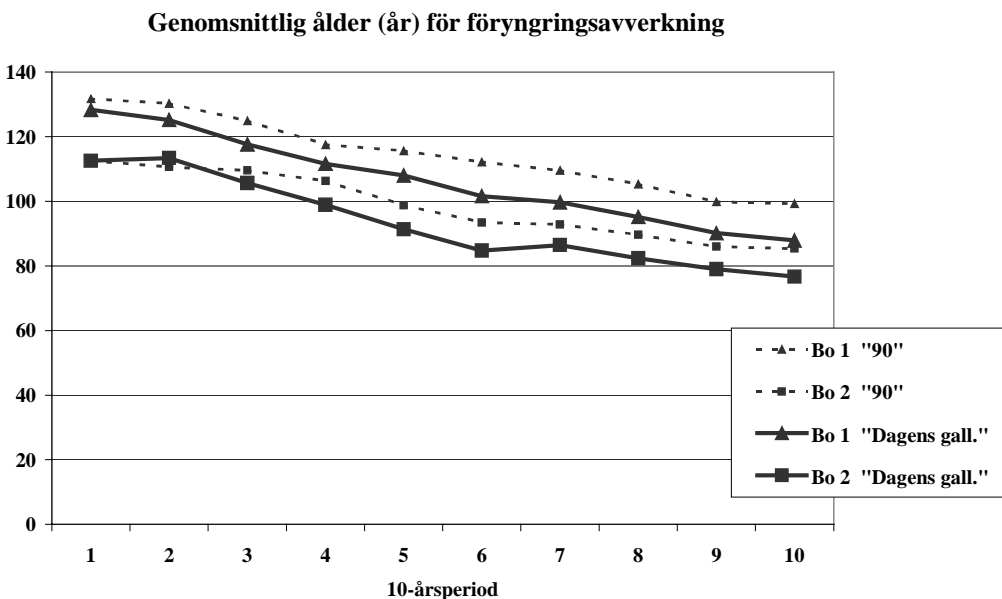
Figur 3.4.4-2 Avverkade medelstammens volym (m³sk/stam) för stammar >10 cm. Balansområdena 1 och 2. Scenarierna "90-talets skogsbruk" ("90") och "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" ("Dagens gall."). Privata+övriga ägare.

En annan effekt av den lägre gallringsaktiviteten är att den årliga arealen föryngringsavverkning ökar och att omloppstiderna i den brukade skogen därmed sjunker. Figur 3.4.4-3 visar årlig areal som gallras eller slutavverkas i scenarierna "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" och "90-talets skogsbruk". Skillnaden i föryngringsavverkad areal varierar mellan 10 000-15 000 ha/år medan skillnaden mellan gallringsarealer varierar med mellan 50 000 och 150 000 ha/år.



Figur 3.4.4-3. Årlig areal (100 ha) föryngringsavverkning och gallring i scenarierna "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" och "90-talets skogsbruk". Balansområde 1+2, alla ägare.

I Fig. 3.4.4-4 illustreras genomsnittlig ålder vid föryngringsavverkning. I båda balansområdena sjunker denna påtagligt mer i "90-talets skogsbruk med gallrings på dagens nivå" jämfört med "90-talets skogsbruk". De kortare omloppstiderna kan också indirekt utläsas vid jämförelse av åldersklassfördelningen i de sista 10-årsperioderna (jmf. Fig. 3.3.1.3-2) som visar på större arealer i åldersklasserna 0-60 år och mindre arealer 60-140 år i detta scenario.



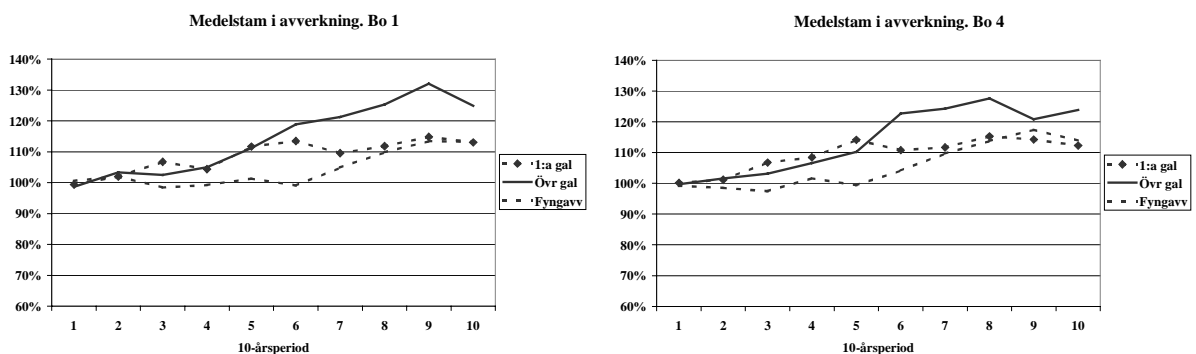
Figur 3.4.4-4. Genomsnittlig ålder (år) vid föryngringsavverkning i balansområdena 1 och 2. "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" ("Dagens gall.") och "90-talets skogsbruk" ("90"). Alla ägare.

Sammanfattningsvis kan sägas att den lägre gallringsaktiviteten i "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå" innebär ungefär lika stora avverkningsmöjligheter som i "90-talets skogsbruk" trots en något högre tillväxt. Avverkningen får ungefär samma fördelning mellan trädslag men den avverkade medelstammens volym blir på sikt mindre trots att en större andel av virket tas ut i föryngringsavverkning. Den ökade arealen föryngringsavverkning innebär att genomsnittlig ålder vid föryngringsavverkning blir lägre vilket i sin tur ger större andelar av skogsmarksarealen i yngre åldersklasser och lägre arealandel medelålders skog. Arealen gammal skog (>140 år) påverkas marginellt. Minskad gallring innebär också större risk för skador orsakade av snö och vind (Persson 1972).

3.4.5. Effekter av ökade röjningsarealer

Den areal som årligen röjs har under en längre tid legat på en låg nivå i jämförelse med det av Riksskogstaxeringen bedömda behovet. Detta har inneburit att det nu finns ett stort ackumulerat röjningsbehov. Röjningsbehovet i landet enligt Riksskogstaxeringen utgår från schabloner rörande stamantal vid viss höjd (se Anon. 2001). I ett scenario som beräknades i SKA 99 (Skogsstyrelsen 2000) testades effekterna av en 50 procentig ökning av den årligen röjda arealen.

Den stora effekten av de ökade röjningsarealerna är trädens diametertillväxt. Denna speglas i beräkningarna tydligast i utvecklingen den avverkade medelstammens volym. Medelstammens volym blir större i alternativet "90-talets skogsbruk med högre röjningsambitioner" i alla aktuella avverkningsformer (Fig. 3.4.5-1) jämfört med "90-talets skogsbruk". Effekten uppkommer tidigare och är större i gallringsavverkningar men är på sikt betydande även i föryngringsavverkning. Räknet på alla avverkningsformer och för hela landet bedöms ökningen på 100 års sikt bli drygt 15 % större medelstam. Grövre stammar är generellt mer värdefulla och kostar, med dagens teknik, mindre att avverka.



Figur 3.4.5-1. Relativ volym (%) i medelstammen från avverkningsformerna förstagallring, övrig gallring och föryngringsavverkning i scenariot "90-talets skogsbruk med högre röjningsambitioner" jämfört med "90-talets skogsbruk". Balansområde 1 och 4, alla ågare.

3.5. Diskussion

De konsekvensberäkningar med Hugin som utförts inom SUS 2001 utgår från frågeställningar som uppstod efter presentationen av Skogligena KonsekvensAnalyser 1999 (Skogsstyrelsen 2000). Frågan om vad som händer om avverkningsnivån ligger kvar på dagens nivå har motiverat scenarierna "90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå" och "90-talets skogsbruk med gallring på dagens nivå". Eftersom skogstillståndet inte hade stabiliserats efter 100 år beslutades också att göra en 300-årig beräkning av scenariot "90-talets skogsbruk". Detta gjordes huvudsakligen för att analysera långsiktiga effekter på naturmiljön.

Hugin är ett simulerande beräkningssystem som redovisar konsekvenser för skogstillstånd och virkesutfall under givna förutsättningar om utgångsläge och statistiskt tillämpad skötselstrategi. En

allmän utveckling över tiden och förändrade förutsättningar i form av ett annat skogstillstånd gör det sannolikt att strategin kommer att förändras. Läsaren måste vara medveten om att presenterade resultat är konsekvenser av dagens skogsbruk till skillnad från prognoser över trolig utveckling.

Nedan diskuteras några problem med konsekvensberäkningarna som aktualiserats i SUS 2001. En utförlig diskussion om konsekvensberäkningar med Hugin återfinns i huvudrapporten från SKA 99 (Skogsstyrelsen 2000).

3.5.1. Otillfredsställande beskrivning av virkeskvalitet

Resultaten från beräkningarna beskriver skogstillståndet och avverkningen i volymenheter. Avverkningen har egenskaper som trädslag, dimension och sortiment men saknar vidare kvalitetsbeskrivningar. Avsaknaden av goda funktioner för att skatta framtida virkeskvalitet är inte specifikt för Hugin utan är generellt för skogliga framskrivningsmodeller. Detta är mycket otillfredsställande eftersom skillnaderna mellan användningsområden och virkesvärde kan vara mycket stora även för likstora träd av samma trädslag. Effekterna (värdet) av kvalitetshöjande skogliga åtgärder underskattas av denna anledning vilket kan resultera i att sådana åtgärder inte utförs i den utsträckning som vore ekonomiskt motiverat.

3.5.2. Skogens produktionsmodeller bygger på historiska data

Utvecklingen av skogen drivs i Huginssystemet av ett antal produktionsmodeller som tillämpas i olika faser i skogens utveckling. Modellerna är i sin tur uppbyggda av funktioner som beräknar tillväxt för enskilda träd, gallringsreaktioner, avgång m.m. Gemensamt för delarna i detta funktionskomplex är att de baseras på historiska data. En förutsättning för att de skall fungera väl är att inga drastiska förändringar sker i tillväxtbetingelser och att funktionerna tillämpas på skogstillstånd med egenskaper som förekommit i det material funktionerna baserats på.

I de beräknade scenarierna ”90-talets skogsbruk” men framförallt i ”90-talets skogsbruk med avverkning på dagens nivå” blir skogstillståndet i flera fall extremt avseende t.ex. ålder och virkesförråd. Denna typ av gamla, täta skogar finns svagt representerade i det material funktionerna bygger på. Man kan därför misstänka att de använda funktionerna ger mer osäkra resultat för t.ex. tillväxt och avgång i gamla och mycket virkesrika skogar. Generellt blir osäkerheten större ju längre tidrymd av utveckling som funktionerna skall simulera. Efter det första seklet av den långa beräkningsperioden bör läsaren se mer till trender än exakta siffervärden.

4. Hur ser den framtida naturmiljön i skogen ut?

Författare: Per Angelstam

Sammanfattning

Detta kapitel sammanfattar och diskuterar huvudresultaten från beräkningarna i SUS 2001 rörande hur skogen kommer att fungera som en livsmiljö för alla naturligt förekommande arter under de kommande 300 åren. Som en bakgrund beskrivs huvuddragen i vad som hänt i de olika svenska skogsregionerna under senaste 200 åren, och översiktligt de senaste 1000 åren.

I ett försök att vara både tydlig avseende skogen som livsmiljö för olika arter i både träd-, bestånds- och landskapsskala, och med ett någorlunda lokalt perspektiv, begränsas diskussionen till de egenskaper i skogen som allmänt anses vara de mest centrala (dvs. död ved, grova träd, lövträdsinslag och gammelskog) och till fyra olika biogeografiska regioner med Skåne, Örebro län samt Västerbottens kustland och lappmark som exempel. Dessutom görs kopplingar till diskussionerna om behovet av skogsreservat enligt miljöförhållningsberedningens rapport från 1997.

De huvudsakliga trenderna är att:

- efter en lång tid av förenkling av det ursprungliga svenska landskapets mångfald befinner vi oss i en flaskhals för biologisk mångfald; på lång sikt blir det enligt beräkningarna i SUS 2001 bättre på alla centrala punkter.
- enligt de beräkningar som SUS 2001 ger vid handen för gammelskogar av olika slag så kommer vi att nå de långsiktiga mål som satts upp för behovet att skydda skogar av naturvårdsskäl. Men de finns många osäkerheter som beskrivs längre fram i diskussionen.
- det framtida landskapet kommer att innebära en ökad kontrast mellan skyddade skogar och det omgivande brukade landskapet. Det är därför mycket viktigt att förstå hur den rumsliga fördelningen i träd-, bestånds- och landskapsskala kommer att förändras för olika skogliga egenskaper.

Det är till sist angeläget att påpeka att den typ av modellering av framtiden som SUS 2001 utgör har många begränsningar för att modellerna inte beaktar:

- att samhället och skogsbrukarna kommer att reagera på händelseutvecklingen
- att storskalig stormfällning bedöms att avsevärt påverka mängden gammelskog, död ved och grova träd
- att skogsmarksarealen knappast kommer att vara konstant i framtiden
- att representativiteten för viktiga skogskomponenter troligen kommer att förändras
- det framtida klimatets utveckling
- effekterna av försurning och kvävenedfall
- stora vilda växtätarens inverkan på vissa trädarters rekrytering i trädbeståndet

Det enskilt mest viktiga problemet för vidmakthållande av ett representativt och tillräckligt tätt nätverk av livsmiljöer av olika slag så att alla naturligt förekommande arter skall kunna fortleva i livskraftiga stammar på lång sikt är att vi klarar av den "flaskhals" av kortsiktigt otillräckliga mängder av olika livsmiljöer. Till sist bör de lokala goda exempel som finns på ett praktiskt arbete med ett landskapsperspektiv i skydd och restaurering av skogsmiljöer i olika skalor spridas till beslutsfattare och allmänhet både nationellt och internationellt.

4.1. Introduktion

Skogen i Sverige fick i och med 1994 års skogsvårdslagstiftning två jämställda uppgifter. Dels ska den fungera som en produktionsapparat med syfte att bidra till materiellt välstånd, och dels ska den fungera som en livsmiljö för livskraftiga stammar av alla naturligt förekommande arter.

Men en lång tid av att främst ha varit en produktionsapparat har satt stora spår i skogslandskapet, något som inte helt och hållet är förenligt med den andra nya uppgiften. Följaktligen finns ett antal arter som har skogen som sitt livsrum och som bedöms löpa risk att försvinna, så kallade rödlistade arter. Närmare bestämt handlar det om 2101 av cirka 58 000 svenska arter (Gärdenfors 2000). Till detta kommer de rödlistade trädberoende arterna som finns i jordbrukslandskapet. Detta innebär att betydligt mer än hälften av alla rödlistade arter i Sverige (4120) är skogsarter.

Kursen har under 1990-talet nu lagts om med syfte att försöka balansera produktion och miljö i Sveriges skogsmiljöer. Men vad kommer att hända i framtiden? Skogens framtida utseende är till viss del möjlig att förutsäga genom modeller som skriver fram dagens skogstillstånd. Sådana modeller har under lång tid legat till grund för bedömningar av de framtida virkestillgångarna. På motsvarande sätt har man försökt bedöma hur skogarna som livsmiljö för olika arter kan tänkas gestalta sig (SKA 99 – Skogsstyrelsen 2000).

SUS 2001 konsekvensberäkningar är en direkt fortsättning på SKA 99 med kompletterande beräkningar byggda på samma förutsättningar. För en detaljerad beskrivning hänvisas till andra delar i denna publikation som beskriver modelleringsverktyget Hugin, hur olika scenarier definierats och länkarna mellan SKA 99 och SUS 2001.

Både antalet variabler som behövs för att beskriva en skog ur perspektivet biologisk mångfald och antalet regioner i Sveriges skogar är stort (se Angelstam 2001a). Ämnet är alltså omfattande. I ett försök att vara både tydlig avseende skogen som livsmiljö för olika arter i både bestånds- och landskapsskala, och med ett någorlunda lokalt perspektiv, begränsas diskussionen till de egenskaper i skogen som allmänt anses vara de mest centrala (dvs. död ved, grova träd, gammelskog och lövträdsinslag; se Naturvårdsverket 1999) och till fyra olika biogeografiska regioner med Skåne, Örebro län samt Västerbottens kustland och lappmark som exempel. Dessutom görs kopplingar till diskussionerna om behovet av naturreservat och skyddad natur (SOU 1997) och arbetet med att formulera miljömål (SOU 2000).

Syftet med detta kapitel är att sammanfatta några av huvudresultaten från beräkningarna i SUS 2001 och diskutera sättet på vilket modellerna säger att skogen kommer att fungera som en livsmiljö för alla naturligt förekommande arter under de kommande 200 till 300 åren. Som en bakgrund kommer även en blick i backspegeln att göras för att se huvuddragen i vad om hänt i de olika svenska skogsregionerna under senaste cirka 200 åren och översiktligt även de senaste 1000 åren.

4.2. Vad är biologisk mångfald?

Begreppet biologisk mångfald myntades under slutet av 1980-talet för att väcka frågan om arters utdöende (Wilson 1998). Även om det finns många varianter på definitionen av vad biologisk mångfald är så innehåller alla komponenterna gener, arter och livsmiljöer. Dessutom inkluderas ofta processer/funktioner i de biologiska systemen (se Larsson m.fl. 2001). Att mäta biologisk mångfald i praktiken innebär vanligen att man fokuserar på arter och/eller artgrupper och olika livsmiljöer/naturtyper. Eftersom naturen är dynamisk är det även angeläget att beakta åtminstone de processer som bidrar till att arter och livsmiljöer kan vidmakthållas. Av rent praktiska skäl är det svårt att mäta den genetiska mångfalden. Alltså kan man för praktiskt bruk förenkla begreppet biologisk mångfald (Angelstam et al. 2000, under tryckning, Larsson m.fl. 2001) till mångfalden av:

- arter (sammansättning)
- livsmiljöer (struktur)
- processer (funktion)

4.3. Betydelsen av den geografiska skalan

Att bedöma den biologiska mångfaldens olika komponenter kan göras i olika perspektiv i tid och rum (Allen och Hoekstra 1992). Det är enklare att nå målet att bevara biologisk mångfald på kort sikt, till exempel i form av att arter finns kvar i ett område i något decennium. Men det är betydligt svårare att nå målet på lång sikt i form av att bevara livskraftiga stammar av alla naturligt förekommande arter.

För att bevara biologisk mångfald på lång sikt krävs alltså inte bara att individer finns i några få lämpliga livsmiljöer idag. Dessutom måste mängden av livsmiljöer i landskapet under lång tid vara tillräckligt stort. Arter har alltså olika krav på areal av sin livsmiljö för en individ och för att vidmakthålla en livskraftig population. Dessutom varierar kraven på livsmiljön kraftigt mellan olika arter. Medan några få mindre arter nog kan leva kvar under mycket lång tid i stora naturreservat eller kanske till och med i vissa typer av små nyckelbiotoper, så kräver många större specialiserade arter att det omgivande brukade landskapet kan återkoloniserats allteftersom det förändras. Därför måste man använda sig av ett brett spektrum av skalor att mäta i. För att ansluta till de gängse benämningarna så kan man dela upp den geografiska skalan i flera grupper:

- träd, trädgrupper och hänsynsytor i skogliga bestånd
- bestånd och hänsynsområden i landskap
- landskap i natur- och kulturgeografiska regioner

4.4. Hur mäter man biologisk mångfald?

Med tre komponenter av biologisk mångfald och tre rumsliga skalor blir alltså mätning av biologisk mångfald en ganska omfattande sak (Noss 1990, Angelstam 1998ab, 1999abc, Angelstam et al. 2000a, under tryckning, Larsson m.fl. 2001) (se Tabell 4.4-1). Mycket ofta är det så att man tvingas förenkla denna ideala bild – helt enkelt för att man inte har tillräckligt mycket information om alla kombinationer. För att täcka in hela Sverige finns det egentligen bara en källa – riksskogstaxeringen.

Tabell 4.4-1. Matris med den biologiska mångfaldens olika huvudkomponenter (vertikalt) och olika rumsliga skalor (horisontellt).

	Träd	bestånd	landskap
Arter			
Livsmiljöer	Riksskogstaxeringen	riksskogstaxeringen	
Processer			

4.5. Variabler som beskriver skogsarternas livsmiljöer

Skogen är en komplex företeelse och de flesta av de data som samlas in för att beskriva den har egentligen valts för att beskriva skogen som en produktionsapparat och inte som en livsmiljö. Det finns även många olika slags skogliga livsmiljöer som arter har anpassat sig till (Tab. 4.5-1). Trots detta finns många användbara data bland de som beskriver den brukade skogen med ett produktionsperspektiv, tex. baserat på riksskogstaxeringen. Och dessutom så är det ju viktigt att data kan fungera väl både för att beskriva produktion och miljö.

Tabell 4.5-1. Några exempel på skogliga mätvariabler i en matris av störningsregimer (tex. Kuuluvainen 1994, Angelstam 1999, Engelmark och Hytteborn 1999) och rumsliga skalor. Störningsregimer skapar och vidmakthåller de olika skogsmiljöskalor är viktiga för att täcka både de miljökrav som individer och populationer har, och som dessutom gör det möjligt att ha olika typer av ägare (privata, bolag och samhället) har (efter Angelstam 1998a,b).

Bedömningsgrunderna avser:	Träd inom bestånd (provytsstorlek < 1 ha)	Bestånd inom landskap (provytsstorlek 5-100 ha)
Störningsregimer och skogstyper:		
Intern dynamik (gran och ädellövträdsarterna)	Död ved i olika nedbrytningsstadier Variation i trädålder och storlek Vertikal struktur Rotvältor	Ståndorter med förekomst av högt grundvatten Kontinuitet i trädskiktet Beståndsstorlek
Succession efter storskalig störning (björk, asp, gran, tall) nystört ung skog medelålders skog gammal skog åldrande skog gammelskog	Bränd ved Död ved i olika nedbrytningsstadier Variation i trädålder och storlek Biologisk gamla träd Vertikal struktur Stora träd	Ståndort Trädslagsfördelning för varje art i olika åldersklasser med upp till ca 300 år sedan storskalig störning Beståndsstorlek
Flerskiktade skogar (tall och ek)	Bränd ved Död ved i olika nedbrytningsstadier Variation i trädålder och storlek Biologisk gamla träd Vertikal struktur Stora träd	Ståndort Trädslagsfördelning i olika åldersklasser med upp till ca 300 år sedan storskalig störning Beståndsstorlek
Hävdbiotoper (ängar, hagar med lövträd)	Biologisk gamla träd/jätteträd Död ved i olika nedbrytningsstadier Stora träd	Kontinuitet i trädskiktet Beståndsstorlek

4.5.1. Vad säger rödlistan?

I Sverige rödlistas för närvarande 2101 skogsarter var till kommer en del av de arter som listas i jordbrukslandskapet och som är knutna till de träd som finns i trädbärande hagmarker, alléer i jordbruksbygd, slottsparker och gårdsmiljöer med gamla grova träd (Gärdenfors 2000). Analyser av vilka livsmiljöer som rödlistade arter är knutna till har lett till att man kan definiera de egenskaper som är mest väsentliga för olika artgrupper. Återkommande egenskaper för alla artgrupper, utom kärlväxter som snarare reagerar på markens egenskaper än själva skogen, är gammelskog, lövträdsinslag, död ved och grova träd (Naturvårdsverket 1999).

4.5.2. Viktiga skogsegenskaper

4.5.2.1. Gammelskog

I successionen efter en storskalig störning brukar man (tex. Oliver och Larsen 1996) identifiera följande brytpunkter:

- A. det gamla beståndets försvinnande (orsakat av tex. brand, vind, avverkning)
- B. fältskiktets återhämtande och etablering av en ny skogsgeneration
- C. skogsmarken skuggas av hög kronslutenhet
- D. naturliga luckor bildas när beståndet blir biologiskt gammalt

För att beskriva ett successionsförlopp i perspektivet biologisk mångfald är denna upplösning är dock otillräcklig (tex. Thomas 1979, Angelstam 1999a, Smith et al. 1997). Anledningen är att många arter har mer specialiserade krav än så (tex. Esseen m.fl. 1996; Uliczka och Angelstam 1999), till exempel för att skogars naturliga dynamik även innefattar träd och beståndsåldrar som är mer än dubbelt så höga som de då skogen ur ekonomisk synvinkel är avverkningsmogen (tex. Niklasson och Granström 2000). I Tab. 4.5.2.1-1 beskrivs en uppdelning på sex olika stadier och ungefärliga åldersintervall.

Tabell 4.5.2.1-1. Olika successionsstadier som alla måste beaktas (från Angelstam 1999a).

Successionsstadier	nyligen stört	ung	medel- ålders	avverknings- mogen	åldrande	gammel- skog
Tid sedan störning (år)	0-5	5-30	30-70	70-110	110-150	>>150

4.5.2.2. Lövträdsinslag

Lövträdsinslag finns i många olika former (Tab. 4.5.2.2-1). Med andra ord handlar det sällan om rena lövbrännor, utan det finns en lång rad kombinationer av trädåldrar och lövträdsinslag (tex. Axelsson 2001). Dessutom så kan åldersspridningen inom varje kombination vara stor och till exempel innehålla gamla överståndare av flera olika trädslag.

Tabell 4.5.2.2-1. Olika typer av lövträdsinslag. P står för att denna cell behövs av produktionsskäl och M för miljöskäl – ju mer markerat (fetstil/understruket) desto viktigare (från Angelstam 1999a).

Successions- stadier	nyligen stört	ung	medel- ålders	avverknings- mogen	åldrande	gammel- skog
Tid sedan störning (år)	0-5	5-30	30-70	70-110	110-150	>>150
Andel lövträd (volym)						
0-20 %	P M	P M	P M	P M	<u>M</u>	<u>M</u>
20-50 %	M	M	M	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>
>50 %	M	M	M	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>

4.5.2.3. Död ved

Död ved är en mycket mångformig resurs för många arter (Samuelsson och Ingelög 1996). Två viktiga huvudegenskaper vars mängder bör mätas är:

- storlek på de döda träden
- nedbrytningsstadium av både stående och liggande döda träd

4.5.2.4. Grova träd

Grova träd har egenskaper som i en intensivt brukad skog är ovanliga (tex. Nilsson m.fl. 2001). Detta omfattar möjlighet för stora fåglar att bygga både risbon och att hacka ut hål och för insekter, lavar och mossor att finna olika mikromiljöer i bark och murken ved. För analyserna väljs följande definitioner för grova träd

- 40+ cm
- 80+ cm

4.6. Sveriges skogar från söder till norr

Sverige är näst efter Ryssland Europas geografiskt sett ”avlängsta” land. Detta innebär att både förutsättningarna för olika naturtyper liksom hur vi har påverkat dem under historiens gång är mycket varierande (Angelstam och Andersson 1997, 2001).

4.6.1. Regionindelning

Det finns en lång tradition av att särskilja olika svenska skogs- och landskapsregioner på såväl abiotiska och biologiska grunder (t.ex. Anonym 1965, Aldentun 1997, Larsson m.fl. 2001) som historiska grunder (Selander 1957, Bunte m.fl. 1982, Jokipii 1987, Angelstam 1997).

Eftersom det finns tydliga kopplingar mellan abiotiska, biologiska och historiska faktorer är den klassiska uppdelningen på nemoral, boreo-nemoral, boreal därmed motiverad både av skogsbiologiska och praktiska skäl.

4.6.2. Fallstudier från söder till norr

För att göra resultaten tydligare valdes ett län/en länsdel ut som representant för var och en av de olika skogsregionerna. (jmf. Fig. 2.1.2.1-1)

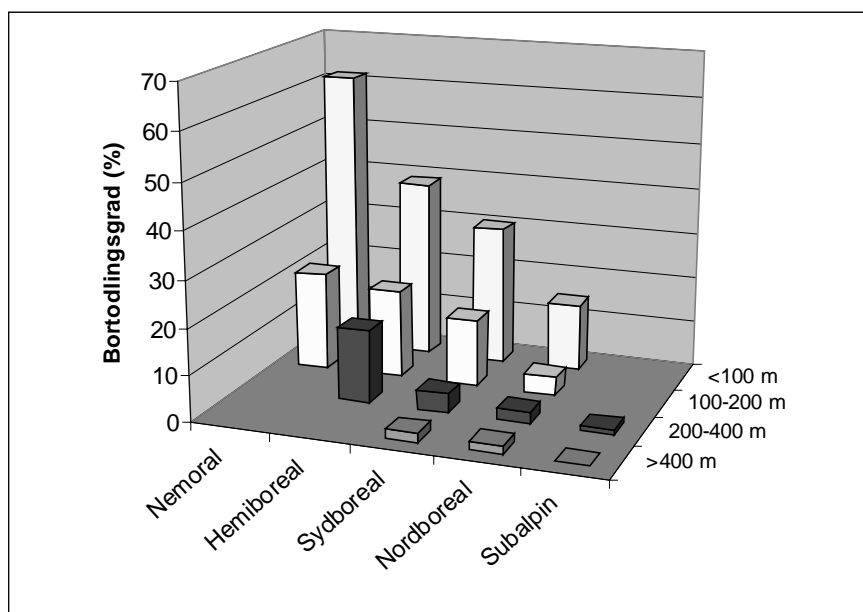
Tabell 4.6.2-1. Översikt över skogsregioner och valda fallstudier.

Skogsregion	Län	Fallstudier	Landareal (kv.km)
Nordboreal Mellanboreal	AC, BD S, W, X, Y, Z	Västerbottens län	55 200
		<ul style="list-style-type: none"> • lappmark • kustland 	
Sydboreal Boreonemoral	AB, C, D, E, F, G, H, I, O/P/R, T, U	Örebro län	8 540
Nemoral	K, L/M, N	Skåne	11 000

4.7. Det svenska landskapet under de senaste 1000 åren

4.7.1. Jordbruk och urbanisering har minskat mängden skogsmark

I sydligaste Sverige har skogen blivit grundligt påverkad i mer än 5000 år och de allra flesta områden med lantbruk som finns idag koloniserades av bofasta människor långt före vår tideräknings början (tex. Berglund 1991). I sen tid har arealen vägar, urbana områden och kraftledningarna minskat andelen skog ytterligare (Fig. 4.7.1-1). Dessutom har bruket av jordbrukslandskapet intensifierats, vilket gjorde att de djurarter som var mer eller mindre beroende av det gamla kulturlandskapets olika egenskaper som gamla träd och jätteträd försvann eller minskade kraftigt. I den andra änden av detta spektrum finns den boreala skogen där det intensiva skogsutnyttjandet ibland är bara drygt 100 år – som till exempel i inre Norrland.



Figur 4.7.1-1
Minskningen av andelen skogsmark orsakad av uppodling och urbanisering i Sverige ökar både med sjunkande höjd över havet (angiven i m) och mot sydligare nejder (uttryckt som biogeografiska zoner) (data från Angelstam och Andersson 1997, 2001).

Skogens sammansättning har förändrats under lång tid. För att förstå hur dagens landskap uppkommit är det alltså nödvändigt att titta i backspegeln. Först då kan man säga vilka krav som växter och djur

egentligen har på sin miljö, och hur mycket som dagens skogslandskap saknar av sina ursprungliga egenskaper. Skogsbruket har under de senaste 150 åren stadigt förändrats från en binäring för lant- och bergsbruket till en självständig och mycket omfattande näringsgren. Genom människans gradvisa ökade utnyttjande av skogsmarkens resurser - först vilt och foder till tamdjur, sedan virke för husbehovsbruk fram till dagens industriella virkesuttag - är dagens skogslandskap mycket annorlunda jämfört med naturtillståndet innan människan började påverka skogen.

Förutom det rena försvinnande av skogen (Fig. 4.7.1-2) bör man känna till hur olika typer av markanvändning fördelat sig under olika tidsperioder. Högre upplösning finns bara för tre områden (Malmöhus län, Örebro län, Västerbottens län) under en längre tid utan dramatiska klimatförändringar (Björse och Bradshaw 1998), dvs. under de senaste 1000 åren (Naturvårdsverket 1993). För de två första länen bygger rekonstruktionen fram till ca. 1650 på pollenanalys. Därefter är markanvändningen rekonstruerad med hjälp av skriftliga källor. För Västerbottens län går den gränsen vid omkring år 1750.

4.7.2. Skåne – uråldrigt kulturlandskap

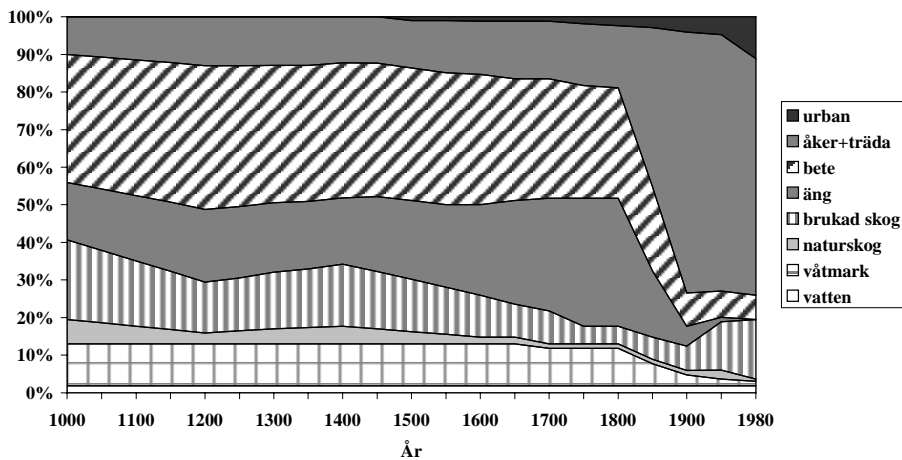
Femtusen år av uppodling skapade det skånska kulturlandskapet. Omvandlingen av skogsmark till jordbruksmark började tidigt och ledde till ett landskap med gradvisa övergångar mellan skog, gräsbärande mark med spridda grova gamla träd och gräsmark utan vuxna träd (Bergendorff och Emanuelsson 1996). Här fanns förutsättningar för spridning både för arter som var knutna till naturskogen och arter som kommit in med utsäde eller på annat sätt spritt sig genom människans försorg. Genom slåtter och bete bevarades glest trädbevuxna gräsmarker under lång tid. Övergången till hagmark, det vill säga betade, vanligen före detta lövängar, innebar vissa förändringar för marklevande organismer medan trädskiktet fortfarande är intakt och därmed en viktig skogsmiljö; även om den idag inte räknas till riktigt skogsmark.

Det skånska landskapet har under de senaste 1000 åren dominerats av äng och betesmark. Under 1700-talet nyttjades landskapet mycket intensivt med överbete och virkesbrist. 1803 års enskifte blev en brytpunkt som tvingade fram väldiga arealer av äng och betesmark. Åkerarealen fördubblades under 1800-talet.

Med hänsyn till den skogligen biologiska mångfalden måste intervallet 1700 till 1850 ha inneburit stora förändringar. Under denna period minskade först de kvarvarande naturskogsresterna kraftigt, och senare krympte ängslandskapet och betesmarkerna vilka både hade ett mer eller mindre stort inslag av gamla grova träd. Enligt Naturvårdsverket (1993) borde naturlandskapets fauna och flora ha nått ett bottenläge på 1840-talet. Därefter lämnades tidigare hårt betade skogar relativt orörda. Skogen kom under 1900-talet att sätta sin prägel på speciellt de norra delarna av Skåne.

Många skogstyper har dessutom förändrats kraftigt. Bokskogen är ett exempel. Carbonnier (1973) beskriver att våra nuvarande bokskogar nästan alla uppkommit genom självsådd på marker som var så hårt påverkade av människan att skogskaraktären var bruten. Enstaka mycket grova träd av bok och ek fanns kvarlämnade eftersom de var för besvärliga att avverka. I detta öppna landskapet var ollonproduktionen god så att genom att utestänga kreaturen och släppa in svin lyckades dåtidens skogsmän skapa mycket stora arealer med jämnårig, enhetlig och tät bokskog. Vår tids bokskogar i Skåne är med andra ord en ren kulturprodukt, till skillnad från några rester i bl.a. Halland.

Markanvändning åren 1000-1980 Malmöhus län



Figur 4.7.2-1 Förändringar i markanvändning i Malmöhus län från år 1000 till 1980. Förenklat efter Naturvårdsverket (1993).

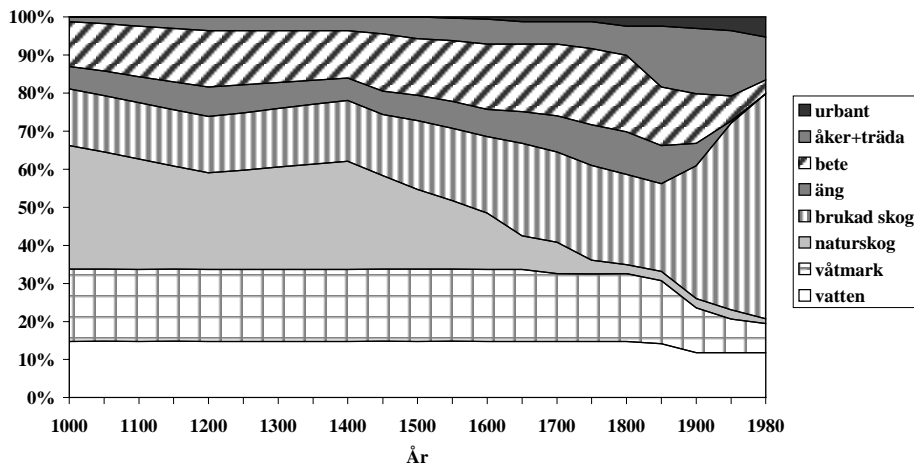
4.7.3. Örebro län – från bondebygd till Bergslag

Genom Örebro län går en tydlig skiljelinje mellan Sydsverige och Norrland, ja till och med mellan centrala och norra Europa. Men denna så kallade biologiska norrlandsgräns är även en viktig skiljelinje mellan bygder med olika historia (Nelson 1913). Biologiskt representeras denna gräns av att eken och många andra sydligare växter och djur har sina nordgränser här. I de lägst liggande delarna av Örebro län har människan satt sin prägel på landskapet sedan förhistorisk tid. Arkeologiska studier av bosättningar och de arkiv som finns i avlagringar av torv i myrar och i sediment i sjöar visar att redan under jägarstenåldern finns omfattande spår i höglänta partier. De låglänta delarna av Närke-slätten var då täckta av vatten. Under bondestenåldern var hela områdets bördiga slätter koloniserade. Ända fram till 1900-talets början var jordbruket den viktigaste näringen i länet. De höglänta skogarna i de norra delarna av Örebro län blev koloniserade två- till femtusén år senare än de bördiga dalarna som ligger bara några mil söderut (se Almquist-Jacobsson 1994). Även om man gjort fynd av pilspetsar från jägarstenåldern och konstaterat att redan under järnåldern hade uppodling skett i norra Örebro län, så tog det lång tid innan bebyggelsen tätnade och landskapet påverkades i en större omfattning.

Om man betraktar Bergslagens historia ser man att landskapets brukningshistoria är nära förknippad med näringslivet (Nelson, 1913). Under 1500-talets slut och början av 1600-talet skedde en betydande inflyttning av finnar till mellersta Sverige och södra Norrland (Bladh, 1995). Ett intensivt bruk av skogen startade här under 1500-talet. Skogslandskapet var under de följande 300 åren bebott i högre grad än någonsin jämfört med både tidigare och senare tidsavsnitt. Det mesta virket gick åt till kolframställning för lokalt bruk. Skogens omloppstid var under sjutton- och artonhundra-talen så kort som 40-60 år (Wieslander 1936) och vid denna periods slut var bara 4 % av skogen äldre än 60 år (tex. Ek 1995).

När järnhanteringen minskade pga. konkurrens från utlandet, ökade istället skogsbruket och blev från slutet av artonhundra-talet en stor inkomstkälla för regionen (Heckscher, 1935). Efter den långa tid när virket gjorts till kol, blev det en viktig ekonomisk resurs i sig själv. Nu förändrades det småskaliga skogsbruket och gradvis uppstod de stora skogsindustrierna. Som en konsekvens av det mera jämnåldriga skogslandskapet som uppstått efter kolningsepoken och en ökad intensitet i skogsbruket avverkades äldre skog i snabb takt. Resultatet av detta, blev de nya stora ytorna av ungskog (tex. Angelstam 2001b).

Markanvändning åren 1000-1980
Örebro län

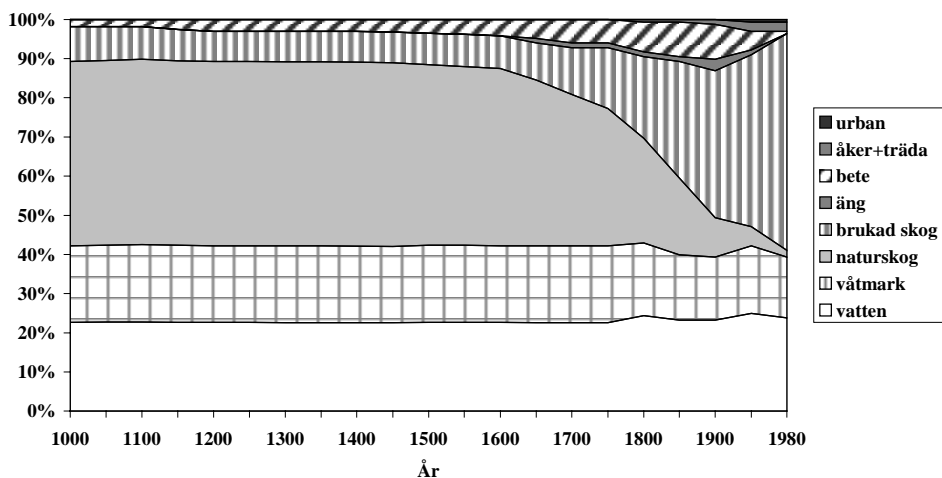


Figur 4.7.3-1. Förändringar i markanvändning i Örebro län från år 1000 till 1980. Förenklat efter Naturvårdsverket (1993).

4.7.4. Västerbotten – från kust till fjäll

Västerbottens län täcker en landyta av 5.5 miljoner hektar från kust till fjäll – det vill säga en precis 5 gånger så stor yta som Skåne. Kustlandet i Västerbotten har varit bebott i minst 2000 år (Welinder m.fl. 1998) även om beläggen för så kallad organiserad bebyggelse av Lassila (1972) beskrivs som varande från 1300-talet. Även om Lappmarken under mycket lång tid varit bebodd (Forseth 2000) har detta område en betydligt kortare historia av landskapsomvandling än kustlandet. De äldsta skrifterna som berör de inre delarna av Västerbottens län utgörs av brev från mitten av 1300-talet och beskriver landskapet som “de öde trakterna i Hälsingland mot Norden” (Campbell 1948). Utvecklingen från en samelandsk vildmark till bygd tog lång tid. Vägnätets utveckling ger en bild av hur landskapet gradvis omvandlats (Lassila 1972). Den äldsta perioden, fram till omkring 1600, kan karakteriseras av en total brist på körvägar. Därefter byggs post-, gästgiveri och skjutsväsendet upp. Under 1730-talet sker ett trendbrott med en klar uppgång i befolkningens storlek och nya bosättningar. Bruksrörelsen bidrar till detta från omkring 1760. Från ungefär 1860 då skogsindustrin tar fart ökar virkestransporterna både på land och genom flottning. Järnvägar anländer cirka 1890 och runt 1920 tar vägbyggande fart ordentligt. Dessa förändringar sammanfaller med det vi ser om skogens utveckling (tex. Bunte m.fl. 1982, Niklasson och Granström 2000).

Markanvändning åren 1000-1980 Västerbottens län

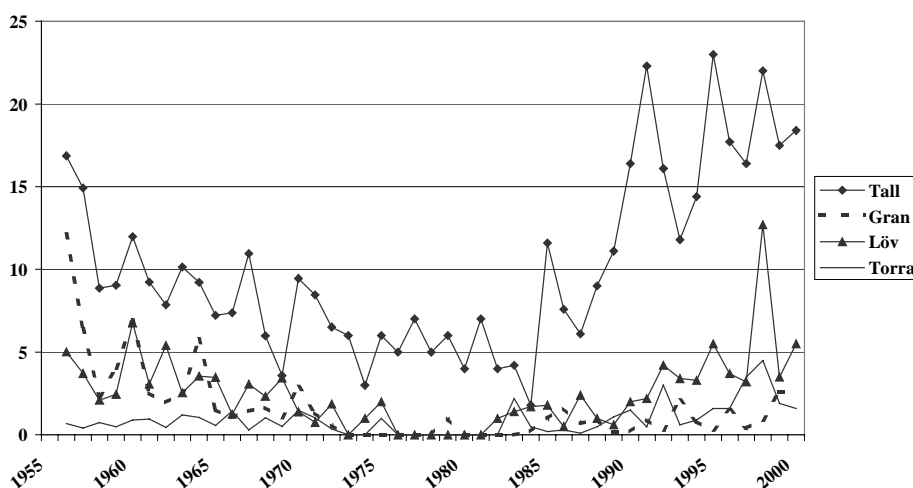


Figur 4.7.4-1 Förändringar i markanvändning i Västerbottens län från år 1000 till 1980. Förenklat efter Naturvårdsverket (1993).

4.8. Naturhänsynens utveckling sedan 1950-talet

Utvecklingen av den sparade volymen virke på förnygringsytor under perioden från 1956 till 2000 beskrivs i Figur 4.8-1. Två tydliga trender syns. Först finns en avtagande trend som sammanfaller med kalhyggesbrukets införande. Bottennivån nås i slutet av 1970-talet. Från mitten av 1980-talet så sker en tydlig ökning som når en högre nivå under början av 1990-talet. Dessa två steg sammanfaller väl med de olika utbildningskampanjer som gjordes under 1980-talet och början av 1990-talet liksom storföretagens införande av nya hänsynsregler under det tidiga 1990-talet.

Sparad volym (m³sk/ha) vid förnygringsavverkning.



Figur 4.8-1 Sparade volymer av olika trädslag/trädslagsgrupper på förnygringsytor (data från Riksskogstaxeringen).

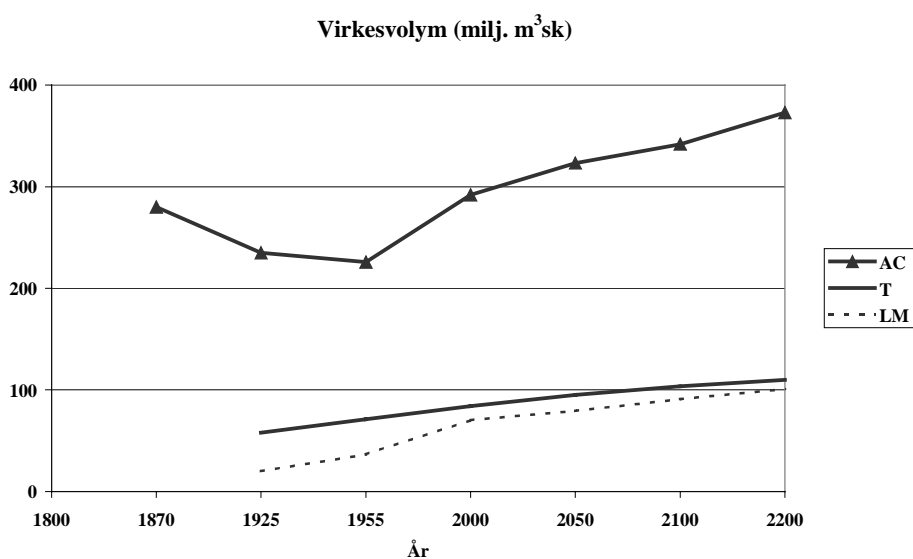
4.9. Virkesförrådets utveckling

De svenska skogarnas virkesförråd har förändrats kraftigt under de senaste 200 åren och kommer att fortsätta med detta (Fig. 4.9-1). Som en konsekvens av de intensiva avverkningarna under 1800-talets

senare hälft sjönk virkesförrådet snabbt på kort tid i norra Sverige. Riksskogstaxeringen som kom igång ett par decennier efter tillkomsten av vår första skogsvårdsplan har ett för kort tidsomfång för att visa detta (Linder och Östlund 1992). Genom en systematisk omföring av landskapet för att maximera virkesproduktionen har samtidigt andelen av dessa volymer som gynnar olika arter minskat – helt enkelt eftersom mängden av tex. lågor, torrakor och gamla träd minskat.

I södra Sverige är bilden delvis en annan. Här finns regioner som på grund av intensivt jordbruk och boskapsskötsel nästan helt var avskogade för 200 år sedan (tex. Sjöbeck 1973). Samtidigt fanns stora arealer utmärkt med träd som inte utgjorde speciellt stora virkesvolymer, men som däremot var av hög kvalitet för många trädberoende arter (tex. Nilsson et al. 2001).

I framtiden bedöms virkesvolymer öka ytterligare något. Detta innebär troligen att de blir av samma omfattning som i de ursprungliga naturskogarna.



Figur 4.9-1. Virkesförrådets utveckling från 1800 till 2200. Data från Riksskogstaxeringen 1923-29, 1953-57, Skogsstyrelsen 2000 och SUS 2001. Historiska data för Västerbotten (AC) från Linder och Östlund (1992), för Örebro län (T) bedömt utifrån Wieslander (1936). Från Skåne (LM) saknas tidig information.

4.10. Den framtida skogen

Den analys som gjorts i detta avsnitt och som redovisas nedan bygger på resultat från scenariot ”90-talets skogsbruk” för åren 2000-2300. Förutsättningarna för detta scenario redovisas kortfattat i kap 2.1.2. I Skogsstyrelsen (2000) och Thuresson (1999) ges mer omfattande beskrivningar.

Den övergripande skötseln ges av indelningen i skötselklasser vilken för landet som helhet återfinns i Fig. 2.1.2.1-2. I Tab. 4.1-10 återfinns värden för de beräkningsområden som specialstudierats i detta avsnitt.

Tabell 4.10-1. Nuvarande skogmarksareal (1000 ha) fördelad på skydds och skötselklasser enligt förutsättningarna i "90-talets skogsbruk". Västerbottens lappmark, Västerbottens kustland, Örebro län och Skåne län.

Län	Skötselklass				Summa
	1000 ha	Skötsel - traditionell	Skötsel - naturanpassad	Inget skogsbruk	
ACL	1567	85	72	12	1736
ACK	1215	55	47	10	1727
T	537	28	26	8	599
LM	334	15	15	15	379

I det följande återges utvecklingen för några av de variabler som simulerats fram i Hugin och som bedömts vara speciellt intressanta för den framtida naturmiljön i skogen. En övergripande redovisning av framtida skogstillstånd för de olika balansområdena återfinns i Kap. 3.

4.10.1. Översikt över de fyra regionerna i framtiden

4.10.1.1. Skåne

Virkesförrådet ökar från 70 till 101 miljoner kubikmeter under perioden 2000 till 2200 (Fig. 4.9-1). Samtidigt sker en radikal förskjutning av åldersfördelningen från att bara innehålla medelålders skogar till ett polariserat Skåne med både medelålders produktionskog och mycket gammal skog (Fig. 4.10.1.1-1). Notera att andelen lövträd är mycket högre i den högra delen av figuren.

4.10.1.2. Örebro län

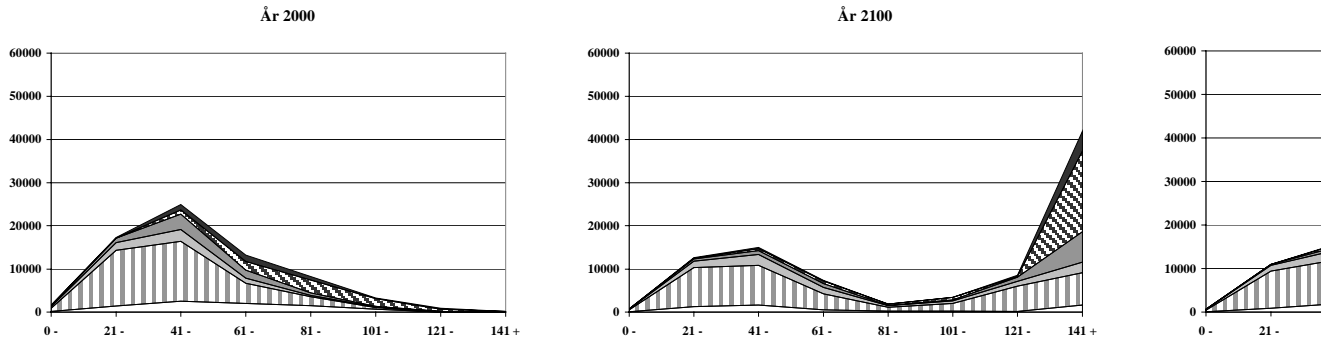
Virkesförrådet ökar från 84 till 110 miljoner kubikmeter under perioden 2000 till 2200 (Fig. 4.9-1). Samtidigt sker en radikal förskjutning av åldersfördelningen från medelålders skogar till ett polariserat Örebro län med medelålders skog, mycket lite åldrande skog och mycket gammal skog (Fig. 4.10.1.2-1).

4.10.1.3. Västerbottens kustland

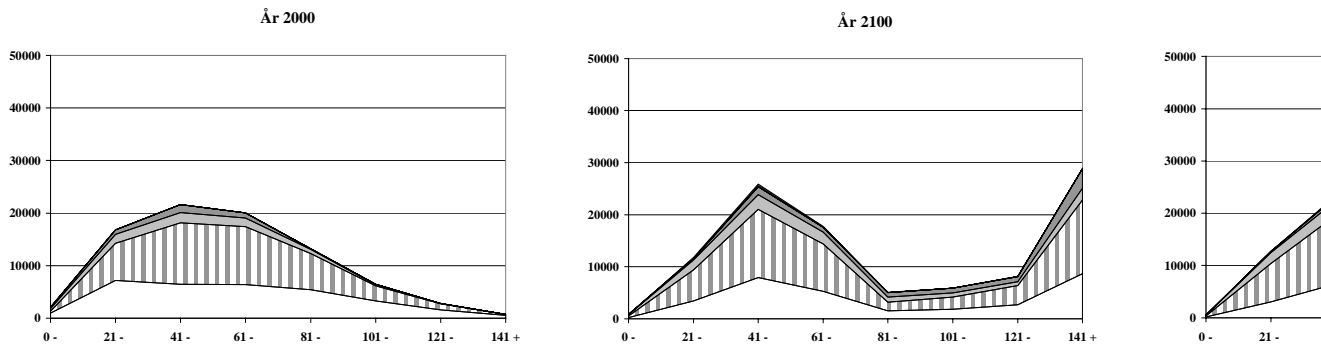
Virkesförrådet ökar från 147 till 182 miljoner kubikmeter under perioden 2000 till 2200 (Fig. 4.9-1). Den relativt jämna åldersfördelningen "klyvs" i två delar (Fig. 4.10.1.3-1). Andelen äldre lövskogar ökar.

4.10.1.4. Västerbottens lappmark

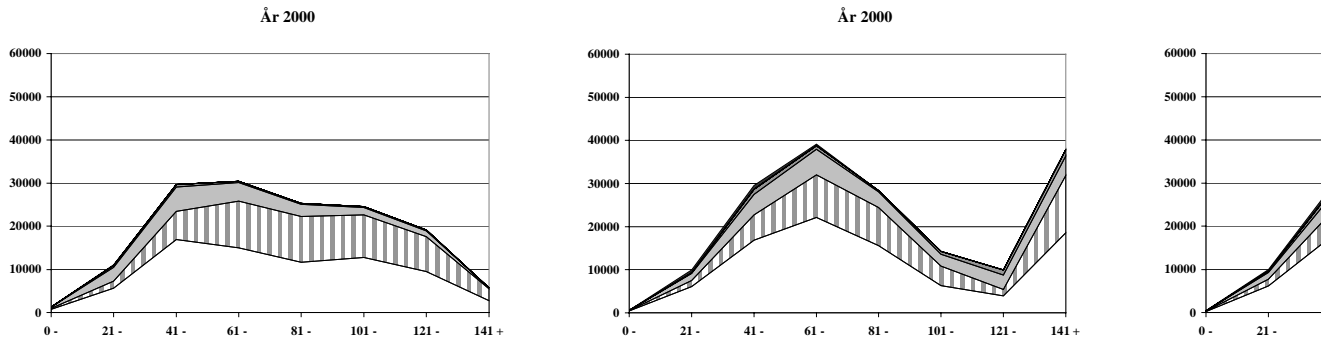
Virkesförrådet ökar från 144 till 191 miljoner under perioden 2000 till 2200 (Fig. 4.9-1). Den relativt jämna åldersfördelningen "klyvs" i två delar (Fig. 4.10.1.4-1).



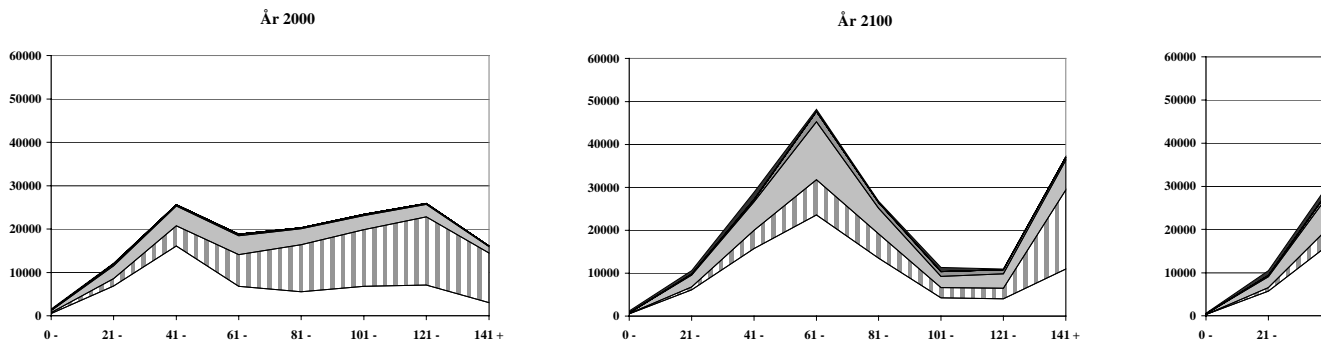
Figur 4.10.1.1-1. Trädslags- och åldersfördelning i virkesförrådet (1000-tals kubikmeter) år 2000, 2100 och 2200 i Skåne. Teckenförklaringen är från ovan räknat: ek, bok, övriga lövträd, björk, gran och tall.



Figur 4.10.1.2-1. Trädslags- och åldersfördelning i virkesförrådet (1000-tals kubikmeter) år 2000, 2100 och 2200 i Örebro. Teckenförklaringen är från ovan räknat: ek, bok, övriga lövträd, björk, gran och tall.



Figur 4.10.1.3-1. Trädslags- och åldersfördelning i virkesförrådet (1000-tals kubikmeter) år 2000, 2100 och 2200 i Västerbotten. Teckenförklaringen är från ovan räknat: contortatall, övriga lövträd, björk, gran och tall.



Figur 4.10.1.4-1. Trädslags- och åldersfördelning i virkesförrådet (1000-tals kubikmeter) år 2000, 2100 och 2200 i Västerbotten. Teckenförklaringen är från ovan räknat: contortatall, övriga lövträd, björk, gran och tall.

4.10.2. Gammelskog

4.10.2.1. Hur mycket gammelskog fanns det i ett naturligt barrskogslandskap?

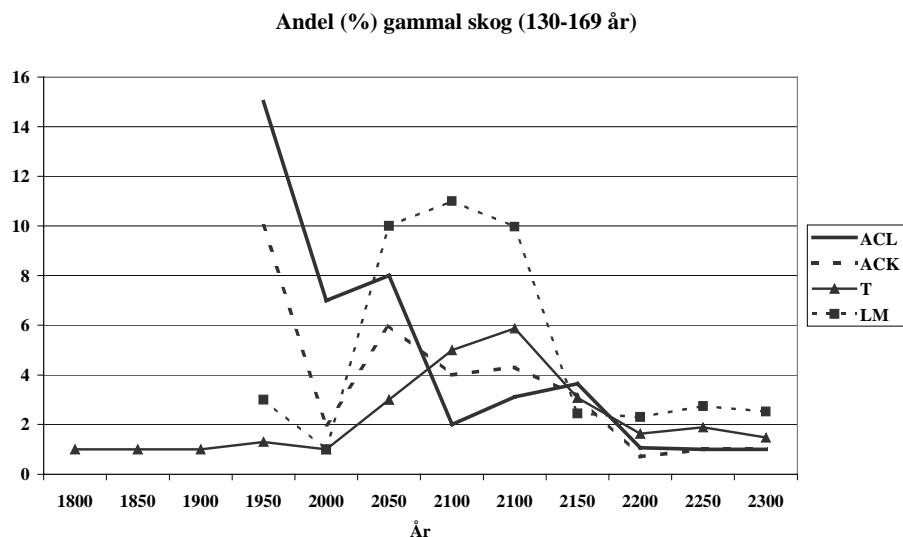
Ett försök att bedöma hur mycket gammelskog av olika slag – det vill säga skog som vårt nutida skogsbruk i större delen av Sverige inte kan producera – ges i Tab. 4.10.2.1-1. I ett genomsnittligt barrskogslandskap finns det torra tallskogar, gransumpskogar och olika utvecklingsstadier efter brand eller annan storskalig störning på frisk mark. Av den första spalten (I) framgår att den ungefärliga fördelningen på olika ståndorter motsvarar cirka 70% successionsskog med skog i olika åldersklasser från nya brännor till gammelskog, cirka 20% flerskiktad tallskog varav det mesta är att betrakta som gammelskog på grund av det stora inslaget av gamla träd och död ved i olika former, och till sist cirka 10% gransumpskog med intern dynamik som huvudsakligen kan betraktas som gammelskog (Rülcker et al. 1994). I nästa spalt (II) är dessa olika fördelningar omräknade till ett genomsnittsvärde för de viktigaste skogstyperna i barrskogslandskapet enligt Angelstam och Andersson (1997). Denna definition av biologiskt gammal skog motsvaras av skog som är avsevärt äldre än den ålder då skogen normalt avverkas idag, det vill säga ca. 110 år, eller slutavverkningsskog skog som har en lövträdsandel, typer vilka normalt inte förekommer i brukad skog. Enligt tabellen utgör summan av dessa skogsmiljöer, som betecknas B, C, D, F i tabellen nedan och som man skulle kunna kalla gammelskogar i någon mening, totalt 46 procentenheter av ett genomsnittligt barrskogslandskap. Linder och Östlund (1992) bedömde andelen gammelskog i barrskogslandskapet till 40%.

Tabell 4.10.2.1-1. Fördelningen av all skogsmark på olika skogsdynamik i barrskogslandskapet.

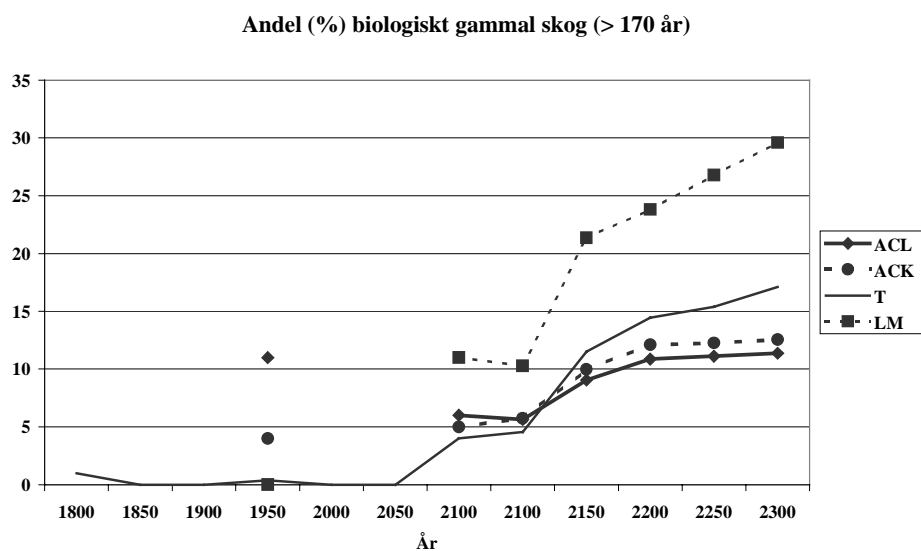
I: Typ av skogsdynamik och fördelningen på olika skogsmiljöer av marken i ett barrskogslandskap	II: Dito angivet i %
Successionskogar (70%)	
• A. Unga och barrdominerade bestånd (ca. 2/3)	46
• B. Lövträdsrika äldre skogar (ca. 1/6)	12
• C. Gammel- eller nästan gammelskog (ca. 1/6)	12
Intern dynamik (10 %) (D)	10
Flerskiktad tallskog (20%)	
• E. <110 år (ca. 4/10)	8
• F. >110 år (ca. 6/10)	12
SUMMA	100

Som framgår av framskrivningen av skogen (Fig. 4.10.2.1-1 och 5.10.2.1-2) kommer endast skogarna i Västerbottens lappmark att närma sig dessa värden (se Tab.5.10.2.1-1), men först år 2300. För de andra områdena ligger naturlandskapet så långt tillbaka i tiden att en uppskattning inte riktigt ter sig meningsfull.

På grund av ”segregeringen” av landskapet i en del med skogsproduktion med naturvårdshänsyn och en annan med i princip fri utveckling kommer landskapet att för gammelskogsarter troligen att upplevas som mycket goda öar i ett hav av avsevärt sämre livsmiljöer. För att tydligare illustrera ”klyvningen” av åldersfördelningen som modellerna uppvisar för perioden 2000 till 2300 behandlas åldrande skog (130-169 år) och gammelskog (170+ år) var för sig (Fig. 4.10.2.1-1 och 5.10.2.1-2).



Figur 4.10.2.1-1. Gammal skog på väg att bli gammelskog.



Figur 4.10.2.1-2. Biologiskt gammal skog enligt riksskogstaxeringen, Skogsstyrelsen 2000 och SUS 2001. På grund av andra klassindelningar i det tillgängliga materialet är det inte möjligt att ange värden för alla perioder efter 1950-talet. Andelen gammelskog i Örebro län bygger på bedömningar utifrån Wieslander (1936) och Ek (1995).

4.10.2.2. Skåne

Under perioden 2000 till 2150 ökar, kulminerar och minskar starkt mängden åldrande skog (Fig. 4.10.2.1-1). Dessa arealer dyker upp som gammelskog från 2150 och framåt (Fig. 4.10.2.1-2).

4.10.2.3. Örebro län

Den framtida utvecklingen är i princip densamma som för Skåne. Under perioden 2000 till 2150 ökar, kulminerar och minskar starkt mängden åldrande skog (Fig. 4.10.2.1-1). Dessa arealer dyker upp som gammelskog från 2150 och framåt (Fig. 4.10.2.1-2).

4.10.2.4. Västerbottens kustland

I denna region har Niklasson och Granström (2000) genomfört den mest omfattande rekonstruktionen av hur skogslandskapets åldersfördelning på friska marker förändrats. Åldersfördelningen före 1650 är mycket lik den som bedömdes vara fallet i naturlandskapets successionsskogar av Angelstam och Andersson (1997, 2001). Enligt Niklasson och Granström (2000; Fig. 4.10.3-1) är andelen skog över 110 år på friska marker ca 15 % före 1650 utan tecken på mänsklig påverkan och mindre än 5% för tiden efter 1650 då studieområdet koloniserades av människan. Detta värde ska jämföras med rad C i Tab. 4.10.2.1-1 (dvs. 12%). Observera dock att i tillägg till detta har skogens struktur förändrats radikalt tex. genom den nuvarande avsaknaden av gamla träd och död ved som fanns kvar från tidigare trädgenerationer (se även Axelsson 2001).

Riksskogstaxeringens data från 1950-talet tillsammans med framskrivningarna i Skogsstyrelsen (2000) och SUS 2001 visar hur andelen skog i intervallet 130-169 nästan helt försvinner medan den gamla skogen återtar den andel som den bedömdes ha i det boreala naturtillståndet (Tab. 4.10.2.1-1).

4.10.2.5. Västerbottens lappmark

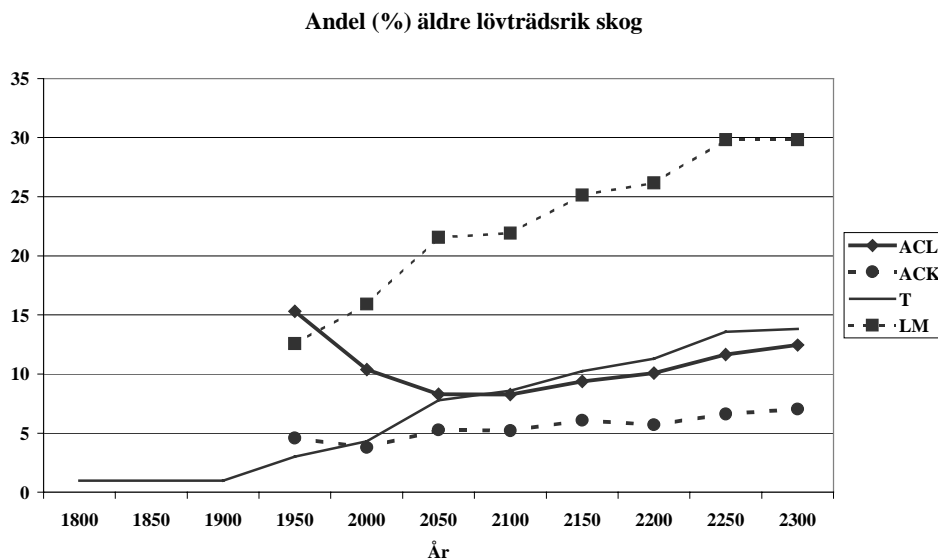
Riksskogstaxeringens data från 1950 tillsammans med framskrivningarna i SUS visar hur andelen skog i intervaller 130-169 nästan helt försvinner medan den gamla skogen återtar den andelen den bedömdes ha i det boreala naturtillståndet. Att andelen gammelskog (170+) hela tiden är högre i Lappmarken än i kustlandet är rimligt eftersom andelen återskapad naturskog oftast bör bestå av grandominerad skog med ett stort inslag av intern dynamik.

4.10.3. Lövträdsinslag

Ett inslag av lövträd (tex. asp och björk) är en naturlig komponent i successionsskogarna (Tab. 4.10.3-1). Lövträden finns dels som ett inslag i barrbestånd i en viss procentandel, och dels som lövträdsrika bestånd i landskapet. Om 20 och 50% lövträdsandel satts som klassgränser och arealerna lövinslag fördelas lika enligt bedömningen av Angelstam och Andersson (1997) ser fördelningen ut som i tabellen nedan. Tyvärr är kunskaperna om hur mycket lövträdsrika skogar som fanns i naturlandskapet bristfälliga (Naturvårdsverket 1999).

Tabell 4.10.3-1. Bedömd fördelning av skogar med olika lövträdsinslag i barrskogslandskapet.

Åldersklass	Bedömd förindustriell andel (%)	Lövandel		
		0-20 %	21-50 %	>50 %
0-29	28	8	10	10
30-69	32	8	12	12
70-109	23	7	8	8
110-149	9	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
150+	8	<u>8</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
Summa	100	34	33	35



Figur 4.10.3-1. Arealandelen äldre lövträdsrik skog i de fyra exemplen. Äldre än 80 år i Norrland, äldre än 60 år i övriga Sverige och med ett lövträdsinslag mer än 25% av grundytan. 90-talets skogsbruk. Data från riksskogstaxeringen 1953-57, SKA 99, SUS. För Örebro län har en bedömning utifrån äldre kartmaterial gjorts.

4.10.3.1. Skåne

Granens naturliga sydgräns omfattar enbart en smal remsa av nordligaste Skåne. Granplantering påbörjades i stor skala först vid sekelskiftet runt år 1900. Rimligen borde den ursprungliga arealen äldre lövträdsrik skog ha varit avsevärt mycket högre tidigare, även om den formellt sett troligen inte räknats som skog, utan snarare som glest trädbevuxna ängar och utmarker. Jämfört med dagsläget fördubblas i framtiden den framräknade lövträdsandelen fram till 2300.

4.10.3.2. Örebro län

Bergbruket var intensivt. Lövträdsinslaget var enligt häradskartan från 1800-talets senare hälft i den norra delen av Örebro län främst beläget på ängsmarker. Ödeläggelsen av detta småskaliga jordbruk ledde till naturlig igenväxning av ängsmarker, och ofta samtidigt granplantering på den sämre åkern och öppna betesmarker. Lövträdsandelen bedöms därför ha ökat under 1900-talets första hälft från en mycket låg nivå.

4.10.3.3. Västerbottens kustland

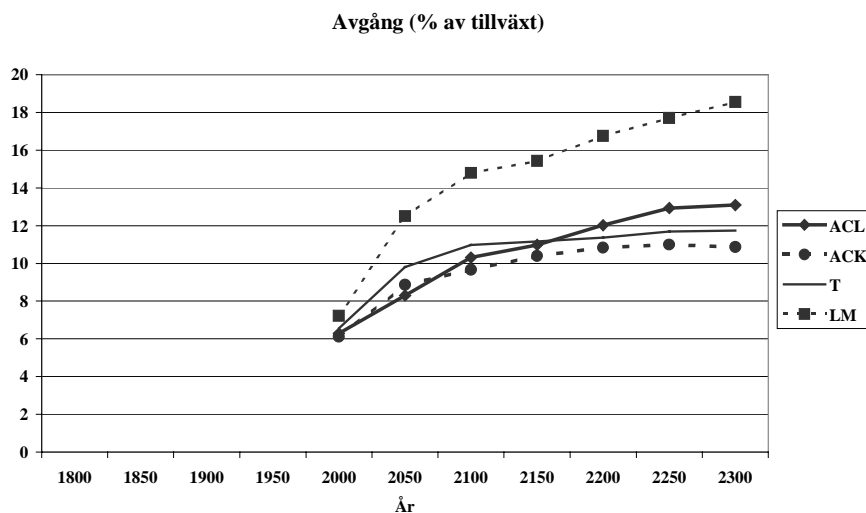
Lövträdsandelen förblir relativt konstant under perioden.

4.10.3.4. Västerbottens lappmark

Efter en tydlig nedgång från 1950 till nu stiger andelen lövträdsrika skogar något.

4.10.4. Död ved

Underlaget för uppskattningen av mängden död ved är modellernas beräknade avgång dividerat med det aktuella virkesförrådet. Dagens värde (år 2000) är drygt 6 % av virkesförrådet varefter andel död ved ökar till det dubbla utom i Skåne där mängden bedöms bli tre gånger så stor som idag. Enligt Nilsson et al. (2001) är andelen död ved i naturskogar ungefär 30% av grundytan och volymen oavsett den totala mängden död ved.



Figur 4.10.4-1. Skattning av mängden död ved i de fyra länen/länsdelarna. Beräkningen är gjord genom att dividera den beräknade avgången utmetad över tiden (vindfällen, självgallring mm.) med den årliga bruttotillväxten. (Data från riksskogstaxeringen 1953-57, Skogsstyrelsen 2000, SUS 2001).

4.10.4.1. Skåne

En klar ökning av mängden död förväntas och mängden enligt SUS år 2300 är 3 gånger så stor som idag.

4.10.4.2. Örebro län

Under de kommande 300 åren kommer mängden att ungefär att fördubblas.

4.10.4.3. Västerbottens kustland

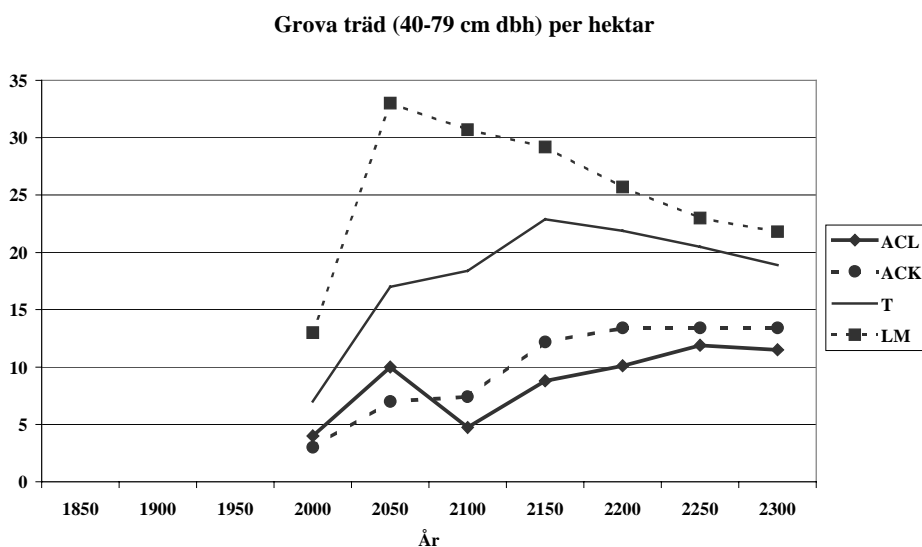
Under de kommande 300 åren kommer mängden att ungefär att fördubblas.

4.10.4.4. Västerbottens lappmark

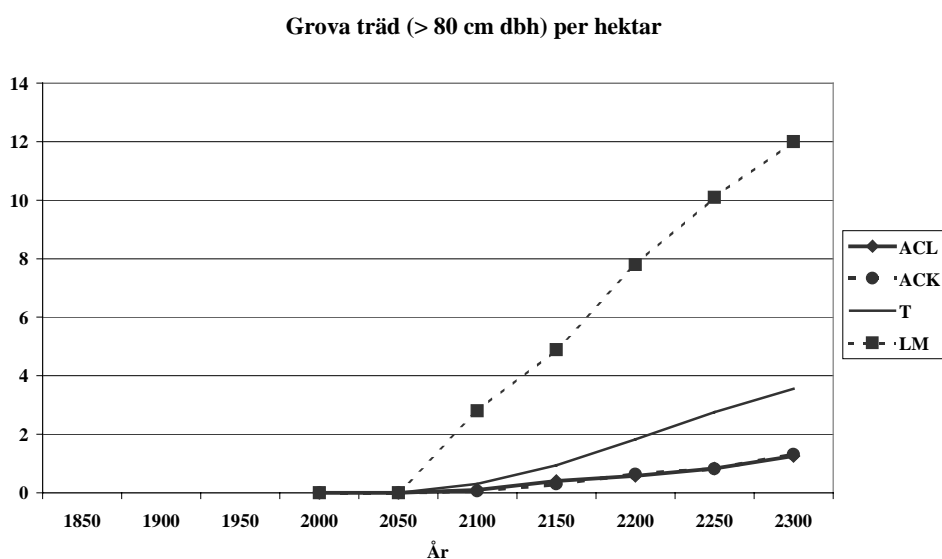
Under de kommande 300 åren kommer mängden att ungefär att fördubblas.

4.10.5. Grova träd

Antal grova träd redovisas separat för två olika trädstorlekar (Fig. 4.10.5-1 och 5.10.5-2).



Figur 4.10.5-1 Utvecklingen av grova träd (40-79 cm dbh) under perioden 2000 till 2300. Observera att data från Skogsstyrelsen (2000) avser 40+ cm dbh.



Figur 4.10.5-2. Utvecklingen av mycket grova träd (80+ cm dbh) under perioden 2100 till 2300. Upplösningen i Skogsstyrelsen (2000) medger inte skattning av denna kategori för tiden före 2100.

4.10.5.1. Skåne

Det gamla kulturlandskapets mängd av grova träd i det gamla kulturlandskapet är ej bedömd i Riksskogstaxeringen. Naturvårdsverket (1999) anger 80 träd >40 cm dbh och 15 träd >70 cm dbh per ha som jämförvärden för ett ursprungligt landskap. Nilsson m.fl. (2001) anger att mängden grova träd >70 cm dbh är 30 per ha, ett värde som enligt Fig. 4.10.5-2 kommer att nås ungefär år 2300.

4.10.5.2. Örebro län

Det gamla kulturlandskapets andel är ej bedömd i Riksskogstaxeringen. Angelstam och M. Andersson (opubl.) beräknade mängden gamla grova lövträd i lövängar och hagar (ca. 10 per ha) till storleksordningen 50 gånger högre än i den omgivande skogsmarken. Denna täthet kommer enligt Huginberäkningarna att råda år 2300.

4.10.5.3. Västerbottens kustland

Om Linder och Östlunds (1992) data från norra Dalarna används som surrogat för data från Västerbottens kustland så var mängden träd >40 cm dbh totalt 14 per ha. Naturvårdsverket (1999) anger detta som jämförvärde för ursprungliga landskap. En kraftig ökning av antal grova träd förväntas.

4.10.5.4. Västerbottens lappmark

Historiska uppgifter har ej återfunnits. En kraftig ökning av antalet grova och mycket grova träd förväntas.

4.11. Diskussion

4.11.1. Sverige är ett avlångt land

Sverige är ett avlångt land med stora skillnader i landskapets omvandlingsgrad mellan olika regioner. Situationen för biologisk mångfald i Sverige idag är främst en konsekvens av de senaste 200 åren av landskapsomvandling, och inte av de sista decenniernas skogsbruk.

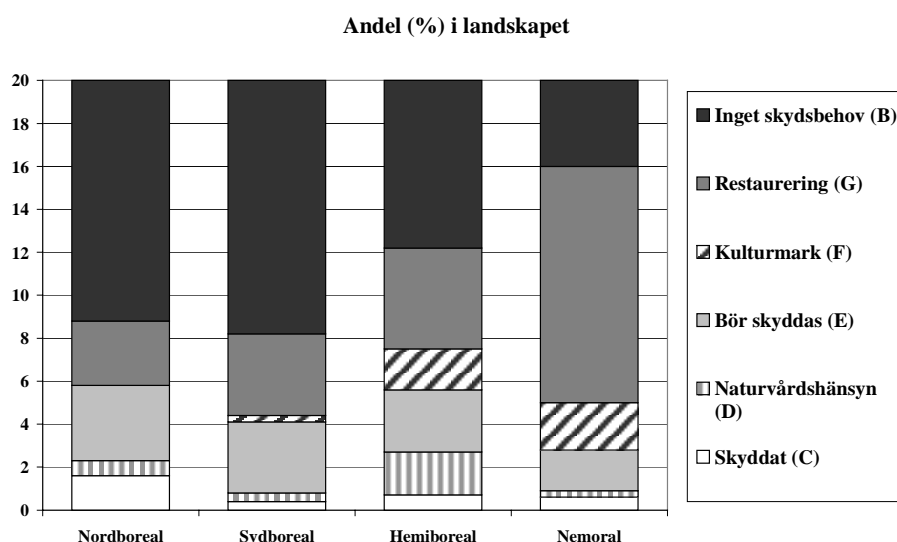
Det nya miljömålet för skogen innebär ett paradigmskifte i skogsbruket i paritet med det framväxande intresset för virkesråvara under 1800-talets slut. Den del av miljömålet som omfattas av begreppet bevarad biologisk mångfald ställer stora krav på anpassning av landskapsutnyttjandet. Graden av omvandling av skogslandskapet är nu så stor att för flera egenskaper (tex. gammelskog, lövträdsrika skogar, död ved och grova träd) understigs kritiska tröskelvärden, och den långsiktiga överlevnaden hos de arter som kräver dessa egenskaper är idag därför inte säkrad (tex. Gärdenfors 2000). Bevarande av biologisk mångfald kräver hänsyn och åtgärder i alla geografiska skalor medan skogsbruket traditionellt har arbetat främst i bestånds/avdelningsskala och under 1990-talet också i trädskala. För att maximera sannolikheten att miljömålet nås måste naturhänsynen vara god såväl i detalj- och beståndsskalan som i landskapsskalan. Även om Sverige är ett avlångt land så kommer utvecklingen under de närmaste 2-3 seklerna enligt beräkningar med Huginmodellen att ske med många gemensamma drag.

- ökande mängd gammelskog, men först efter en tydlig "flaskhals" bestående av lägre andelar gammal skog i norra Sverige än vad som någonsin förekommit, och sedan med en kraftigt ökad kontrast i landskapet mellan de arealer som ägnas åt produktion och de som ska tillgodose naturvårdsintressen
- ökande andelar lövträdsrika skogar
- ökande mängder död ved efter en "flaskhals"
- ökande mängder grova träd efter en "flaskhals"

4.11.2. Jämförelse med en svensk bristanalys

Kommer framtidens skog att tillgodose behovet av skyddad skog med huvuduppgiften att bevara biologisk mångfald? Beräkningarna i SUS 2001 kan jämföras med miljövårdsberedningens försök att beräkna hur stor areal skyddad skog av olika skogstyper som är nog för att långsiktigt bevara den biologiska mångfalden i Sveriges skogar (SOU 1997, Angelstam och Andersson 1997, 2001,

Angelstam och Mikusinski 2001). Skogsekologi och förutsättningarna för förekomst av olika skogsmiljöer i olika delar av Sverige, nya kunskaper om tröskelvärden för hur djurpopulationer påverkas av fragmentering av sin livsmiljö och skogshistoriska kunskaper användes för att formulera mätbara mål för 14 olika skogstyper. Resultaten presenterades för fyra olika delar av Sverige. Den fjällnära skogen, som till stor del (43%) redan är skyddad, behandlades inte i denna undersökning. Resultatet antyder att 8-16% av skogsmarken i Sverige, beroende på region, bör ha som huvudsyfte att bevara den biologiska mångfalden om skogsvårdslagens miljömål ska uppnås. Dessutom måste ett aktivt återskapande av skogliga livsmiljöer påbörjas i en gradvis ökande omfattning från ca 3% av den produktiva skogsmarken i norra Norrland till ca 11% i sydligaste Sverige.



Figur 4.11.2-1. De komponenter i det långsiktiga behovet att bevara skogliga livsmiljöer i relation till ett teoretiskt tröskelvärde på 20% av skyddad skog i olika former i landskapet (från Angelstam och Andersson 2001).

Utgångspunkten för beräkningarna bygger på antagandet att bevarandet av livskraftiga stammar av de mest arealkrävande specialiserade arterna kräver att cirka 20% av den ursprungliga mängden av deras respektive skogsmiljöer finns kvar (rad A i Tab. 4.11.2-1). Från detta tröskelvärde drogs först arealerna av skogsmiljöer (till exempel ungskogar, gallringskogar och slutavverkningsskogar) som kan vidmakthållas inom ramen för ett skogsbruk med normala naturvårdshänsyn vid slutavverkning, gallring och andra skogsbruksåtgärder (rad B). Skillnaden mellan dessa uppskattningar (A minus B) motsvarar det långsiktiga målet för hur mycket skog som bör ha produktion av naturvärden som huvudsakliga mål i respektive region. Skillnaderna mellan de olika regionerna beror på att de boreala skogarnas dynamik är lättare att härma än de hemiboreala och nemoral regionernas dominerande dynamik. De långsiktiga målen i respektive region tillfredsställs delvis av arealerna skog som redan skyddats (rad C), den förväntade positiva effekten av ett fullständigt tillämpande av alla olika naturvårdsåtgärder (hänsynsytor, hänsynsområden inom ramen för landskapsplanering, bränning och andra aktiva åtgärder – rad D), existerande oskyddade skogar med höga naturvärden (E), och kulturmiljöer som trädbärande gräsmarker (rad F). Rad G motsvarar behovet av återskapande av olika skogsmiljöer för att nå upp till det långsiktiga målet. Det ska betonas att dessa uppskattningar är ungefärliga, vilket markerats i tabellen. Enligt de beräkningar som SUS 2001 ger vid handen för gammelskogar av olika slag så kommer vi att nå dessa långsiktiga mål (Tab. 4.11.2-2). Men de finns många osäkerheter som beskrivs längre fram i diskussionen.

Tabell 4.11.2-1. Sammanfattning av resultaten från Angelstam och Anderssons (1997, 2001) uppskattning av hur mycket skog som bör ha som huvuduppgift att utgöra livsmiljöer för naturligt förekommande arter.

	Boreal nord	Boreal syd	Hemiboreal	Nemoral
Regionens areal (km ²)	61 000	85 900	62 900	9 100
A Uppskattat tröskelvärde (%)	≈20	≈20	≈20	≈20
B Inget skyddsbehov – skogsmiljöer som traditionellt trakthyggesbruk delvis kan härma (%)	≈11	≈12	≈8	≈4
A-B Långsiktigt mål (%)	≈9	≈8	≈12	≈16
C Skyddad areal 1997 (%)	1.6	0.4	0.7	0.6
D Reduktion av skyddsbehovet på grund av förstärkt naturvårdshänsyn och landskapsplanering (%)	≈0.7	≈0.5	≈2	≈0
E Oskyddade skogar med höga naturvärden (%)	3.5	3.3	2.9	1.9
F Trädbärande kulturlandskap (%)	0	0.3	1.9	2.2
G Behov av restaurering (%)	≈3	≈4	≈5	≈11

Tabell 4.11.2-2. Jämförelse mellan det bedömda behovet av att skydd skog i olika former enligt Angelstam och Andersson (1997, 2001) och beräkningarna av mängden gammelskog i SKA 99 och SUS 2001.

Region	Långsiktigt mål (A-B i Tabell 4.11.2-2)	2100 enligt SKA 99	2200 enligt SUS 2001
Västerbottens Lappmark (motsvarar boreal nord)	9	8-9	12
Västerbottens kustland (motsvarar boreal syd)	8	9-10	14
Örebro län (motsvarar boreal syd och hemiboreal)	8-12	9	18
Skåne (motsvarar nemoral)	16	22	26

4.11.3. Skeenden i bestånds- och landskapsskalorna

Bedömningar av läget vad gäller behovet av naturhänsyn i olika geografiska skalor för den biologiska mångfalden sammanfattas nedan.

Detaljsskalan. Naturhänsynen på de slutavverkade ytorna har avsevärt förbättrats under 1990-talet (Fig. 4.8-1). Enbart detta är inte tillräckligt för att bevara skogens biologiska mångfald, men minskar i viss

mån behovet av skyddad skog. Uppdelningen av landskapet i en produktionsdel och en naturvårdsdel innebär att den möjliga naturvårdshänsynen bedöms att sjunka till det som gäller i svenska skogsregioner med lång skogsbrukshistoria där det idag är svårt att ta bra naturvårdshänsyn. Bra hänsyn baserat på skogar som uppkommit utan aktivt skogsbruk kommer därmed troligen att kunna tas bara under några enstaka decennier i framtiden eftersom gammal skog som uppkommit mer eller mindre naturligt och som kommer att avverkas inte längre kommer att finnas. Under förutsättning att hänsynsnivån förblir hög under lång tid kommer dock de framtida skogarna att medge allt bättre möjligheter till god naturhänsyn.

Det framtida landskapet kommer även att få betydligt mer virkesrika skogar som rimligen kommer att fungera på delvis annorlunda sätt för många arter jämfört med en naturskog. Ett viktigt skyddsbehov kvarstår därmed i bestånds- och landskapsskalorna.

Sammantaget innebär detta att det "hav" som omger skogarna med ökande naturvärden bedöms att få lägre kvalitet åtminstone i ett kort till medellångt perspektiv, medan de för naturvård avsatta områdena bedöms att gradvis få en allt högre kvalitet.

Landskapsskalan. Vissa arter kräver för sin överlevnad stora sammanhängande arealer av sin skogsmiljö eller kombinationer av miljöer. För att bevara olika skogsmiljöers och de ingående arternas naturliga dynamik och samspel behövs tillika ett visst mått av stora sammanhängande skogsområden. För att klara detta krävs i vissa trakter särskilda satsningar på stora skyddade områden i storleksordningen 200 till 10 000 ha (tex. Mykrä m.fl 2000). På grund av vår långa markanvändningshistoria finns sådana områden kvar enbart i norra Sverige. Men det finns även i södra Sverige landskap som har ansamlingar av bestånd med höga naturvärden. Utförda specialinventeringar av t.ex. lövskogrika landskap visar att utläggning av skyddade skogsmiljöer kräver ett landskapsperspektiv även i södra Sverige. Det finns ett behov av specialinventeringar för utformningen av skyddet för dessa och andra värdefulla skogstrakter. Förändringar av arealen skogsmark genom överföring av jordbruksmark till skogsmark innebär en stor potential för återskapande av områden med hög grad av konnektivitet i landskapet.

Storskogsbruket har utvecklat ett naturvårdskoncept som främst är relevant för boreala skogar. Underlaget för detta koncept beskrivs relativt väl för successionsskogar i det befintliga skogliga indelningsmaterialet, bortsett från dålig upplösning i de biologiskt gamla skogarna, och skogar med intern dynamik och tallskogsdynamik (Angelstam 1998ab). I de boreo-nemorala och nemorala regionerna har en stor historisk omföring av skogsmark till annan mark eller till andra skogsliknande miljöer skett. Det skogliga indelningsmaterialet är här sämre på att fånga in speciella naturvärden (t.ex. lång trädkontinuitet och förekomst grova träd och jätteträd oavsett typen av markanvändning). Ett mer finkornigt koncept för naturvård i landskapsskalan behöver därför utvecklas specifikt för södra Sverige, och som innefattar träd både i jordbruksmark och skogsmark.

Även om situationen ser ut att kunna bli gynnsam för biologisk mångfald på mycket lång sikt så har vi har kort tid på oss att skydda de skogar med höga naturvärden som finns kvar idag. Andelen ursprungliga äldre skogar av värde för bevarande av biologisk mångfald har under cirka 200 år successivt minskat till en liten del av den produktiva skogsmarksarealen. Många skogstyper har nått för den biologiska mångfaldens bevarande kritiskt låga nivåer. Avverkningen av äldre skog med naturvärden har fortsatt även under 1990-talet. För att vända den nedåtgående trenden behöver skyddet av de återstående värdefulla bestånden ske inom en snar framtid. I annat fall reduceras möjligheterna att bevara den biologiska mångfalden på lång sikt avsevärt (tex. Hanski 2000).

4.11.4. Skogar med befintliga höga naturvärden måste skyddas

Enligt miljöårsberedningens utredning från 1997 finns enligt sökningar i riksskogstaxeringen cirka 700 000 ha skogar med sådana egenskaper att de borde skyddas (Angelstam och Andersson 1997, 2001). Detta motsvarar 3.2 % av arealen (se rad E i Tab. 4.11.2-1).

Ett annat sätt att beräkna arealen skogar med höga naturvärden är att använda sig av resultaten från nyckelbiotopsinventeringens kontrollinventering (Hultgren 2001). Totalt inventerades 489 provytor

om 100 ha som lagts ut systematiskt över Sverige. Knappt 32 000 ha produktiv skogsmark inventerades. Kontrollinventeringens nyckelbiotoper omfattade 3.6% av arealen, det vill säga mycket nära de siffror som bedömningen av riksskogstaxeringsdata uppvisade. Motsvarande siffror uppdelade på norra respektive södra Sverige enligt kontrollinventeringen (Hultgren 2001) är 4.4 och 2.1% och är enligt miljöförhållningsberedningens utredning 3.4 respektive 2.8% (Angelstam och Andersson 1997, 2001).

4.11.5. Hur ska man tolka beräkningarna?

4.11.5.1. Mänsklig intervention

Beräkningarna i SUS 2001 innehåller inte några delar som beskriver samhällets och skogsbrukarnas reaktioner på händelseutvecklingen i skogen. Intervention kommer säkerligen att ske, tex. vid stormfällning vilket rimligen kommer att högst avsevärt reducera mängden gammelskog och grova träd. Avgång av träd från den levande biomassan kan ske på många olika sätt. Beräkningarna bygger på ett genomsnitt som egentligen bara delvis är realistiska. Speciellt i Sydsverige förekommer jättestormar som kommer att få stora effekter på åldersfördelningen i landskapet snarare än att bidra till ökad mängd död ved.

En annan fråga rör den totala skogsmarksarealen. SUS 2001 antar att skogsmarksarealen kommer att vara konstant under de kommande 300 år. Med hänsyn till den kraftiga dynamik som arealen jordbruksmark uppvisat under de senaste 300 åren ter sig detta antagande inte realistiskt. En överföring av jordbruksmark till skogsmark innebär en stor potential för återskapande av skogstyper på bördiga marker.

4.11.5.2. Modellering av träd i bestånd är inte nog

Som framgår av det inledande avsnitten om att mäta den skogliga biologiska mångfaldens olika komponenter så är data om bygger på punktinventeringar av skog enligt riksskogstaxeringens modell ett bra, men inte fullständigt underlag för att beskriva vare sig hur skogen sett ut, ser ut eller kommer att se ut med hänsyn till biologisk mångfald. I många avseenden behövs för att förstå effekterna av den framtida skogsutvecklingen även modeller av hur bestånd fungerar – se nedan om rumsligt explicita framskrivningar av landskapet.

4.11.5.3. Representativitet

Naturvårdshänsyn i vid bemärkelse tenderar att vara mer omfattande på magra än på bördiga marker. Hur kommer det att på sikt påverka den relativa fördelningen av olika viktiga skogskomponenter på olika ståndorter?

4.11.5.4. Dålig tematisk upplösning

Vi bör ha en ekologiskt grundad tematisk upplösning i våra karteringsansträngningar av skogen. De befintliga informationskällorna är inte idealiska. Riksskogstaxeringen är den överlägset bästa och täcker träd och beståndsskalan väl. För landskapsskalan behövs andra metoder och ny datainsamling.

Att biologisk mångfald ställer stora krav på kartering måste man ta allvarligt på – man ska inte anpassa kartering efter vad som går med en viss (delvis olämplig) teknik. Val av intervall i tiden och tematisk upplösning bestäms ofta av tekniska och andra begränsningar. Då får man anstränga sig att utveckla något bättre – precis som man gör för andra egenskaper som ska övervakas. Exempel på egenskaper som har för dålig tematisk upplösning är:

- Åldersklasser finns inte med hög upplösning i äldre och gammal skog
- Få trädarter modelleras (inte sälg, asp och alla ädellövträdsarter)
- Nedbrytningsstadier av död ved
- Träd i det gamla kulturlandskapet

4.11.5.5. Rumsligt explicita landskapsmått saknas

De mått som använts i detta arbete kan delas upp i två skalor:

Strategisk planskala:

- gammelskog
- lövträdsinslag

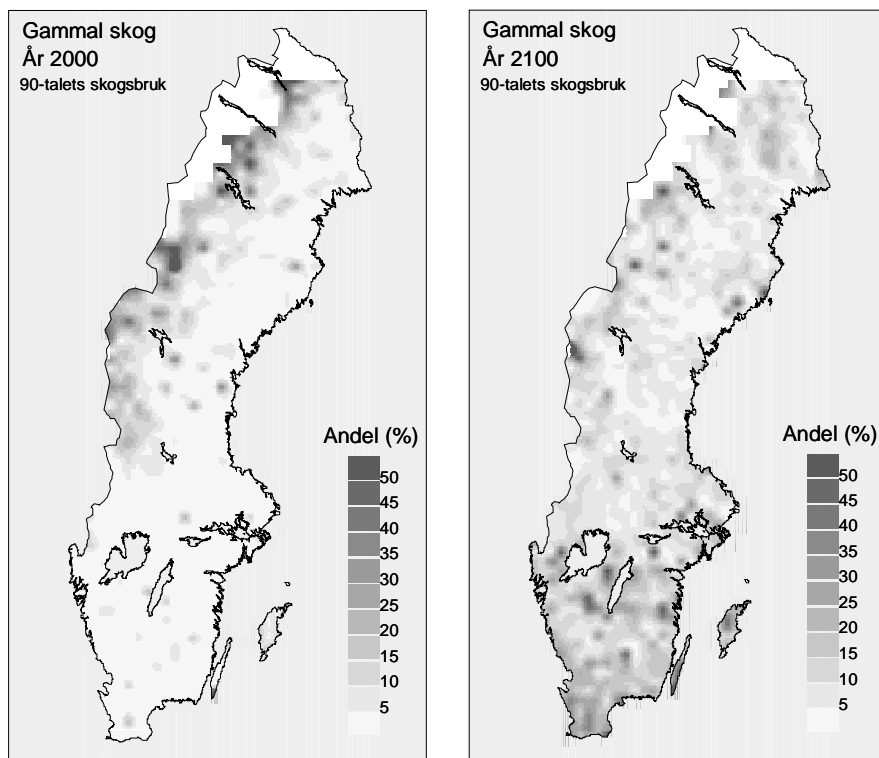
Hänsynsskala:

- Död ved
- Grova träd

Båda skalorna, och kanske speciellt landskapsskalan med gammelskog och lövträdsinslag som exempel, kräver egentligen en rumsligt explicit analys för att man ska förstå vad konsekvenserna kan bli av det framtida skogstillståndet.

Enligt åldersfördelningarna i olika regioner (Fig. 4.10.1.1-1 tom 5.10.1.4-1) kommer det brukade landskapet att "klyvas" i en del med ung/medelålders och en del med gammelskog. Andelen äldre skogar kommer även att öka i södra Sverige (Fig. 4.11.5.5-1). Frågan är om arter som är knutna till dessa miljöer kommer att "hinna med" och kolonisera dessa nyttillkomna gamla skogar i områden som under lång tid inte hyst denna skogstyp tidigare. Som antyds av Kuoki och Väänenen (2000) är redan arter som är beroende av gammal skog tydligt påverkade av det fragmenterade landskapet (Mykrä m.fl. 2000). Det är med andra ord mycket viktigt att förstå hur den rumsliga fördelningen av skogar med olika egenskaper både i reservat och det brukade landskapet. För att utvärdera detta krävs att modeller av biotoper valideras genom inventerar av arter för att se om återkolonisation verkligen kommer att ske i de "nya" gamla skogarna i södra Sverige.

En annan fråga är hur graden av naturvårdshänsyn kommer att utvecklas. Trenden sedan mitten av 1980-talet är mycket positiv, efter en tydlig svacka under främst 1970-talet. Enligt modellerna kommer mängd död ved att ungefär fördubblas inom det närmsta sekelna. Men frågan är om återhämtningen går snabbt nog så att kvaliteten i det brukade landskapet gör det möjligt för arter som är knutna till äldre skogar kan sprida sig genom "havet" av brukade skogar. Även här är det angeläget att förstå hur hänsynen kommer att fördela sig rumsligt explicit i relation till de skogsarealer som avsatts för naturvårdsändamål.



Figur 4.11.5.5-1. Enligt Skogsstyrelsen (2000) (90-talets skogsbruk) kommer andelen gammal skog utanför reservaten att öka, speciellt i södra Sverige. Frågan är om arter som är knutna till dessa miljöer kommer att "hinna med" och kolonisera dessa nytillkomna gamla skogar i områden som under lång tid inte hyst denna skogstyp.

4.11.6. Klimatförändringar, luftföroreningar och stora växtätare behandlas inte

Att bygga modeller är komplicerat även om man antar att klimatet är stabilt. Någon ev. påverkan som förändringar i klimatet kan ha på skogens utveckling finns inte beaktat i beräkningarna i SUS 2001.

Försurning och kvävenedfall är exempel på processer som starkt påverkar skogen. Detta behandlas inte i beräkningarna i SUS 2001.

Stora vilda växtätare kan lokalt och regionalt ha stor inverkan på vissa trädarters rekrytering i trädbeståndet (Angelstam et al. 2000c). Detta behandlas inte i beräkningarna i SUS 2001.

4.11.7. Behov av nya data och goda exempel för att klara av "flaskhalsen"

Det enskilt mest viktiga problemet för vidmakthållande av ett representativt och tillräckligt tätt nätverk av livsmiljöer av olika slag så att alla naturligt förekommande arter skall kunna fortleva i livskraftiga stammar på lång sikt är att vi klarar av den "flaskhals" av kortsiktigt otillräckliga mängder av olika livsmiljöer. För att kunna identifiera var och hur skydd och skötsel, och framför allt återskapande, av skog för bevarande av biologisk mångfald skall gå till i praktiken i Sveriges skogar måste tillgången på heltäckande rumsliga data för olika skogliga miljöer förbättras. De nuvarande stickproven i t.ex. riksskogstaxeringen måste kompletteras med olika typer av specialinventeringar med fjärranalytiska metoder. Dessutom måste man utvärdera huruvida de olika trenderna i skogstillståndet verkligen återspeglar sig i bevarande av arterna (tex. Jansson och Angelstam 1999, Cederberg och Löfroth 2000, Fahrig 2001). Slutligen bör de lokala goda exempel som finns på ett praktiskt arbete med ett landskapsperspektiv i skydd och restaurering av skogsmiljöer spridas till beslutsfattare och allmänhet både nationellt (tex. Angelstam m.fl. 2000b, Angelstam och Mikusinski 1999, 2001) och internationellt (tex. Angelstam och Lazdinis 2000, Angelstam 2001c).

4.12.Slutsatser

- Efter en lång tid av förenkling av det ursprungliga svenska landskapets mångfald befinner vi oss i en kritisk ”flaskhals” för biologisk mångfald
- På lång sikt blir det enligt beräkningarna i SUS 2001 bättre och det är troligt att även ambitiösa naturvårdsambitioner kommer att infrias
- Det framtida landskapet kommer att innehålla en ökad kontrast mellan skyddade skogar och det omgivande brukade landskapet.
- Det är mycket viktigt att förstå hur den rumsliga fördelningen kommer att förändras

5. Hur kommer dagens skogsbruk att påverka morgondagens lav och mossflora

Författare: Svante Hultengren & Henrik Weibull

Sammanfattning

I Sverige finns ca 3 300 olika lavar och mossor av vilka 492 är rödlistade (Gärdenfors 200) och ca 150 signalarter (Nitare 2000). Av de rödlistade lavarna och mossorna förekommer 311 (63 %) i skogsmark. Utöver rödlistade arter och signalarter finns ett stort antal dåligt kända arter av vilka många sannolikt är hotade. Det saknas t.ex. ekologisk information om mer än hälften av de syd- och mellansvenska lavarna (Arup & Hultengren 2000). I det framtida skogslandskap som beräkningssystemet Hugin simulerar kommer skogarna att blir tätare, delvis äldre, regionalt med mer gamla träd och med ett större inslag av löv. Ett något större lövinslag är gynnsamt både för lavar och mossor genom att skogen blir luckigare och ljusare av löv samt genom en pH-höjande effekt på markkemin. Ökningen av äldre skog och gamla träd kommer främst att ske i reservat, biotopskydd, frivilliga åtaganden och andra naturvårdsåtgärder. Skillnaderna mellan brukad skog och skog inom olika naturvårdsåtaganden kommer alltså att bli större. Utvecklingen bedöms i vissa avseenden, t.ex. att det blir mer gamla träd och äldre skog framförallt inom nya reservat och andra naturvårdsåtaganden, som gynnsam för många lavar och mossor.

Brukad skog bedöms få en mer triviale sammansatt lavflora med enbart små inslag av krävande, skuggföredragande arter, medan skog inom reservat och olika naturvårdsåtaganden kommer att hysa goda förutsättningar för många krävande rödlistade arter och signalarter. Ett negativt tendens är emellertid att gran förutspås öka markant i nya reservat, vilket kan ge negativa effekter (beskuggning, försurande förna) på många arter, framförallt i södra, mellersta och västra Sverige.

En del mycket sällsynta och svårspredda arter som finns med på rödlistan kommer sannolikt att försvinna p.g.a. av slumpmässiga faktorer. För att dessa arter skall bibehållas på nuvarande nivå krävs att antalet förekomster åtminstone ökar i samma takt som de försvinner. För att klara detta är det viktigt bevara de ibland mycket fåtaliga populationer som faktiskt finns kvar och att planera skogsbruket efter dessa. Eftersom spridningen sannolikt är den begränsande faktorn är det lättare att få en art att sprida sig till ett intilliggande bestånd än att sprida sig över större avstånd. Kanske blir det trots detta i framtiden nödvändigt att aktivt återintroducera vissa särskilt drabbade arter för att åtminstone sprida utdöenderisken. Figur 5.7-1 visar den bedömda utvecklingen för några olika typer av lavar.

Sammanfattningsvis bedöms följande generella förändringar enligt beräkningarna vara **positiva** för lavar och mossor:

- större inslag av död ved
- större inslag av gamla träd
- större inslag av löv

medan följande förändringar är **negativa**:

- tätare skog med större virkesvolym
- mer gran framförallt i södra Sverige och i reservat
- alltför korta omloppstider i brukad skog
- ökad kontrast mellan naturvårdsskog och brukad skog

5.1. Inledning

Många är vi naturvårdare som skulle vilja kika in i kristallkulan och beskåda framtidens biologiska mångfald! Hur kommer växt- och djurlivet att se ut? Idag finns 58 000 olika arter i landet av vilka

knappt hälften förekommer i skog (Cederberg 2001). Utvecklingen inom skogen är därför avgörande för hela den biologiska mångfalden i landet. Med det skogliga beräkningssystemet Hugin kan simuleringar göras och man kan, med dagens skogsbruk som utgångspunkt, få en bild av en framtida skog. Av Skogsstyrelsen har vi fått i uppdrag att, utgående från 1990-talets skogsbruk, studera utfallet över en period av upp till 300 år och att med siffror från beräkningssystemet diskutera det framtida tillståndet för kryptogamer, främst lavar och mossor. Beräkningarna, kommer från en del specialkörningar i beräkningssystemet jämte resultat från SKA 99 (Skogsstyrelsen 2000).

Det är med skrattblandad förtvivlan som man kastar sig över en sådan här uppgift! Såsom varande lav- och mosskännare samt naturvårdare kommer vi allt som oftast i både fysisk och själslig kontakt med sådana här frågeställningar. Det är en spännande utmaning att få spekulera över framtiden i lav- och mosskogarna, därav skratt. Men förtvivlan eftersom det i dagsläget finns stora kunskapsluckor om spridning, ståndortskrav, m.m. för lavar och mossor. Dagens kunskap bygger i stor omfattning på fälterfarenheter jämte relativt subjektiva jämförelser med äldre uppgifter. Många av de slutsatser som presenteras här bygger alltså på ganska bräckliga vetenskapliga grunder, eftersom det helt enkelt saknas viktig forskning inom området. På de följande sidorna skall vi emellertid försöka att resonera lite kring olika lavars och mossors spridnings- och överlevnadsmöjligheter samt att jämföra detta med siffror om den framtida skogens karaktär. För att belysa detta på ett så tydligt sätt som möjligt har vi exemplifierat med att antal arter med olika frekvens, ekologi och spridningsförmåga. Arternas svenska och vetenskapliga namn anges enligt vedertagna listor (Santesson 1993, Moberg m.fl. 1995, Söderström & Hedenäs 1998).

5.2. Kryptogamers ekologi och förmåga till spridning

För att kunna diskutera kryptogamernas framtidsutsikter måste man känna till vad de kräver för sin existens och vilka strategier olika arter tillämpar för sin spridning. Vi börjar med lavarna. Låt oss först klargöra att lavar systematiskt sett är svampar och inte växter, men att de mer liknar växterna om man ser till deras ekologi. En lav är en sammansatt organism, i vilken en svamp "odlar" alger. Dessa producerar i sin tur energirika kolhydrater till svampen, med hjälp av den s.k. fotosyntesen! I utbyte får algerna skydd, fuktighet m.m. av svampen. Lavar behöver ytterst lite för att överleva, de växer mycket långsamt, de flesta inom intervallet 0,1 – 10 mm om året och de klarar uttorkning relativt väl. Att kunna överleva på konstiga, torra och allmänt svårbevuxta substrat, är lavarnas adelsmärke. Många arter förekommer enbart i gamla skogar och miljöer – vilket kan förklaras genom att de behöver lång tid på sig för spridning, etablering och tillväxt!

Mossor ingår däremot i växtriket och står alltså själva för fotosyntesen. Men till skillnad mot kärlväxterna saknar mossor specialiserad ledningsvävnad för intern transport av vatten och näringsämnen (Smith 1982). Däremot har de en förhållandevis god förmåga att transportera vatten och näring på skottens utsida med hjälp av kapillära krafter. Detta medför emellertid att förlusten av vatten genom avdunstning är förhållandevis stor. Dessutom förstärks denna effekt ytterligare av att mossor saknar klyvöppningar och skyddande ytskikt (kutikula), vilket gör att de har dålig förmåga att hålla vatten även inuti cellerna. Följden av detta är att mossor generellt är mer uttorkningskänsliga än kärlväxter och lavar. Men det finns en hel del undantag där mossor utvecklat speciella utseenden eller fysiologiska egenskaper för att undvika uttorkning. Ett av de bästa sätten att undvika uttorkning är att undvika direkt solljus. Därför har mossor utvecklat förmågan att växa i relativt skuggiga miljöer och utnyttja de våglängder av ljuset som kärlväxterna släpper igenom (Smith 1982).

Lavar och mossor sprider sig med hjälp av könligt bildade sporer. Dessutom använder de sig i stor utsträckning av vegetativ (könlös) förökning med olika typer av stora eller små fragment, t.ex. isidier, soredier, groddkorn eller delar av skott eller bålar.

De flesta kryptogamer saknar aktiva sätt att sprida sina sporer, även om många lavar har förmågan att skjuta iväg sina sporer någon centimeter. Under gynnsamma förhållanden kan emellertid små och lätta sporer föras iväg med hjälp av vinden och transporteras ganska långt. Hur den långväga transporten av sporer och fragment, från ett bestånd till ett annat, går till är fortfarande bristfälligt känt, men spridning med hjälp av insekter, däggdjur och fåglar är troligen också betydelsefull eftersom de ofta

förflyttar sig direkt mellan lämpliga substrat. För lavarna försvåras spridningen med sporer av att det måste finnas en alg av lämplig art närvarande för att en ny lavbål skall bildas.

Vegetativt bildade fragment är oftast betydligt större och tyngre än sporer och har mycket svårare att hålla sig kvar i luften, vilket gör att de oftast inte transporteras så långt. Men eftersom ett fragment oftast innehåller ett större "startkapital" än sporer framförallt, på grund av större storlek och att de i många fall består av ett flertal celler, så är de effektivare på att etablera sig. Lunglav *Lobaria pulmonaria* och platt fjädermossa *Neckera complanata* är exempel på krävande arter som har lätt för att sprida sig vegetativt i närområdet, men svårare mellan olika bestånd.

Ett mycket kritiskt skede av kryptogamers livscykel är när en spor eller ett fragment skall etablera sig. Då krävs troligen mycket speciella kemiska och fuktighetsmässiga förhållanden, men kunskapen om dessa är fortfarande tyvärr mycket bristfällig. Generellt är chansen att ett fragment skall etablera sig sannolikt betydligt större än att en spor skall göra det.

5.3. Större biomassa och högre artrikedom av lavar i gamla skogar

Alla som besökt ett naturskogsartat barrskogsbestånd i norra Sverige kan lätt konstatera att förekomsten av lavar och mossor utgör ett påtagligt inslag i miljön. Lavbiomassan i gamla, orörda skogar är också betydligt högre än i unga, brukade bestånd och det finns uppgifter på att gamla bestånd har en 45 ggr högre lavbiomassa än unga, brukade (Dettki & Esseen 1998).

Äldre skog har också en annan artsammansättning och en rikligare blad- och busklavflora. McCune (1993) och Dettki & Esseen (2000) diskuterar varför lavars biomassa är så mycket lägre i brukad skog än i naturskog och beskriver tre viktiga orsaker: brist på lämpliga substrat, långsamt tillväxt och dålig spridningsförmåga.

5.4. Kan lavar återkolonisera nya skogar?

Att spridningen är ett nålsöga för vissa lavar har bl.a. visats genom s.k. transplantering (Hultengren 2001, Sillet m.fl. 2000). Lunglav *Lobaria pulmonaria* kan t.ex. transplanteras till olika platser i landskapet med gott resultat (laven etablerar sig), vilket visar att ståndortsförutsättningarna faktiskt ofta finns. Eftersom arten inte naturligt förekommer på alla lämpliga platser så kan detta tolkas som att spridningsförmågan är för svag. I Nordamerika har transplantationsförsök med både lunglav *Lobaria pulmonaria* och den närbesläktade *L. oregana*, i gamla skogar, i unga skogar och på träd i avverkade bestånd, visat att arten etablerar sig minst lika bra i unga och avverkade bestånd som i gamla, vilket understryker att spridningen är den begränsande faktorn (Sillet m.fl. 2000).

Man skall emellertid inte underkatta lavars spridningspotential och förmåga att återkolonisera. Ett dokumenterat exempel är ekskogarna kring Loch Sunart i Skottland (Gilbert 2000) som är en av de finaste lavlokalerna i Europa. Fram till 1850-talet var detta ett mycket starkt exploaterat skogsområde med brunkolsindustri, barknyttjande till garvningsindustrin och med ett betydande uttag av virke. Lavfloran antas ha varit starkt tillbakapressad vid denna tid. Idag, 150 år efter att exploateringen upphört, har återbeskogning och en förbättrad luftmiljö möjliggjort en återkolonisation av många sällsynta arter. Klimatet och den fragmenterade men rika förekomsten av olika krävande arter i närområdet, bedöms vara särskilt viktiga för återkolonisation.

Forskning från norra Sverige visar att många blad- och buskformiga lavars förekomst är begränsad av de enskilda arternas spridningsförmåga och att gamla skogsbestånd är en viktig källa för spridningen av lavar (Dettki m.fl. 2000). I sekundära bestånd (35 – 78 år) uppmättes ca 50 % minskning av flera arter på 100 meters avstånd från gamla bestånd (122 – 298 år) (Dettki m.fl. 2000). Det sistnämnda exemplet kan också tolkas som att det tar minst 70 – 168 år för att en normal lavflora skall kunna återetablera sig på 100 meters avstånd från äldre skogsbestånd. Kilometerstora avverkningar återfår med detta resonemang sin normala lavflora först efter många hundra år!

Lång omloppstid och ett rikt inslag av bestånd med gammal skog av typen nyckelbiotoper och reservat i landskapet är en förutsättning för att många blad- och buskformiga lavar skall kunna leva kvar och

utvecklas i brukade skogslandskap. Kortare omloppstider (60 och 110 år) missgynnar särskilt förekomsten av hänglavar *Bryoria spp*, *Usnea spp*, *Alectoria sarmentosa* (Dettki 2000).

5.5. Den optimala lav- och mosskogen

Luftfuktigheten skall vara hög men det behöver inte vara alltför skuggigt. Under en trettioårsperiod utan bete minskade artantalet i sin helhet och antalet indikatorarter med 50 % på trädstammarna i New Forest i Storbritannien (Gilbert 2000). En alltför sluten skog skulle alltså missgynna lavarna, men möjligen gynna mossfloran, åtminstone under Brittiska förhållanden, vilka torde motsvara syd- och mellansvenska (boreala och till viss del även boreonemorala skogar). En lyckig skog med inslag av löv skulle sålunda skapa goda förutsättningar för en artrik lav- och mossflora, medan alltför stark beskuggning utarmar framförallt lavfloran. Grundvattnet bör vara ytligt i sänkor och är markens pH-värde högt så anses det gynna många mossor och storväxta arter av lavar t.ex. lunglav *Lobaria spp* (Gauslaa 1995). Kryptogamer i allmänhet och lavar och mossor i synnerhet gynnas sålunda av gamla, gläntiga skogar med inslag av gamla grova barr- och lövträd, lågor och torrträd!

5.6. För lavar och mossor viktiga naturförhållanden enligt beräkningar i Hugin

I Sverige finns f.n. 27,4 miljoner ha skog enligt internationell definition¹. Av denna areal är 23,3 miljoner ha skogsmark enligt svensk definition². Ca 0,8 miljoner ha är idag formellt skyddad skogsmark³. Ytterligare 0,35 miljoner ha beräknas att avsättas till 2010. För närvarande är sålunda totalt 3,4 % av skogsmarksarealen reservat och ytterligare ca 1,5 % bedöms avsättas. Till detta antas frivilliga skogsavsättningar, där skogen lämnas utan åtgärd, tillkomma (ca 4 %) jämte naturanpassad skötsel på ca 5 % av arealen. På resterande arealer beräknas vanlig skogsskötsel med generell naturhänsyn bedrivas.

Skogarnas virkesförråd kommer att bli större i hela landet och en stor del av ökningen av virkesförrådet kommer att ligga inom de grövre dimensionerna. År 2100 kommer ca 14 % av virkesförrådet att utgöras av träd grövre än 50 cm. Detta kan jämföras med ca 1,6 % idag år 2000. Hela landets virkesförråd beräknas öka från ca 2 800 miljoner till ca 3 400 milj. skm³.

Arealen gammal skog⁴ ökar från ca 1,0 miljoner ha till ca 2,3 milj. ha under perioden 2000 till 2100, och de följande 100 åren kommer arealen att öka ytterligare i hela landet. Den största ökningen kommer att ske i södra, västra och mellersta Sverige. En betydande del av ökningen, ca 250 000 ha, kommer att ske i nya reservat.

Arealen äldre lövträdsrik skog⁵ ökar från ca 1,5 milj. till drygt 2 miljoner ha – en ökning med 38 % mellan 2000 och 2100! Ökningen kommer framförallt ske i mellersta och södra Sverige medan en liten minskning kommer att ske i norr. Lövskog och övrig skog ökar mest medan gran och tall minskar något. I nya reservat är förhållandet det omvända, där förväntas gran att öka tillsammans med ädellövträd.

Lövträdens andel kommer att öka från dagens 15,7 % (444 miljoner m³sk) till mellan 18 och 25 % år 2100 (846 miljoner m³sk). Den största ökningen beräknas ske i södra, västra och mellersta Sverige. Ett stort inslag av löv är bra med tanke på tidigare resonemang om att många känsliga kryptogamer vill ha

¹ Områden med potential att bära träd med en sammanlagd krontäckning om minst 10 % och en höjd av minst 5 meter när träden nått ”mogen” ålder.

² Mark lämplig för skogsproduktion och som väsentligen ej används för annat ändamål.

³ Nationalparker, naturreservat och biotopskydd.

⁴ gammal skog är mer 140 år i Norrland och Svealand och mer än 120 i Götaland

⁵ äldre än 80 i Norrland och 60 i övriga Sverige med ett lövinslag större än 25 % av grundytan

såväl lövsubstrat som ljus och fuktighet, en förutsättning som uppfylls på lövträd i gläntor och ljusbrunnar på skogsmark! En liten samling av lövträd ger ett behövligt tillskott av ljus, framförallt under vinter, vår och höst då lövträdens löv är fällda! Detta är också den mest gynnsamma tiden för kryptogamerna eftersom luftfuktigheten då ofta är hög och ljusinsläpp och ljusvåglängd är lämpliga (Barkman 1958). För kryptogamerna är det gynnsamt med en inblandning av lövträd som gör skogen luckig, men om andelen lövträd främst kommer att utgöras av spontan lövföryngring i skogsbryn och på igenväxande kulturmarker så kommer nyttoeffekten för lavar och mossor att bli betydligt mindre!

Inslaget av mycket gamla, grova träd⁶ i skogsmarken beräknas öka på 300 års sikt. Ökningen av grova tallar blir inte så stor medan gran, björk och övrigt löv ökar ganska kraftigt. Totalt beräknas gamla träd öka från 12 till 24 träd/ha hela landet. För jämförelsens skull kommer det att finnas mellan 100 och 140 sådana träd/ha i nya reservat.

Den årliga naturliga avgången vilket är detsamma som träd som dör och faller i bestånden ökar från 7,2 milj. m³sk/år vid början av beräkningsperioden till ca 13 milj. m³sk/år 2100. Avgången är sedan relativt konstant, ca 13 – 14 milj. m³sk/år, fram till 2300. Under 1990-talet togs ca 30 % av den naturliga avgången tillvara. Om samma tillvaratagandegrad antas gälla även i framtiden är nyskapandet av död ved ca 70 % av den naturliga avgången, m.a.o. ca 10 milj. m³sk/år. Här bör det emellertid poängteras att död ved kan ha mycket olika ekologiska egenskaper och kvaliteter och det är inte självklart att en ökad volym död ved leder till ökad biologisk mångfald.

Andelen **skog som kommit över avverkningsmogen ålder**⁷ minskar i beräkningarnas inledning men ökat för att nå samma nivå år 2300. Både areal och uttagen volym i gallring ökar kontinuerligt mellan 2000 och 2300.

Många av de prognostiserade ökningarna kommer emellertid att ligga på nya reservat och inom frivilliga avsättningar inom skogsbruket. Inom den ordinarie, vanliga skogsmarken kommer inte utvecklingen att vara lika gynnsam i dessa avseenden. Kontrasten mellan reservat och andra naturvårdsåtaganden och brukad skog kommer därför att öka vilket bedöms ge som effekt att kryptogamfloran kommer att bli mer trivialiserad i vanlig skog och något rikare i skog med olika naturvårdsmål.

5.7. Några olika grupper av lavar och mossor och deras framtidsutsikter

Vi kommer alltså att få en större areal gammal skog, som också blir tätare och med ett större inslag av gamla träd framförallt p.g.a. av ett större virkesförråd i den gamla skogen. Dessutom ökar triviallövträd främst björk. Viktigt att notera är också att kontrasten mellan brukad skog och skog som på olika sätt avsätts som naturvårdsändamål ökar. Gammal skog och gamla träd ökar framförallt på marker som undantas skogsbruk genom olika naturvårdsåtaganden medan produktions-skogen blir mer producerande. Vad innebär detta för lavar och mossor? En del arter kommer naturligtvis att överleva i brukade skogar medan det för andra krävande grupper av lavar och mossor kan bli mer komplicerat.

Lavarna och mossorna kan indelas i några olika grupper beroende på deras frekvens i landskapet och deras olika förmåga till spridning. **Generalister** utgörs av vanliga och lättspredda arter som kan leva på många olika substrat. Totalt bedöms något hundratal skogslevande arter av mossor och lavar vara relativt substratberoende, vanliga och lättspredda. Utvecklingen, med ett större inslag av reservat, nyckelbiotoper och andra frivilliga avsättningar jämte en tätare och något lövrikare skog, kan emellertid anses som relativt gynnsam för många generalister. Ett exempel är blåslav *Hypogymnia physodes* som är vanlig, riklig och som bebor en mängd olika substrat. Redan på ett par år gamla skott av t.ex. gran kan man observera att små exemplar av blåslav håller på att gro. Blåslav är en våra allra mest dominerande arter i allehanda skogar, inte minst i granskog. Eftersom numerären är så stor i

⁶ grövre än 30 cm och mer än 100 år gamla

⁷ äldre än lägsta ålder för slutavverkning enl. 10 § SVL

landet, och att arten bildar rikligt med vegetativa fragment (soral) bedöms denna, liksom många liknande arter, ha en ljus framtid utgående från de givna förutsättningarna. Dettki m.fl. (2000) visar också att blåslav är ganska lättspridd och därför inte påverkas så mycket av beståndets ålder eller avstånd till äldre skog. Andra vanliga arter med liknande framtidsprognos skulle kunna vara gälllav *Pseudevernia furfuracea*, näverlav *Platismatia glauca*, cypressfläta *Hypnum cupressiforme* och cirkelmossa *Sanionia uncinata*.

Mycket vanliga, men något mer krävande avseende substrat- och beståndsålder är vanlig skägglav *Usnea filipendula*, grå tagellav *Bryoria capillaris* och manlav *B. fuscescens*. Dessa arter är vanligare i norra än i södra Sverige. Det har visat sig att tagellavar *Bryoria* missgynnas kraftigt av korta skogliga omloppstider (<160 år) (Dettki 2000) och därför kan man misstänka att många lavar av denna typ minskar med de givna förutsättningarna

Sammanfattningsvis bedöms ett femtiotal mycket vanliga arter förbli ganska opåverkade av vårt nuvarande skogsbruk medan ungefär lika många missgynnas av alltför korta omloppstider i vanlig brukad skog.

Den andra gruppen kan vi kalla **lättspridda specialister**. De kräver t.ex. speciella substrat eller klimat. Många sådana arter är p.g.a. av substratens eller mikroklimatets relativa ovanlighet också ganska sällsynta i vanlig, brukad skog. Inom gruppen finns arter med höga krav t.ex. krav på hög och jämn luftfuktighet, skuggiga förhållanden, kalkrik mark etc. Finns de rätta klimatologiska förhållandena i en skogsbiotop så förekommer ofta arten. En stor del av våra skogslevande lavar och mossor, kanske så många som 500 olika arter, bedöms tillhöra denna grupp.

Gammalgranslav *Lecanactis abietina* är en typisk sådan lav. Under gynnsamma förhållanden t.ex. i täta, fuktiga och ganska skuggiga granskogar, förekommer den rikligt men är det för torrt så saknas den. Följearter är kattfotslav *Arthonia leucopellaea* och havstulpanlav *Thelotrema lepadinum*. De sistnämnda vill ha det mycket fuktigt och förekommer främst på olika lövträdsstammar. Om annat löv som t.ex. al och björk ökar i blöta miljöer finns det också goda framtidsutsikter för dessa arter ökar även utanför reservat. De skulle kunna vara de stora vinnarna i en tätare och således mörkare och fuktigare skog med ett större virkesförråd av gran, och ett något större inslag av övrigt löv.

Ett annat exempel utgörs av rostfläckig nållav *Chaenotheca ferruginea*, som är en ganska vanlig art på glest stående tallar och granar samt på döda, halvtorra träd i allehanda barrskogar. Många knappnålslavar har en blottad, "sotande" spormassa med små sporer som lätt frigör sig vid beröring och är sannolikt lättspridda (Tibell 1994). En tätare och fuktigare skog är sannolikt negativ för dessa arter, främst p.g.a. att torrträd och död ved snabbare bryts under sådana förhållanden. Nyskapandet av död ved i ökar emellertid under perioden fram till 2300 genom s.k. naturlig avgång, vilket är positivt. Sannolikt kan vedlevande knappnålslavar öka i stora delar av landet men minska där förtätningen är som störst. Grön sköldmossa *Buxbaumia viridis* är däremot en art som endast förekommer på mjuk och starkt nedbruten ved. Den producerar drygt en miljon mycket små sporer i varje sporkapsel så det finns god tillgång på spridningsenheter (Wiklund 1998). Men eftersom arten har mycket speciella substratkrav så är det endast att fåtal sporer som verkligen hittar en lämplig fläck att växa på. Grön sköldmossa trivs bra i täta skuggiga skogar vilket gör den väl lämpad att klara de prognostiserade skogsförhållandena.

Betydligt sällsyntare och dessutom rödlistad är blylaven *Degelia plumbea*. Den är västlig i sin utbredning, vill ha hög och jämn luftfuktighet och skyr platser med långvarig torka. Vidare förekommer den i huvudsak på asp i barrblandskogar, men i vissa fall också på ädellövträd i olika miljöer. Arten är alltid försedd med fruktkroppar och tros alltså ha goda möjligheter till spridning med sporer. Tidigare uppgifter tyder på att den var ganska frekvent i västra Sverige, framförallt i brytningen mellan betesmark och skog, där asp ofta är ett vanligt trädslag (Degelius 1935). Uppföljande kartläggningar som genomförts i västra Sverige på 1990-talet visar att arten försvunnit från många av sina gamla lokaler men den har glädjande nog påträffats på ett stort antal nya lokaler (Hultengren & Nordén 1996). Att arten har anpassat sig till asp måste betyda att den har en relativt god förmåga till spridning då asp är ett ganska tillfälligt substrat i skogslandskapet. Arten bör alltså ha anpassat sig till att "hoppa runt" mellan olika aspar och aspbestånd i landskapet. Simuleringarna från

Hugin visar att andelen övrigt löv ökar något i ett 100 års perspektiv. Utgående från det tidigare resonemanget skulle detta gynna blylaven i de västra delarna av landet där övrigt löv ökar med drygt 100 %. Det är emellertid viktigt att känna till att flera andra skogliga kvaliteter som hög luftfuktighet, gläntor, m.m. också måste finnas, samt inte minst ett det finns många lokala populationer som kan fungera som spridningskällor inom ett landskapsavsnitt. Det finns ett femtiotal arter som har ungefär samma ekologi och utbredning och som kan bedömas ha samma framtidsutsikter. Exempel på arter är korallblylav *Parmeliella triptophylla*, grynlav *Pannaria conoplea* och västlig gyttelav *P. rubiginosa*. Andra aspberoende arter, som främst förekommer norra och mellersta Sverige, är olika gelélavar *Collema spp.* skinnlav *Leptogium saturninum* och asphättemossa *Orthotrichum gymnostomum*. Aspfjädermossa *Neckera pennata* är en ovanlig art som främst förekommer på bark med högt pH-värde (rikbarksträd) i Mellansverige. Den har nästan alltid rikligt med sporkapslar och borde därför ha relativt lätt för att sprida sig, men fältförsök med ”sporkplantering” har hittills misslyckats (Wiklund, muntl. uppgift). Detta tyder på att arten har speciella krav i etableringsfasen. Troligen spelar fuktighetsförhållandena en viktig roll, vilket bland annat visar sig i artens tydliga preferens för skogar med hög luftfuktighet, t.ex. intill sjöar och småvatten (Hallingbäck 1998). Aspfjädermossan kommer troligen att gynnas av det ökade inslaget av lövträd, särskilt i de områden där asp ökar. Att annat exempel utgörs av filthättemossa *Orthotrichum urnigerum* är knuten till skogsbestånd med rikbarksträd. Den växer på sura block och klippor, men verkar nästan uteslutande växa på klippor som har en stark påverkan av rik lövförna, t.ex. direkt under gamla almar och askar (Hallingbäck 1998). Den har ofta sporkapslar och har därför antagligen en relativt god spridningsförmåga, åtminstone inom enskilda skogsbestånd. Arten verkar ha mycket speciella krav och dess framtida möjligheter beror mycket på tillgången på rikbarksträd, särskilt den kontinuerliga tillgång sådana träd i branter och blockrika miljöer. För båda dessa mossor innebär den troliga ökningen av gran i blivande reservat ett hot framförallt i södra och mellersta Sverige. Båda arterna påverkas emellertid negativt av ökande beskuggning och av sur barrförna, vilket kan motverka de generellt positiva effekterna av det ökade inslaget av lövträd. I nordligaste Sverige minskar dessvärre arealen äldre lövträdsrik mark några procent vilket skulle missgynna de nämnda arterna, t.ex. den mycket sällsynta lilla aspgelélaven *C. curtisporum*, under den kommande perioden. I Mellansverige kan man se en större procentuell ökning vilket istället torde gynna arter knutna till asp och björk.

Sammanfattningsvis kan man nog säga att en tilltagande areal nya reservat och andra naturvårdsåtaganden jämte en beräknad ökning av död ved i många skogar talar för bedömningen att vanliga och lättspredda specialister, inalles något hundratal arter, kommer att klara sig ganska bra.

Bland de mer ovanliga specialisterna kommer många av de arter som gynnas av fuktiga täta skogar med triviallöv och gran och arter som allmänt gynnas av triviallöv bli vinnare medan andra arter inom gruppen är förlorare, framförallt i vanlig brukad skog. Inom reservat kan förhållandena vara gynnsamma framförallt inom starkt lövdominerade områden i södra Sverige, med reservation för områden där gran kommer att öka

Allra svårast har naturligtvis de **svårspredda specialisterna**. Hit hör arter som oftast både är sterila och har dåligt utvecklad förmåga till vegetativ spridning. De tros vara ”fångade” i sina nuvarande biotoper, åtminstone på kort sikt. Det kan t.ex. röra sig om nordliga barrskogslevande arter eller högfjällsarter som möjligen överlevt sedan tundratiden i södra och mellersta Sverige eller av andra arter som på andra sätt befinner sig i utkanterna av sina utbredningsområden. Hasselrot (1953) beskriver förekomsten av ett antal nordliga arter i Syd- och Mellansverige t.ex. snölav *Cetraria nivalis* och strutlav *C. cucullata* vilka normalt förekommer på kalfjället, men som också påträffades i öppna betade marker samt i glesa sandiga barrskogar fram till 1950-talet, men som nu är i stort sett försvunna. Många av våra rödlistade skogslevande lavar och mossor, flertalet signalarter och ett hundratal andra arter kan nog räknas in i denna grupp, vilket innebär ca 350 olika arter. Till dessa kommer ett antal mindre kända arter av samma typ, möjligen ytterligare ett hundratal.

Garnlav *Alectoria sarmentosa* och några marklevande lavar får utgöra exempel. Garnlaven är fortfarande vanlig i norra Sverige där den framförallt förekommer på barrträd och på äldre lövträd i barrskogar. Arten är sannolikt svårspredd och underökningar visar att den är mycket ovanligare i brukad skog jämfört med äldre skogsbestånd (Dettki m.fl. 2000). Esseen m.fl. (1996) har också visat

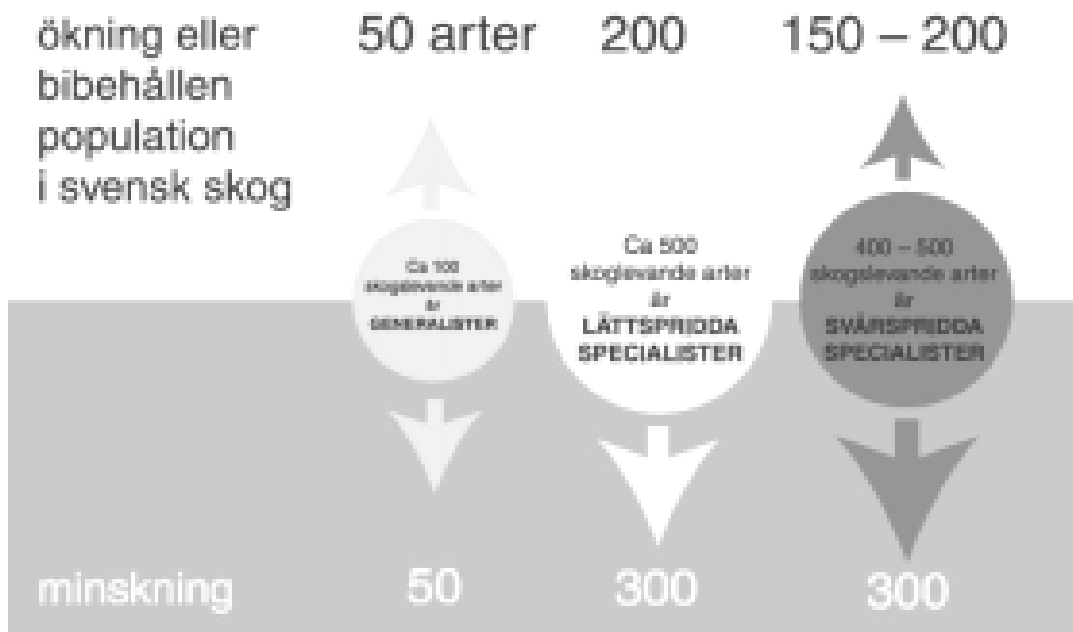
att arten är mycket rikligare i gammal granskog än i andra skogstyper. Rikligt med gran är alltså en förutsättning för laven i norra Sverige. I södra Sverige förekom garnlav tämligen allmänt under den första hälften av 1900-talet (Ahlner 1948), men idag är den såpass sällsynt att den beskrivs som en signalart. Idag är nästan alla dessa arter och deras förekomster i södra Sverige utsuddade och orsakerna är sannolikt skogsavverkningar och igenväxningen och förmörkningen av det gamla glesa betade skogslandskapet. Under seklets första hälft fanns mindre areal skog än idag och den hade en annan struktur – den var glesare, ljusare, lokalt fanns äldre träd, markerna var i stor utsträckning odikade och troligen var inslaget av löv mycket större medan inslaget av gran var mindre. Det finns alltså två olika hotbilder mot dessa arter. Dels alltför korta omloppstider för brukade skogar utanför reservat och andra naturvårdsåtaganden, dels en mörkare mer slutna skog i södra Sverige. I och med att skogarna i norra och mellersta Sverige, där arten är vanlig idag, kommer bli tätare, och att omloppstiderna kommer att vara för korta för den svårspredda garnlaven, så finns det anledning att befara att laven minskar i ett längre perspektiv, precis som den gjort i södra Sverige. Spridningen från reservat, nyckelbiotoper m.m. hinner sannolikt inte försörja den brukade skogen med fragment.

Jättelav *Lobaria amplissima* fanns tidigare på 25 platser i sydvästra Sverige (Degelius 1935) men har försvunnit från 21 (76 %) av dessa (Hultengren m.fl. 1993). Orsaken till försvinnandet är sannolikt avverkningar av lövträd, förändringar av mikroklimat eller igenväxning av halvöppna kulturmarker (Arvidsson & Thor 1999). Några ”nya” etableringar på nya lokaler har inte beskrivits. På flera lokaler finns enbart enstaka gamla exemplar som inte utvecklats särskilt mycket under långa tider. På de flesta av artens förekomster är arten steril och den saknar alltid isidier och soredier och tros vara ”fångad” på sina växtplatser. Eftersom intern dynamik som vindfällningar, spontan traddöd m.m. slumpmässigt slår ut både träd och hela växtlokaler även i skyddade biotoper kan en minskning befaras under de närmaste decennierna. Arten kräver också gamla, fuktiga skogar med äldre lövträd, ett visst luckighet och ljus. Många av artens förekomster är eller håller på att bli reservat vilket är positivt, men intern dynamik och prognostiserad igenväxning med gran är allvarliga hot även inom reservat. Man kan alltså hysa viss oro för jättelaven och liknande arter.

Grov fjädermossa *Neckera crispa* och baronmossorna *Anomodon* spp. är relativt storvuxna arter som växer på rikbarksträd och på block och klippor i rikare lövskogar. På lokaler med många lämpliga substrat kan de vara mycket rikliga. Men eftersom sporkapslar är mycket ovanliga och de inte har någon utvecklad förmåga till vegetativ spridning så har de troligen mycket svårt att sprida sig längre sträckor (Hallingbäck & Weibull 1996). Detta får till följd att arterna är mycket beroende av kontinuerlig tillgång på gamla rikbarksträd inom bestånd. Med ett ökat inslag av lövträd kommer arterna möjligen att kunna sprida sig till nya bestånd. Men en förutsättning för att arternas totala populationer skall öka är att antalet nyetablerade bestånd överstiger antalet avverkade bestånd med arterna.

Sydlig knappnålsmossa *Tetradontium ovatum* är en annan art som, trots rikligt förekommande sporkapslar, troligen har mycket svårt att sprida sig. Arten växer på relativt lättvittrade, men ändå sura klippor i mycket skuggigt läge, t.ex. i små, starkt skuggade skrevor i täta barrskogar. Den hittas ofta i skydd bakom överhängande mossmattor och har därför mycket svårt att sprida sina sporer (Hallingbäck 1998). Sydlig knappnålsmossa har troligen alltid varit sällsynt, men har ändå minskat på grund av avverkning av gamla granskogsbestånd. Med Hugins framtidsscenario kommer arten åtminstone inte att öka utan troligen fortsätta att minska p.g.a. slumpmässiga faktorer och att arten har så svårt att sprida sig över längre avstånd.

Utvecklingen för dessa arter är mycket svår att förutspå! Flera har så få populationer i Sverige att de sannolikt kommer att slås ut genom slumpmässiga händelser inom sina nuvarande lokaler t.ex. vindfällningar av enskilda träd m.m. medan å andra sidan spridning är möjlig, framförallt av de vanligare arterna inom gruppen inom äldre skogsbestånd. Substrattillgången, t.ex. lövträd, ökar något enligt beräkningarna liksom antalet nya reservat och andra naturvårdsåtaganden vilket är positivt. Negativt är att gran ökar i södra Sverige och att slumpen slår ut enskilda populationer. Den samlade bedömningen är att vi får ett litet minusnetto för dessa och liknade arter. Arterna bedöms inte ha någon möjlighet att etablera sig i brukad skog!



Figur 5.7-1. Den bedömda utvecklingen för de behandlade grupperna utgående från ett generellt och nationellt perspektiv. En stor del av minskningen av arternas populationer bedöms ske på marker med produktionsmål medan utvecklingen bedöms vara mer positiv på marker med naturvårdsmål (reservat, biotopskydd m.m.). På brukad mark är försvinnanderisken mycket stor för "svårspredda specialister" (bl.a. många rödlistade arter), och i reservat riskerar många populationer att slås ut av slumpmässiga händelser eller av skoglig succession av olika slag.

5.8. Mörker, vattenbrist och avsaknad av bränder missgynnar lavar och mossor i det framtida skogslandskapet

I ett **mörkare och tätare skogslandskap** uppstår brist på viktiga ljusbrunnar och gläntor och på unga lövsuccessioner av framförallt ädellövträd (ek, bok, ask, m.m.). Dessutom uppstår det sannolikt brist på mycket grova träd i ljusexponerat läge, t.ex. av tall, gran och löv, vilket är negativt för de arter som lever i gränslandet mellan skogs- och jordbruksmark!

Den stora minskningen av antalet **skogsbränder** som skett under 1900-talet kommer troligen få allvarliga konsekvenser i framtidens skogar. En fortsatt låg brandfrekvens kommer att innebära att det blir brist på förkolnad ved och större områden med riklig lövföryngring.

Många av dagens hårda och senvuxna högstubbar av tall är en effekt av gångna tiders bränder. Tallen har utvecklats för att överleva brand, men träden skadas och producerar rikligt med kåda och får en långsam tillväxt. Följden blir att den efterlämnade, döda veden blir mycket hård och lämplig för en artrik flora av knappnåslavar. Den låga brandfrekvensen gör att nyproduktionen av senvuxna tallar minskar kraftigt och därför går troligen de arter som är knutna till denna typ av substrat en dyster framtid till mötes. Detta förhållande förvärras ytterligare av att vedens nedbrytning går ännu snabbare i de tätare och skuggigare skogarna och antagligen. Kolflarnlav *Hypocenomyce antracophila* är en nordlig taigaart som enbart växer på förkolnad ved i gamla brandfält. Arter som kolflarnlav, dvs. rent brandberoende arter, kommer naturligtvis att missgynnas, minska eller möjligen helt försvinna i en framtidsskog om inte tillräckliga mängder av förkolnad ved kommer att finnas! Arter som vitmosslav *Icmadophila ericetorum*, vedknotterlav *Lecidea botryosa*, smalskaftslav *Cybebe gracinata* och brunpudrad nållav *Chaenotheca gracillima* gynnas sekundärt av bränder och förekommer ofta på gamla brandfält med brandstubbar.

Ett annat allvarligt problem är **bristen på ytligt grundvatten** i form av bäckar, åar och kärrmarker i skog. Redan idag är det allvarligt p.g.a. av de omfattande dikningarna under första hälften av 1900-talet. Denna brist kommer att kvarstå om skogsbruket inte vidtar speciella åtgärder för att öka

tillgången på ytligt grundvatten, t.ex. genom att aktivt lägga igen diken eller att motverka dikesrensning! Många av våra lavar och mossor har sannolikt minskat på grund av det alltmer torra mikro- och lokalklimatet som följt av de omfattande grundvattensänkningarna framförallt i syd- och mellansvenska slättbygder!

En annan brist är att **tillgången på skadade, men levande träd kommer att minska!** Naturliga eller kulturhistoriskt betingade störningar i skogsmark i form av bränder, hamling, skogsbete m.m. har minskat drastiskt! Skadade träd är en ytterst viktig miljö för ett stort antal rödlistade skogsarter, inte bara lavar och mossor utan även insekter och svampar. Hur stor bristen kommer att bli vet vi inte idag, men eftersom minskningen varit betydande fram till mitten av 1900-talet finns det anledning av att se detta som ett mycket oroande tecken. **Hamlingsbruk, svedjebruk och skogsbete** var vanligt i nästan alla områden för ett sekel sedan och det finns en lång rad hotade arter, inte minst bland de marklevande svamparna, som är helt beroende av denna utdöende ”skogsskötsel”. Ett exempel från mossriket är liten trumpetmossa *Tayloria tenuis* som nästan uteslutande växer på spillning och spybollar, och får hjälp avflugor med spridningen av sina sporer tack vare att den producerar doftämnen som liknar de hos spillningen den växer på. Arten har minskat starkt det senaste decenniet, främst p.g.a. det minskade skogsbetet och torrläggningen av skogen (Hallingbäck 1998).

5.9. Klimatförändringarna – en joker i naturvårdsplaneringen

Som en komplicerande faktor tillkommer de nya rönen om klimatets förändringar. Det talas om att Sverige skulle få ett fyra grader varmare klimat om ca 100 år! Om en sådan utveckling skulle bli verklighet skulle många av de beskrivna scenarierna naturligtvis bli helt annorlunda, inte minst för lavar och mossor! Fyra grader varmare och dessutom mycket mer nederbörd skulle dramatiskt ändra förutsättningarna i landet! Norrlandsgränsen skulle förskjutas mot norr, ädla lövträd skulle kunna växa långt längre norrut än tidigare, kalfjället skulle delvis beskogas, nedbrytningen av död ved skulle bli snabbare vilket skulle missgynna många hårdvedsarter t.ex. knappåslavar. Suboceaniska arter skulle sannolikt öka! Om skogen dessutom skulle bli ännu mer mörk och tät än vad som simuleras i Hugin skulle detta ge många förlorare och en klar vinnare bland lavarna, nämligen gammalgranslaven *Lecanactis abietina* som är en sydlig, suboceanisk, skuggföredragande lav som främst växer på gran men också andra trädslag.

6. Antropogen påverkan på skogsmarkens produktionsförmåga - förändring sedan 1950, nuläge och utveckling

Sammanfattning

Skogsmarkens produktionsförmåga nu jämfört med för 50 år sedan

Kvävegödsling, dikning och ökad kvävedeposition är åtgärder/påverkan som ökar den totala biomassaproduktionen. Sammantaget har de sannolikt givit en ökad skogsproduktion på mellan 5-16 miljoner skogskubikmeter per år sedan år 1950. Även temperatur- och nederbördsökningen under 1900-talet, minskad brandfrekvens till följd av ett effektivare brandskydd och övergivande av tidigare intensiva markbruksmetoder har sannolikt bidragit till ökad produktionsförmåga. Ökningen av skogens (trädens) tillväxt under det senaste halvsekle har till del också berott på att trädens *andel* av biomassaproduktionen ökat, som följd av effektivare föryngrings- och skötselmetoder.

Syra- och kvävedepositionens inverkan

Syradepositionen har medfört en omfattande markförsurning i södra Sverige. Utlakningen av försurat vatten med höga aluminiumhalter har bidragit till en omfattande utslagning av växt- och djurarter i våra vatten. Det har hittills varit svårt att få klara belägg för någon tillväxtminskning hos skogsträden som följd av markförsurningen i svensk skog. En fortsatt försurning eller en långsam eller ofullständig återhämtning av kraftigt försurade skogsmarker kommer att innebära fortsatta skador på fisk och andra organismer i vatten. Risken för påvisbara försurningsrelaterade skador på träd i större skala bedöms vara liten på kort sikt. På marker där bortförselelsen av baskatjoner även fortsättningsvis överstiger tillförselelsen finns dock risker på sikt. Kalknings- och askspridningsinsatser kan förbättra läget genom att motverka ytterligare markförsurning och medge en återhämtning av buffringsförmågan på marker där återhämtningen är obefintlig eller mycket långsam.

Fortsatt kvävedeposition på nuvarande nivå skulle sannolikt öka kväveutlakningen från skogsmark över tiden. Förhöjda kvävehalter i träden ökar sannolikt också risken för vissa patogenangrepp och andra skador.

Intensiv skörd

Helträdsskörd kommer sannolikt att ha en negativ inverkan på markens baskatjonbalans och därmed förbruka buffringskapacitet på många marker i landet, såvida inte kompensationsgödsling utförs. Risken att okompenserad helträdsskörd skulle kunna orsaka brist på K, Ca, Mg, P eller något mikronäringsämne på sikt kan inte heller uteslutas. På vissa marker kan enbart stamvedsskörd ha samma effekt, speciellt om en hög syradeposition eller nitrattutlakning medför förhöjd baskatjonutlakning.

Uttag av avverkningsrester (GROT) skedde på ca 32 000 hektar i medeltal för åren 1998 och 1999. Uppskattningsvis motsvarade GROT-uttaget från hygget i genomsnitt en askmängd på runt 0,8 ton torrsbstans (ts) per hektar. Vissa förluster sker på upplagsplatsen. Stamvedsskörden under en omloppstid motsvarar mellan 0,8-2,5 ton ts aska per hektar. Den GROT-baserade energiproduktionen uppgick 1998 och 1999 till ca 5-6 TWh per år.

Kompensation för minskad buffringskapacitet och underskott i näringsbalanser

Askspridning skedde under år 2000 på ca 4 400 hektar, varav hälften inom ramen för SVO:s försöksverksamhet med åtgärder mot markförsurning. I SVO:s program sprids normalt 2+2 ton ts

aska+dolomitkalk per hektar. Övrig askåterföring utfördes vanligtvis på uppdrag av askproducenter. I dessa program var givan i de flesta fall 3 ton ts/ha. Huvuddelen av askåterföringen utfördes i gallringsskog. Skogsstyrelsen anser att askåterföringen bör öka väsentligt i enlighet med vad som anges i ”Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling” (Skogsstyrelsens Meddelande 2-2001).

På sikt bör målet vara att helträdsuttag och askåterföring utförs på samma arealer, antingen genom att askspridning föregått uttaget eller att man återkommer med aska till GROT-skördade arealer. Återföring av askan är särskilt angelägen i områden med försurade marker, vattendrag och sjöar.

Hur påverkas skogsmarkens produktionsförmåga framåt i tiden?

Den aktiva kvävegödslingen kan antas ligga kvar i närheten av nuvarande nivå under kommande decennier. Den antropogent orsakade kvävedepositionen kommer sannolikt att minska som följd av redan ingångna internationella överenskommelser. Det kan medföra viss minskning av skogstillväxten, samtidigt som riskerna för kväveinducerade patogenangrepp och förhöjd kväveutlakning från kväverika marker också minskar. Minskad kvävedeposition kan också öka storleken på den areal i norr där skörd av avverkningsrester kan bedömas medföra behov av kvävekompensation för att inte produktionsförmågan ska minska över tiden.

Skörden av avverkningsrester kommer sannolikt att öka framöver vilket ger ytterligare tyngd åt behovet av förbättrad balans i skogsbrukets påverkan på markens buffertkapacitet och näringsbudget.

Nydikningen har så gott som upphört. Det är osäkert i vilken grad redan utförda dikningar med positivt produktionsresultat kommer att upprätthållas genom dikesrensning.

Fortsatta klimatförändringar kan också påverka skogstillväxten, såväl direkt som indirekt via påverkan på frekvensen av patogenangrepp, stormskador, etc.

6.1. Inledning

Målet att den naturgivna produktionsförmågan ska bevaras gäller i princip på beståndsnivå. Skogsbruket ska vara uthålligt överallt, även med avseende på inverkan på omgivande ekosystem. Denna studie avser att belysa frågan hur dagens skogsbruk och annan antropogen påverkan inverkar på markens produktionsförmåga och på omgivande ekosystem.

Med *skogsmarkens produktionsförmåga* avses oftast dess kapacitet att producera biomassa, exempelvis uttryckt som ”ton torrsubstans per hektar och år” i medeltal. Skogsmarkens produktionsförmåga beror främst av tillgången på näring, vatten och solljus under vegetationsperioden, vilket i sin tur beror på en mängd faktorer; klimat, mineralogi, marktextur, grundvattenytans läge och näringstransport, osv.

Vissa skötselmetoder och andra förändringar har inneburit att produktionspotentialen höjts. Exempel på sådana är kvävegödsling och dikning, och den ökade kvävedepositionen under efterkrigstiden. Förbättrat brandskydd som minskat brandfrekvensen kan också ha medfört ökad produktionsförmåga på många svaga marker. Dessa höjningar går därmed utöver vad som kan kallas *skogsmarkens naturgivna produktionsförmåga*. I vissa fall kan nuvarande markbruk ha medgivit en återhämtning efter tidigare intensiva markbruksmetoder som exempelvis svedjebbruk, bete och slätter.

Man har befarat att depositionen av svavel- och nitratsyra och annan kvävetillförsel på många marker skulle ha en negativ inverkan på produktionsförmågan eller öka risken för olika typer av skador. Skogsbruksåtgärder, vars långsiktiga effekt på produktionsförmågan ifrågasatts och studerats, är hyggesbränning, markberedning och helträdsuttag. En fråga som blivit aktuell på senare år är hur eventuella klimatförändringar kommer att påverka skogen.

6.2. Produktionshöjande faktorer

Kvävegödsling av skogsmark blev en vanlig åtgärd i slutet på sextioalet. Före 1960 förekom det knappt alls. Under större delen av 70- och 80-talen pendlade den årliga gödslade arealen mellan 120-170 000 ha per år. I slutet på 80-talet sjönk arealen och pendlar sedan 1992 mellan 20-30 000 ha per år. De första restriktionerna kring kvävegödsling av skogsmark infördes år 1984. De skärptes år 1991. Restriktionerna avrådde från gödsling i södra Sverige och motiverades av ökad medvetenhet om hur kvävenedfallet adderade till risken för stor kväveutlakning från skogsmarken. Man kan räkna med att en gödselgiva på 150 kg N/ha i genomsnitt innebär en extra tillväxt på ca 15 skogskubikmeter under den tid den verkar. Som mest bidrog gödslingen i så fall med att öka produktionen (och därmed produktionsförmågan) med 2 - 2,5 miljoner skogskubikmeter per år, och för närvarande är tillskottet 0,3 - 0,4 miljoner skogskubikmeter per år.

Sedan 1950 har kvävenedfallet ökat markant som följd av ökade kväveoxidutsläpp. Under 80- och 90-talen har det totala kvävenedfallet över den svenska skogsmarken varit runt 150 000 ton N/år, varierande mellan 3 och 30 kg/ha,år. Kväve är det näringsämne som normalt begränsar tillväxten mest på naturligt väl-dränerad (s.k. frisk) mark. Eftersom depositionskvävet faller ner på alla marktyper, inte bara de som ger god utdelning i form av skogstillväxt, blir effekten mindre i medeltal än för gödslingskvävet. Vidare finns starka indikationer på att gödslingseffekten blir relativt sett mindre av många små kvävegivor jämfört med en större. Ytterligare en anledning till låg tillväxteffekt är att de högsta depositionsnivåerna återfinns i sydvästra Sverige, där tillväxteffekten av extra kvävetillförsel numera ofta är dålig. Mot bakgrund av resonemanget ovan bedöms tillväxteffekten för närvarande vara någonstans i intervallet 20-70 % av vad samma tillskott av gödselkväve skulle haft, alltså 3-10 miljoner skogskubikmeter per år.

Under åren 1950-1989 nydikades vanligtvis mellan 15 000 och 30 000 ha per år. Ungefär lika stora arealer påverkades av skyddsdikning under 80-talet. Från år 1990 till år 1994 minskade nydikningen från 7 400 ha till 500 ha per år, för att senare mer eller mindre upphöra. Den anmälda skyddsdikningen minskade från 7 500 ha till 1 700 ha per år mellan 1992 och 1999. Att bidrag till markavvattning drogs in och tillståndsplikt infördes motiverades av naturvårdsskäl. Dikena har inte heller underhållits överallt. Med hjälp av tillgänglig kunskap om dikningens effekt på markens bonitet kan man uppskatta att den totala produktionsökningen för närvarande är mellan 2-5 miljoner skogskubikmeter per år på den mark som dikats efter 1950. Det är osäkert i vilken grad redan utförda dikningar med positivt produktionsresultat kommer att upprätthållas genom dikesrensning.

Enligt resultat från Ståndortskarteringen har humusmängden ökat under de senaste decennierna, främst i sydvästra Sverige. Orsakerna till humustillväxten kan vara flera. Kvävetillskottet genom deposition är sannolikt en av de viktigaste. Den ökade humusmängden kan också ha bidragit till höjd produktionsförmåga som följd av ökad närings- och vattenhållande förmåga. På frisk-fuktiga marker kan emellertid en tillväxt i humuslagret leda till senarelagd tillväxtstart på våren.

Enligt skattningarna förklarar kvävegödsling, kvävedeposition och dikning efter 1950 tillsammans mellan 5 och 16 miljoner skogskubikmeter per år av den totala skogstillväxten. Totalt har ökningen i skogstillväxt sedan 1950 varit ca 25 miljoner skogskubikmeter per år. Förutom den positiva effekt som kan antas ha följt av minskad brandpåverkan beror tillväxtökningen också på att trädens *andel* av biomassaproduktionen ökat, som följd av genetisk förädling och effektivare föryngrings- och skötselmetoder.

Den aktiva kvävegödslingen kan antas ligga kvar i närheten av nuvarande nivå under kommande decennier. Den antropogent orsakade kvävedepositionen kommer sannolikt att minska som följd av redan ingångna internationella överenskommelser. Det kan medföra viss minskning av skogstillväxten, samtidigt som riskerna för kväveinducerade patogenangrepp och förhöjd kväveutlakning från kväverika marker också minskar. Minskad kvävedeposition kan också öka storleken på den areal i norr där skörd av avverkningsrester kan bedömas medföra behov av kvävekompensation för att inte produktionsförmågan ska minska över tiden.

6.3. Försurningens inverkan

Det är väl belagt att syranedfallet ökat utlakningen av baskatjoner (jfr tabell 6.4-1), tärt på skogsmarkens buffringskapacitet och orsakat en starkt ökad utlakning av grundvatten med lågt pH och höga halter av giftigt aluminium till ytvatten i södra och sydvästra delarna av landet (Naturvårdsverket, 2000). Detta har bidragit till en omfattande utslagning av växt- och djurarter i våra vatten.

I flera länder, framförallt i centrala Europa, uppkom under 70- och 80-talen utbredda skogsskador i områden med hög syradeposition. I en del fall har det varit svårt att hitta den direkta orsaken till skadorna. I andra fall har den varit väl klarlagd, exempelvis i områden med magnesiumbrist eller med extremt låga pH-värden i marken. Eftersom den svenska skogsmarken har förhållandevis dålig buffringskapacitet har man befarat att skador skulle kunna uppstå även här som följd av syranedfallet. En anledning skulle vara brist på någon av baskatjonerna K, Ca eller Mg, vilket i sin tur skulle vara en följd av ökad utlakning av dessa ämnen, i kombination med ökat upptag i grönbio massa orsakat av kvävetillskottet. En annan anledning kunde vara giftverkan av höga halter oorganiskt aluminium i marklösningen. I de svenska fältförsök där man tillfört extra svavelsyra ensamt eller tillsammans med kväve har man hittills inte kunnat påvisa någon tydlig negativ effekt på virkesproduktionen. Trädrotters känslighet för höga halter oorganiskt aluminium har visat sig mindre än man trott. Uppkomst av typiska bristsymptom har inte heller påträffats i fält i märkbar omfattning. Det är fortfarande möjligt att det finns ståndorter där en negativ effekt uppstått eller kommer att uppstå, exempelvis som följd av ökad känslighet för frost, torra eller patogena angrepp av något slag. Slutsatsen är ändå att markförsurningens samlade negativa effekt på skogstillväxten hittills har varit relativt måttlig eller dolts av kvävedefallets tillväxthöjande effekt.

Förhöjda kvävehalter i träden som följd av kvävedepositionen kan öka risken för vissa patogenangrepp och andra skador. Fortsatt kvävedefall på nuvarande nivå skulle sannolikt också öka nitratutlakningen och därmed baskatjonförlusterna över tiden.

Det har inte uppstått baskatjonbrister för träden såsom befarats, vare sig i försök eller i verkligheten. En hypotes till förklaring är att träden via mykorrhizan kunnat öka vittringshastigheten vid behov. En annan tänkbar förklaring är att man inte ens i försöken lyckats tömma de växttillgängliga förråden tillräckligt för att brist ska uppstå. Detsamma kan också ha gällt för markförsurningen i praktiken. Svavelsyran ökar baskatjonutlakningen. Samtidigt ökar den också tillgängligheten på de baskatjoner som finns kvar. Dessutom kommer hela tiden ett tillskott utifrån via deposition och vittring (jfr tabell 6.4-1). På vissa marker kan sannolikt budgeten balansera i rotzonen, samtidigt som buffringsförmågan kontinuerligt förbrukas längre ned i marken.

Svavelutsläppen kulminerade på 70-talet och har sedan dess halverats. Internationella avtal om utsläpps begränsningar har varit en bidragande orsak. Trots det har andelen försurad skogsmark ökat från 80-talet till 90-talet. Kvävedefallet ökade fram till 80-talet och har sedan varit förhållandevis konstant. Tack vare genomförda och förväntade utsläpps begränsningar kommer sannolikt en del av den försurade skogsmarken att börja återhämta sig. Emellertid kommer en långsam och ofullständig återhämtning av kraftigt försurade skogsmarker att innebära fortsatta skador på fisk och andra organismer i vatten under mer än 50 år. På vissa marker kan depositionen även fortsättningsvis öka markförsurningen, såvida inte minskningarna blir kraftigare än väntat.

Syradepositionens inverkan medför att rörelseutrymmet för skogsbruket minskar vad gäller uttag av biomassa utan kompensation (jfr nedan).

Kalknings- och askspridningsinsatser i de mest försurningsdrabbade delarna av landet kan väsentligt förbättra läget genom att motverka ytterligare försurning av avrinnande vatten från skogsmark och medge eller påskynda en återhämtning av mark- och ytvattenstatus. Spridning av måttliga doser av relativt svårslösliga produkter över hela avrinningsområden kan innebära att mer drastiska åtgärder med negativa direkt effekter i våtmarker kan undvikas.

6.4. Näringsbortförelse via skörd

Parallellt med att man utrett frågan om syradepositionens inverkan har man också försökt utröna vilken inverkan olika former av avverkning kan ha på den långsiktiga produktionsförmågan. Eftersom näringsämnen förs bort med skörd och på andra sätt försöker man ta reda på om tillförelse sker i motsvarande hastighet. Frågan är speciellt intressant då man förutom stammen även skördar grenar och toppar (GROT) vilket avsevärt ökar bortförelsen av näring. Tabell 6.4-2 innehåller ett utplock av en omfattande budgetanalys för K, Ca och Mg för olika regioner som gjordes till en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) om helträdsuttag och askåterföring (Egnell m.fl. 1998). Slutsatserna från denna var bland annat att:

- Bortförelsen av baskatjoner överstiger sannolikt tillförelsen på många marker i de fall GROT-uttag görs, såvida inte kompensation sker, t ex via askåterföring. Risken för att förlusterna överskrider tillförelsen är speciellt stor i områden med hög utlakning p g a deposition.
- Bortförelsen av kväve kan överstiga tillförelsen i norra Sverige där kvävedepositionen är låg.
- Tillväxtminskningarna som man noterat, främst efter GROT-uttag vid gallring, beror i första hand på minskat utbud av kväve.

Man har i försök uppmätt något minskad tillväxt efter GROT-uttag, framförallt i gallring och i förnygringar av gran efter slutavverkning med GROT-uttag (Egnell m.fl. 1998). Den främsta orsaken är sannolikt minskat kväveutbud. Slutsatsen är ändå att den förbättrade förnygring som i praktiken uppnås efter helträdsuttag vid slutavverkning ofta uppväger denna tillväxtförlust. Kvävedepositionen är i större delen av landet större än förlusterna, sett över hela omloppstiden. Likaså har funktionen av naturliga bränder satts ur spel. I de fall helträdsuttaget ändå medför en tillväxtförlust jämfört med stamvedsuttaget handlar det alltså oftast om en utebliven produktionsökning snarare än en verklig *minskning* i den naturgivna produktionsförmågan.

Pågående forskning och fältstudier gör att kunskapen ökar år för år och analysen bör därför revideras fortlöpande. I denna rapport har vi valt att jämföra MKB-skattningen av utlakning med data från Westling m.fl. (2001) från studier i Västra Götalands län (Tabell 6.4-1). Utlakningen enligt den senare studien är väsentligt lägre än enligt MKB:n i region 4 och 5. Den nya studien bygger på fler fältmätningar i de aktuella regionerna och visade att utlakningen av kalcium och magnesium i medeltal minskat under perioden 1985 till 1999, vilket också bidrar till att förklara skillnaden mellan rapporterna. Minskningen beror sannolikt främst på minskningen i svavelsyradeposition. Sannolikt innebär resultaten att även baskatjonutlakningen i region 1-3 bör skrivas ner i dagsläget. Den humusupplagring som sker i sydvästra Sverige och som i hög grad verkar vara kopplad till kvävednedfallet bidrar sannolikt också till att sänka utlakningen. Utlakningen av kväve, främst i organisk form har ökat i Västra Götalands län (Westling m.fl. 2001).

Baskatjonbudget för skogsmark:

$$\begin{aligned} & \text{Vittring} + \text{Deposition} - \text{Bortförelse via skörd} - \text{Utlakning} \\ & = \text{Förändring i växttillgängligt förråd} \end{aligned}$$

Budgetarna för en typisk mark (Tab. 6.4-1) indikerar att vittring (ner till 50 cm djup) och deposition tillsammans ofta räcker för att kompensera trädens upptag av K, Ca och Mg. Emellertid sker också förluster via utlakning. Utlakningen är beräknad utifrån total utlakning från hela avrinningsområden. I dessa ingår även andra markområden än minerogen skogsmark som kan påverka genom att bidra i högre eller lägre grad än medelhektaret till utlakningen. Utlakningen kan delvis också härröra från vittringsprodukter eller baskatjonbyte från marken under 50 cm djup. Ju lägre basmättnadsgraden är, desto mer av utlakningen härrör från djupare markskikt. Således kan baskatjonbudgetarna sannolikt ofta balansera i rotzonen, även vid GROT-uttag (jfr. tabell 6.4-1), samtidigt som syratillskottet från deposition och/eller tillväxt fortsätter att förbruka buffringskapacitet i djupare markskikt. Kunskapen

om hur stor utlakningen skulle vara från olika markskikt utan inverkan av antropogen syradeposition är begränsad.

På ståndorter med hög tillväxt blir näringsbortförseln som högst. Det är också på dessa marker som näringsinnehållet i grenar och toppar är som högst i relation till innehållet i stammen. Många höga boniteter är emellertid belägna på frisk/fuktiga eller fuktiga marker i eller nedanför sluttningar där det periodvis sker tillflöden av näring till rotzonen via grundvatten från högre liggande mark. Sådana tillskott av baskatjoner är inte beaktade i MKB:n. På andra marker med hög bonitet är vittringen högre på grund av bättre mineralogi.

Det extra näringsuttag som GROT-skörd medför jämfört med enbart stamskörd är substantiellt jämfört med tillskottet via vittring och deposition för K och Ca (Tab. 6.4-1). Med dagens utlakning är det sannolikt att GROT-skörden medför en minskning av de tillgängliga förråden av dessa ämnen på många marker. Av Tabell 6.4-1 kan utläsas att situationen på många marker ändå kan vara sådan att budgeten balanserar i rotzonen, samtidigt som buffringskapacitet förbrukas längre ned så att utlakningen av aluminium ökar. Osäkerheten i bestämningen av de ingående posterna i budgeten medför att risken för framtida näringsbrister inte får negligeras. Exempelvis härrör utlakningssiffrorna från genomsnitt för hela avrinningsområden, medan de verkliga värdena naturligtvis varierar mellan områdenas olika delar.

Det kan också finnas andra skogslevande arter som är känsligare för förändringar i mark-pH och utbudet av olika näringsämnen än vad träden är. Även för fosfor kan de tillgängliga förråden minska till följd av helträdsuttag (Egnell m.fl. 1998).



1. Fjällnära skog
2. Nordlig och mellanboreal skog (BD och AC län exkl. fjällnära skog)
3. Mellan- och sydligt boreal skog (Z, Y, X, W och S län exkl. fjällnära skog)
4. Västlig boreonemoral skog (O, F och G län) och Östlig boreonemoral skog (T, U, C, AB, D, E, H och I län) och
5. Nemoral skog (N, LM, och K län)

Fig. 6.4-1. Sverige indelat i 5 regioner

Tabell 6.4-1 . Utplock från budgetanalys i Egnell m.fl. (1998): Medianvittring (till 50 cm djup), -deposition och -utlakning av kalium (K), kalcium (Ca) och magnesium (Mg) på medelgoda boniteter och bortförsel med enbart stam och med helträdsavverkning (enbart i slutavverkning: 70% av grenarna och 30% av barren) i fem regioner (Fig. 1). Utlakning "ny" enligt Westling m.fl. (2001) från avrinningsstudier i Västra Götalands län. [kmol⁺/ha]

	Region	IN: Vittring + deposition	UT: Bortförs i avverkning		UT: Utlakning	UT: Utlakning (ny)	Medelnetto: IN-UT (utlakn=ny) stam/helträd
			stam	helträd			
K	1	0,04	0,02	0,03	0,03		
	2	0,05	0,024	0,036	0,04		
	3	0,06	0,035	0,053	0,03		
	4	0,08	0,037	0,055	0,04	0,02-0,04	0,013/-0,005
	5	0,10	0,05	0,075	0,08	0,04-0,07	-0,005/-0,03
Ca	1	0,14	0,05	0,09	0,28		
	2	0,14	0,08	0,13	0,33		
	3	0,21	0,12	0,18	0,28		
	4	0,31	0,13	0,19	0,41	0,15-0,3	-0,04/-0,10
	5	0,35	0,18	0,28	0,70	0,3-0,43	-0,02/-0,30
Mg	1	0,07	0,008	0,012	0,22		
	2	0,08	0,011	0,016	0,25		
	3	0,10	0,015	0,023	0,21		
	4	0,21	0,016	0,024	0,31	0,1-0,25	0,01/0,01
	5	0,30	0,02	0,03	0,53	0,25-0,3	0,05/-0,05

6.5. Aktuell helträdsskörd

Enligt inventeringsdata skördades avverkningsrester (GROT) på i medeltal 18 % eller ca 32 000 hektar av den areal som slutavverkades under 1998 och 1999 (Tabell 6.5-1). Uppskattningsvis togs i genomsnitt ca 40 ton torrsubstans ut per hektar, med vissa förluster vid upplägget. Den totala energimängden i GROT-skörden uppgick därmed till runt 5-6 TWh/år. Tillskottet från gallring utgör för närvarande mindre än en tiondel av den totala GROT-skörden. GROT-skörden var sannolikt som högst i mitten på 90-talet och har sedan sjunkit som följd av ökad konkurrens från andra biobränslen, importerade såväl som inhemska. Uttag görs främst i grandominerade bestånd på medelgoda till goda boniteter. Cirka 90 % av GROT-skörden nämnda år skedde i Svealand och Götaland (region 3-5) (Tab. 6.5-1). Uttag av 70 % av grenarna och 30 % av barren beräknas ge mellan 25-45 ton ts i slutavverkningar på grandominerade marker, den mindre mängden i norr och den större i söder (Egnell m.fl. 1998). Uttaget av barr från själva hyggesytan kan i praktiken vara högre. Askhalten i den skördade GROT:en uppskattas vara ca 2 %.

Det vanligaste uttagssystemet är att GROT:en skotas från hygget under närmast följande vår/sommar efter avverkning. Sedan ligger den ytterligare en tid i stack vid sidan av hygget och torkar i väntan på transport till värmeverk, vilket sker tidigast följande höst. En viss andel av barren hamnar alltså på upplagsplatsen och inte spridda på den avverkade ytan.

Tabell 6.5-1. Resultat från SVO-inventering. Areal slutavverkad yta där GROT-uttag skett. I medeltal har uttag gjorts på 18 % av den slutavverkade arealen.

Landsdel	Tusental hektar/år: medel 1998-99
Norra Norrland	0,8
Södra Norrland	2,5
Svealand	6,7
Götaland	21,9
Hela landet	31,9

Risken för underskott i den totala kvävebudgeten finns främst i norra Norrland (Egnell m.fl. 1998, Vinterbäck m.fl. 1996). Uttaget av GROT omfattar där endast ca 700 hektar per år (Tab. 6.5-1).

6.6. Kompensation via askåterföring

Slutsatserna från Egnell m.fl. (1998) har legat till grund för Skogsstyrelsens nuvarande rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsgödning (SKS Meddelande 2-2001). Dessa rekommendationer innehåller bl.a. följande punkter:

- I den mest försurade regionen i södra och sydvästra Sverige bör askåterföring ske vid all GROT-skörd.
- I övriga regioner kan ett uttag av GROT göras per omloppstid utan kompensation, förutsatt att barren lämnas väl spridda över markytan.
- Vid återföring ska askan vara i härdad form och spridas jämnt över ytan. Spridningen ska ske på ett sätt så att extra näringsutlakning undviks. Maxdosen för spridning är 3 ton ts aska per hektar.

Askspridning utfördes under år 2000 på uppskattningsvis 4 400 hektar, varav ca hälften i Skogsstyrelsens regi inom ett åtgärdsprogram för att motverka effekter av den sura depositionen på skogsmark i sydvästra Sverige. Kriterierna vid val av objekt har varit lågt pH i mineraljorden och/eller dokumenterad försurning i de bäckar/sjöar som tar emot avrinningsvattnet. Normaldosen var en kombination av 2 ton ts aska och 2 ton ts kalk per hektar. Aska sprids också på uppdrag av olika värmeverk, sågverk eller skogsindustrier, ofta i dosen 3 ton ts per hektar. Denna askspridning har i hög grad utvecklats under senare år. Många värmeverk och skogsindustrier som för närvarande inte låter sprida sin trädbränsleaska har uttalade ambitioner att komma igång med spridning.

Det skattade baskatjoninnehållet i GROT-skörden framgår av tabell 6.7-1, liksom det skattade innehållet i den återförda askan. Totalt sett återfördes därmed ca hälften av den katjonmängd som bortförts med GROT-skörd. Emellertid askbehandlades en areal som var endast 16 % av den areal där GROT skördades. De metoder för helträdsuttag som används idag innebär att rekommendationen att en större del av barren blir kvar efter GROT-skörd endast uppfylls på en liten del av den helträdsavverkade arealen. I enlighet med SKS rekommendationer kring uttag av skogsbränsle (SKS Meddelande 2-2001) gör SKS bedömningen att askan bör återföras för att baskatjonbudgeterna säkert ska balansera över omloppstiden. Det betyder att askåterföringsverksamheten snarast bör öka till dess att den askbehandlade arealen är ungefär lika stor som den helträdsavverkade arealen. Huvudmotivet är att skogsbruket (med viss säkerhetsmarginal) inte ska bidra till markförsurning och försämrad kvalitet på avrinningsvattnet.

Askspridningen under år 2000 har till största delen skett i gallringsskog. Spridningen har därmed inte gjorts på marker där avverkningsrester skördats i någon större omfattning. När man ökar pH i kväverik mark förbättras förutsättningarna för nitrifikationsprocessen (omvandling av ammoniumkväve till nitratkväve). Där ett normalt rotupptag saknas (som på unga hyggen) har man befarat att nitratjoner

ska lakas ut, vilket samtidigt skulle öka baskatjonutlakningen. I nyligen redovisade studier av en omfattande serie askförsök på unga hyggen har denna farhåga inte besannats (Arvidsson 2001). Begränsningarna för askspridning på hygge kan därför komma att omprövas.

Om askan är väl härdad ökar pH i markytan långsammare och når inte heller så höga toppvärden. I perspektiv av en hel skogsgeneration bör målet vara att helträdsuttag och askåterföring omfattar samma arealer, antingen genom att askspridning föregått uttaget eller att man återkommer med aska till GROT-skördade arealer efter en viss tid. Askåterföring är särskilt angelägen på försurad mark.

Tabell 6.7-1. Skattade mängder av K, Ca och Mg (kg/ton ts grot, kg/ha) som i dagsläget bortförs vid GROT-skörd (enligt Tabell 1 och 2) respektive tillförs via askspridning (fr. Egnell m.fl. 1998). ts = torrsubstans

Bortförs med GROT i slutavverkning:	kg/ton ts GROT	kg/ha (35 ton ts/ha)	totalt (32 000 ha/år)
K	2,0	70	2,2 Mton
Ca	3,4	120	3,8 Mton
Mg	0,3	10	0,34 Mton
Totalt			272 Mekv
Återförs med aska:	kg/ton ts aska	kg/ha (2,5 ton ts/ha)	4 400 hektar/år
K	42 (26-59)	105	462 kton
Ca	170 (110-260)	425	1 870 kton
Mg	19 (13-28)	47	209 kton
Totalt			122 Mekv

6.7. Helträdsavverkningens omfattning framåt i tiden

Trots att den svenska biobränsleanvändningen ökade stadigt hela 90-talet har emellertid skörden av avverkningsrester minskat sedan mitten på 90-talet då den var som högst. Den producerade energimängden kan då ha uppgått till 7-8 TWh jämfört med ca 3-6 TWh för de senaste åren. Minskningen beror främst på att import av olika träbaserade restprodukter ökade påtagligt under samma tid. Importen består främst av så kallad RT-flis (returträ) och kan ha uppgått till 7-9 TWh under år 2000.

Det är svårt att göra en prognos för omfattningen på skörden av avverkningsrester (GROT) framöver. I den tredje nationella klimatrapporten (Naturvårdsverket, under tryckning) gör Energimyndigheten bedömningen att med bibehållna styrmedel i form av koldioxidskatter, etc. kommer den inhemska biobränsleanvändningen att öka med 11 TWh mellan 1997 och 2010. Om inget annat händer kan man därmed förutspå en viss ökning i GROT-skörden som följd av ökad inhemsk efterfrågan. Något som skulle kunna förändra situationen radikalt är om fler länder börjar vidta kännbara åtgärder för att reducera sin egen förbrukning av fossila bränslen. Då skulle konkurrensen om restprodukterna på kort tid kunna göra vår import av träbaserade restprodukter olönsam. Dessutom kan det uppstå en internationell efterfrågan på svenska biobränslen i form av restprodukter från skog och industri. Tendenser i denna riktning kan skönjas i praktiken, men osäkerheten om utvecklingen även under de närmaste åren är stor.

Mot bakgrund av den klimatpolitiska process som initierats av de internationella förhandlingarna är Skogsstyrelsens bedömning att GROT-skörden i svensk skog om 10 år kommer att motsvara mellan 10 och 30 TWh/år. Denna energimängd motsvarar GROT-skörd på 30 000 till 85 000 hektar slut-

avverkad areal per år om man räknar med ett genomsnittligt uttag på 35 ton torrsubstans per hektar. Framtida GROT-skörd kan även komma att bestå av röjnings- och gallringsflis av olika slag, speciellt om man når de högre produktionsnivåerna.

Helträdsavverkning i kombination med askåterföring medför en form av kväveavlastning för skogen i södra Sverige. Skötselsystemet kan därmed bidra till att motverka den eutrofiering (uppgödning) som kvävedepositionen ger upphov till, och till att återupprätta en mer naturlig näringssituation för ekosystemen i stort.

6.8. Hyggesbränning och markberedning

Som följd av FSC-certifieringen sker sedan några år tillbaka hyggesbränning på en liten andel av den slutavverkade arealen varje år. Åtgärden syftar till att i någon mån ersätta naturliga bränder och därigenom skapa förutsättningar för bevarandet av brandkrävande arter. Hyggesbränning har visat sig medföra minskad i produktionsförmåga på många ståndorter. I naturskogen skulle sannolikt större arealer brunnit varje år. Med nuvarande utbredning kan åtgärden därför inte anses minska den naturgivna produktionsförmågan. Minskningen i produktionsförmåga kan dessutom vägas upp av förbättrad föryngring. Hyggesbränning i södra Sverige motverkar också den generella eutrofiering som skogsekosystemen är utsatta för på grund av kvävedepositionen.

Under 80-talet debatterades huruvida radikal markberedning (hyggesplöjning) hade långsiktiga negativa effekter på markens produktionsförmåga. Man hyste farhågor att den ökade näringsomsättningen medförde alltför stora näringsförluster och kanske också minskad vatten- och näringshållande förmåga på grund av förlusten av organiskt material. Man har emellertid hittills inte kunnat belägga någon negativ effekt på produktionsförmågan. Däremot är det sannolikt att man på många marker får förluster av organiskt material och organiskt bunden näring. Det vägs upp bland annat av förbättrad genomluftning och värmeledning i marken. Hyggesplöjningen förbjöds år 1993, bland annat på grund av den dåliga acceptansen från rennäring och allmänhet; man upplevde att plöjningen försämrade framkomligheten samtidigt som den påverkade landskapsbilden i negativ riktning.

6.9. Klimatförändringar

Under de senaste decennierna har medeltemperaturen och nederbördsmängden i Sverige ökat något. Den ökade temperaturen innebär att vegetationsperioden förlängts, vilket sannolikt bidragit till en ökad produktionsförmåga i skogsmarken. I hur hög grad dessa förändringar kan kopplas till de av människor ökade halterna av växthusgaser i atmosfären är naturligtvis svårt att säga (jfr IPCC 2001). Det SMHI-baserade projektet SWECLIM prognostiserar ytterligare ökning i temperatur som följd av ökande halter av växthusgaser i atmosfären. Nederbördsökningen blir störst i norra Sverige, där vattentillgången mycket sällan begränsar skogstillväxten nämnvärt. I södra Sverige ökar avdunstningen mer än nederbörden, vilket kan leda till att brist på vatten kommer att begränsa tillväxten oftare än idag. Om man bara tar hänsyn till de prognostiserade temperatur- och nederbördseffekterna bör medelskogstillväxten ändå öka i Sverige (jfr Bergh & Linder 1999, Bergh m.fl. 1999). Det är svårare att bedöma hur frekvens och utbredning av patogenangrepp och skador till följd av stormar, frost, snöbrott, etc. kan utvecklas.

7. Några aspekter på ekonomi och skogsskötsel i norra Sverige

Sammanfattning

I en undersökning av skogsbrukets lönsamhet har beräkningar med Indelningspaketet utförts för ett innehav i norra Sverige. Genom att påföra olika transportkostnader för virkesleveranser från samma innehav simuleras olika avstånd till köpande industri. Markvärdet sjunker med ökat transportavstånd och lägre bonitet. Normala föryngrings- och skogsvårdsåtgärder ger med ett förräntningskrav på 2,5 % negativa markvärden även i de högre bonitetsklasserna då avståndet är stort. Negativa markvärden kan ses som om att förräntningskravet varit för högt eller att investeringen varit för stor.

Avståndsskillnaderna resulterar i olika optimal skogsskötsel. Förändringarna vid ett längre transportavstånd kan sammanfattas i punkterna:

- Markvärde/nuvärde sjunker
- Föryngrings-/skötselintensiteten minskar
- Omloppstiden förlängs

I simuleringar av röjning gjorda med Indelningspaketet är effekten på utvecklingen av medelstammens volym påtaglig. I beräkningar av nuvärdet av röjningar är påverkan positiv i flertalet, men inte alla, avdelningar. Vid längre transportavstånd minskar andelen avdelningar där röjning är en lönsam åtgärd. Beräkningssystemets beskrivning av framtida virkeskvalitet och skaderisker är otillfredsställande.

Värderingen av röjningens positiva effekter blir därigenom sannolikt underskattade. Investeringens viljan i röjning förefaller minska, speciellt i norrlands inland. Svårigheten att kalkylmässigt få ett positivt netto av röjning kan vara en orsak till detta.

7.1. Inledning

Transportavståndet från avverkningsområdet till virkesköpande industri varierar och avstånden kan i norra Sverige bli relativt stora. Normalt vid försäljning av s.k. leveransvirke är att prissättningen gäller för virket vid bilväg i anslutning till avverkningsplatsen. Avdrag görs därefter för transporten till köpande industri. Den faktiska kostnaden för virkestransporter har i denna studie bedömts vara högre än de avdrag som specificeras i ett antal studerade prislistor. För att studera de ekonomiska förutsättningarna för skogsbruket i norra Sverige har därför antagits att virket betalas vid industrin och att hela transportkostnaden från skogen till industrin belastar skogsägaren. För prissättning av virke i skötselalternativen har en aktuell prislista använts. Transportkostnaden är en schablon som erhållits från en större transportör i norra Sverige.

Transportavståndets inverkan på lönsamheten av skogsbruk i enskilda avdelningar och påverkan på skötsel har därefter analyserats. Av skötselåtgärder har särskild vikt lagts vid påverkan på, och effekter av, röjning.

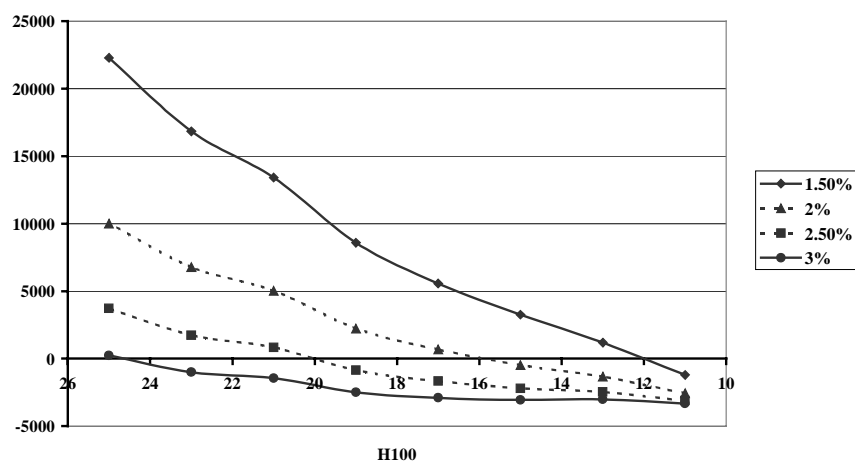
Beräkningar har för dessa ändamål utförts med Indelningspaketet. Beräkningssystemet och förutsättningar för beräkningarna redovisas under rubrik 2.2 i föreliggande rapport.

7.2. Resultat

7.2.1. Markvärde vid olika transportavstånd

Markvärdet för ett innehav beräknas i Indelningspaketet för den nya skog som skall etableras efter att de nu stående bestånden avvecklats. Valet av kalkylränta är i detta sammanhang av avgörande betydelse för storleken på det beräknade markvärdet. I Fig. 7.2.1-1 redovisas beräkningsresultatet av markvärden för SI-klasserna 11-25 med olika räntesatser. Transportavståndet är här 50 km.

Markvärde Nyskog



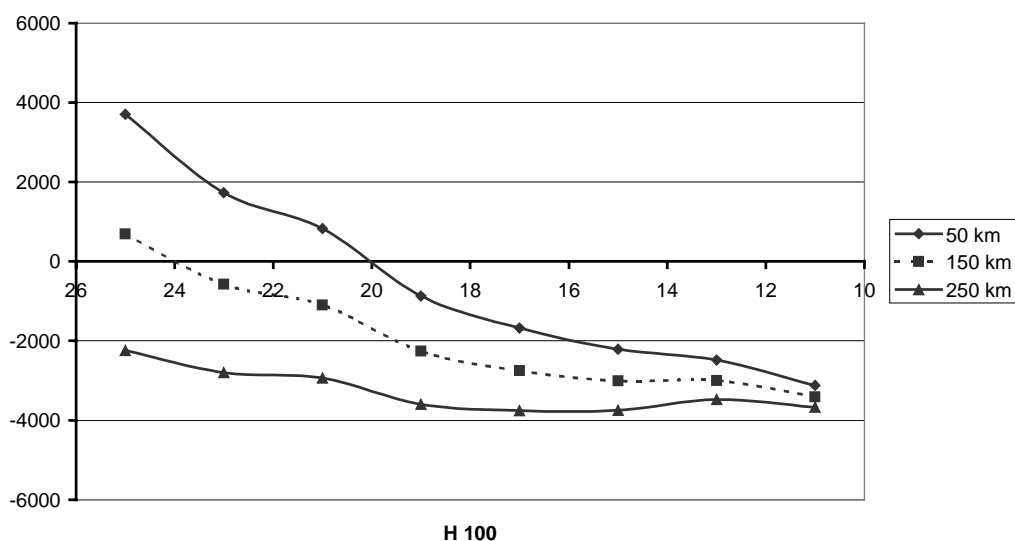
Figur 7.2.1-1. Markvärde (kr) per bonitetsklasser för några olika kalkylräntor. 50 km vidaretransportavstånd.

Markvärdet är högst på den mest produktiva marken. De något högre investeringar i beståndsanläggning och skogsvård som förutsatts på de bättre boniteterna förändrar inte detta förhållande. De långa omloppstider som tillämpas gör markvärdet känsligt för det förräntningskrav som ställs på investeringen. Vid förräntningskrav på 2,5-3 % är markvärdena negativa för den övervägande delen av bonitetsklasserna på innehavet. Även med en lägre kalkylränta blir markvärdena negativa för de lägre boniteterna.

Investeringar i beståndsanläggning och skogsvård utgör kostnaderna i markvärdesberäkningen – betalning för avverkat virke utgör intäkterna. Med de givna förutsättningarna minskar intäkterna då avståndet till virkesköpande industri ökar eftersom en transportkostnad per kubikmeter skall dras ifrån virkesvärdet. Om samma ambitioner i beståndsanläggning och skogsvård tillämpas på innehav olika långt från industri kommer således markvärdet sjunka ju större transportkostnad som ansätts.

I Figur 7.2.1-2 visas markvärden för samma innehav som i Fig. 7.2.1-1 men med varierande transportavstånd. (50, 150 och 250 km). Förräntningskravet är i detta fall 2,5 %. För det längsta transportavståndet blir markvärdet inte positivt för någon av bonitetsklasserna.

Markvärde ny skog



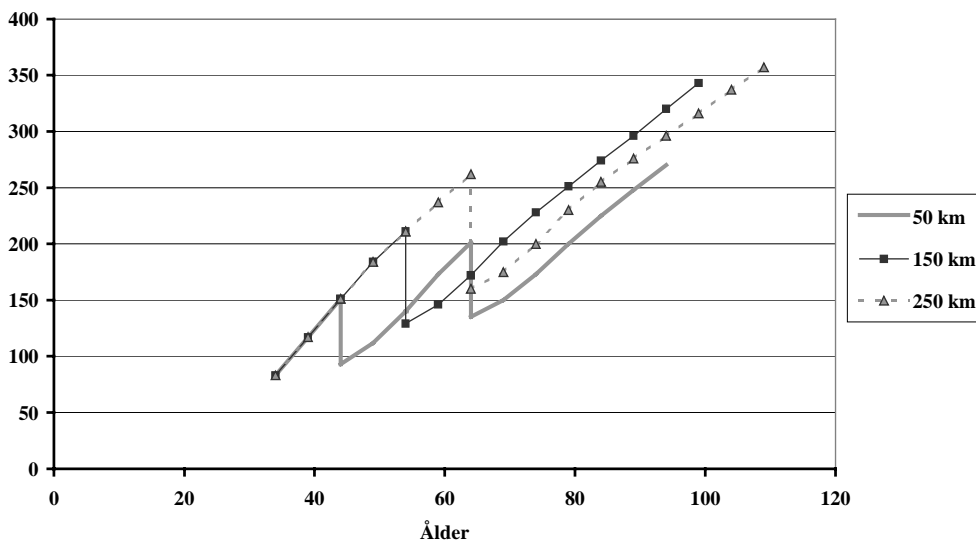
Figur 7.2.1-2. Markvärde (kr) per bonitetsklass vid 50, 150 och 250 km vidaretransportavstånd.

7.2.2. Transportavståndets påverkan på optimal skötsel

Under rubriken 7.2.1 visas skillnaden i markvärde av olika avstånd till industri i fallet där skogsbrukaren betalar för transportkostnaden. De mycket stora skillnader i de ekonomiska förutsättningarna som råder vid olika avstånd påverkar skogens optimala skötsel. Markvärdet beräknas för bonitetsklasser inom ett innehav. Skötseln av skogen görs dock i enskilda avdelningar och transportavståndet påverkan på optimal skötsel redovisas här genom exempel på avdelningsnivå. Med optimal skötsel menas här det skötselalternativ i Indelningspaketet som ger högsta nuvärde av framtida kostnader och intäkter tills avdelningen föryngningsavverkas.

Figur 7.2.2-1 illustrerar ett exempel på hur optimal skötsel förändras i en avdelning då avståndet från industri ökar. Generellt minskar intensiteten i skötseln, i detta exempel från 2 gallringar i alternativet 50 km till 1 gallring då avståndet är satt till 150 resp. 250 km. Gallringarna görs dessutom senare och uttagen är större då avståndet ökar. Med ökat avstånd ökar också den optimala omloppstiden.

Virkesförrådets utveckling. Avd 6898-1



Figur 7.2.2.-1. Virkesförrådets utveckling (m^3 sk/ha) i en avdelning givet 50, 150 resp. 250 km vidaretransportavstånd. Hacken i graferna markerar tidpunkt och storlek på gallringsuttag. Grafernas slut markerar föryngningsavverkningstidpunkt.

Den aktuella avdelningen var vid inventeringstillfället 34 år gammal och hade ett virkesförråd på 83 m^3 sk till huvuddelen bestående av tall. De valda skötselprogrammen och beräknat nuvärde vid inventeringstillfället redovisas i tabell 7.2.2-1. Minskningen av avdelningens nuvärde är påtaglig då transportavståndet ökar.

Tabell 7.2.2-1 Nuvärde och optimal skötsel i avdelning 6898-1 vid 50, 150 och 250 km vidaretransportavstånd

Transport- avstånd	Nuvärde	Gallring 1		Gallring 2		Förnygrings- avverkning	
		Ålder	Uttag	Ålder	Uttag	Ålder	Uttag
50 km	17300	44	58	64	63	99	292
150 km	12300	54	82			104	360
250 km	8000	64	102			114	369

Skötsel förändringarna varierar mellan olika avdelningar. Valda exempel illustrerar dock väl den generella påverkan som ett ökat vidaretransportavstånd har på avdelningsnivå. Dessa kan sammanfattas i följande punkter

- Nuvärdet sjunker
- Omloppstiden förlängs
- Skötselintensiteten minskar

För innehavet som helhet beräknas i Indelningspaketet en omloppstid för den framtida normalskogen, dvs. den skog som kommer i generationen efter den nu stående. För de olika transportavstånden har genomsnittlig omloppstid beräknats till 100 år för alternativet med 50 km transportavstånd och till 105 resp. 112 år för alternativen 150 och 250 km.

7.2.3. Effekter av röjning i enskilda avdelningar

I analysen av röjningens inverkan på ekonomi (nuvärde) och skötsel har 8 olika avdelningar som åldersmässigt varit aktuella för röjning studerats med avseende på förväntat nuvärde, optimalt skötselprogram och medelstammens utveckling. På samma sätt som ovan har effekterna av olika vidaretransportavstånd beräknats.

Materialet i beräkningarna har inte varit stort nog för att dra generella slutsatser om i vilken typ av avdelningar som röjning är lönsam – bara att det varierar mellan avdelningar och vid olika transportavstånd. I Tab. 7.2.3-1 redovisas förändring i de studerade avdelningarnas nuvärde om en röjning görs jämfört med om röjningsingrepp inte utförs dvs. nuvärdet av röjningen. I flertalet fall är röjning en lönsam åtgärd. Vid kort vidaretransportavstånd är röjningen generellt mer lönsam än då avdelningen ligger längre ifrån köpande industri

Tabell 7.2.3-1 Nuvärdet (kr) av att utföra röjning i ett antal studerade avdelningar.

Avdelning	Transportavstånd		
	50 km	150 km	250 km
	Kr		
6906-3	-1900	-2000	-2000
6484-0	1100	1100	1300
5270-0	-500	-500	-500
9314-0	0	300	800
6108-1	1500	1000	-700
4280-0	4600	4100	2600
6505-0	1000	1200	2200
9116-0	3000	3000	3000
Alla Avdelningar	8800	8200	6700

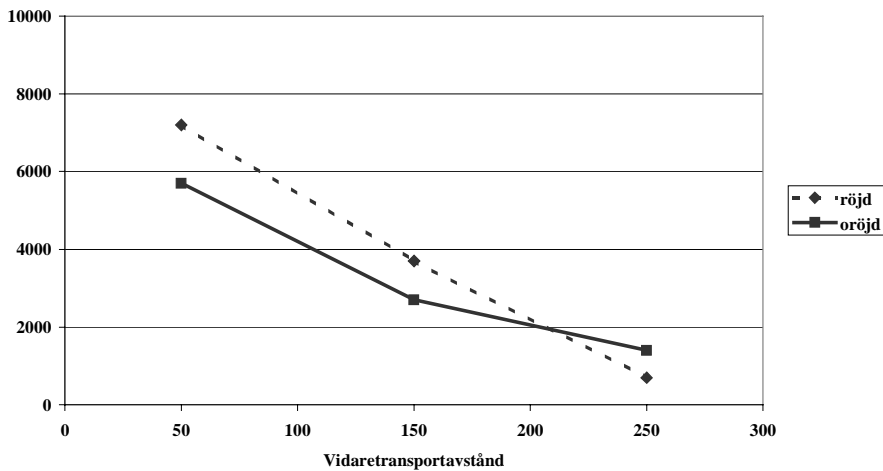
Mer detaljerade uppgifter om utförd röjning och effekter på framtida skötsel och skogstillstånd presenteras nedan för två avdelningar som givit delvis olika resultat.

7.2.3.1. Avdelning 6108-1

Avdelning 6108-1 SI = T19	Trädslagsandelar			Stamantal
	Tall	Gran	Lövträd	
Före röjning	100	0	0	3820
Efter röjning	100	0	0	2292

Röjningen ger i avdelning 6108-1 en positiv förändring av nuvärdet i alternativet 50 km vidaretransportavstånd (Fig. 7.2.3.1-1). Även vid avståndet 150 km är röjningens effekt positiv medan röjningen inte är lönsam om vidaretransportavståndet är 250 km.

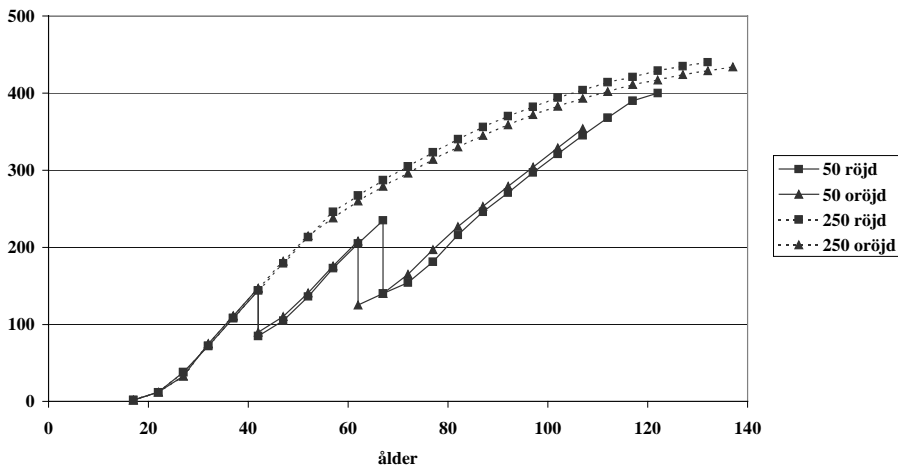
Nuvärde (kr/ha) avdelning 6108-1



Figur 7.2.3.1-1. Nuvärdet (kr/ha) i avdelning 6108-1 för röjda resp. oröjda skötselalternativ vid 50, 150, och 250 km vidaretransportavstånd.

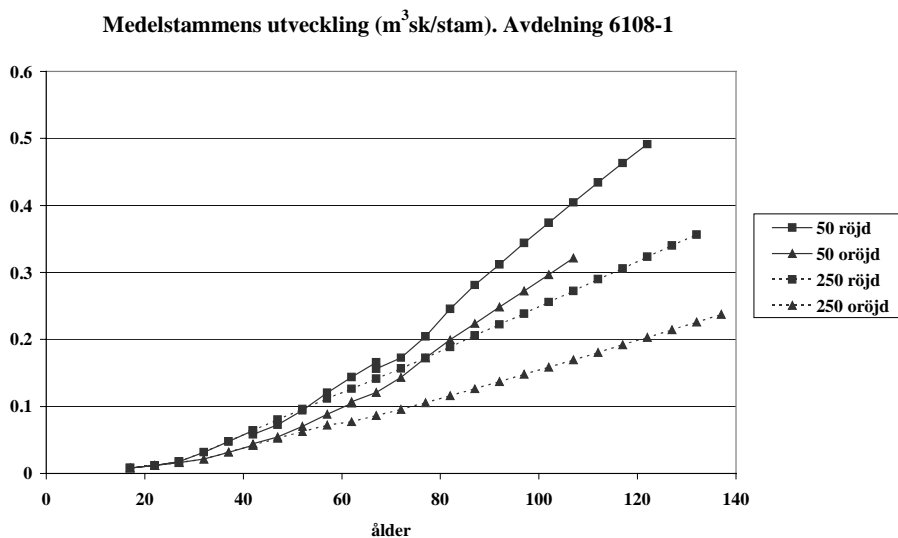
Avdelningen gallras två ggr vid vidaretransportavståndet 50 km oavsett om det är röjt eller inte. Vid 250 km vidaretransportavstånd föreslås ingen gallring fram till tidpunkt för förnygringsavverkning. Omloppstiden förlängs i detta exempel betydligt vid det längre transportavståndet.

Volymutveckling ($m^3 sk/ha$). Avdelning 6108-1



Figur 7.2.3.1-2. Utveckling av stående virkesförråd ($m^3 sk/ha$) i avdelning 6108-1 vid olika vidaretransportavstånd (50 resp. 250 km) samt röjda och oröjda alternativ. Hacken i graferna markerar gallringstillfälle och gallringsstyrka. Grafens slut markerar tidpunkt för förnygringsavverkning.

Medelstammens volym utvecklas betydligt snabbare i de röjda alternativen i början av omloppstiden. Upprepade gallringar i det oröjda 50 km alternativet gör att medelstammen med tiden blir grövre än i det röjda 250 km alternativet. Vare sig det röjda eller det oröjda 250 km alternativet gallras under omloppstiden. Mot slutet av omloppstiden är medelstammen drygt 0,1 m³sk/stam grövre i det röjda alternativet.



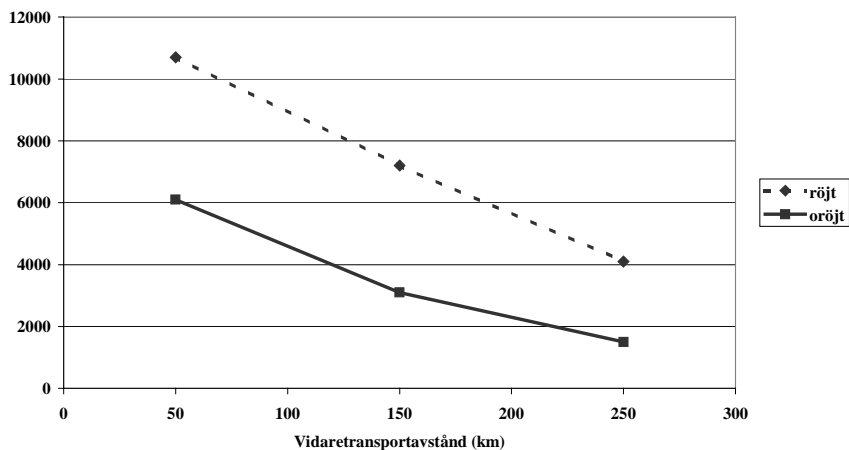
Figur 7.2.3.1-3 Utveckling av medelstammens volym (m³sk/stam) i avdelning 6108-1 vid olika vidaretransportavstånd (50 resp. 250 km) samt röjda och oröjda alternativ.

7.2.3.2. Avdelning 4280-0

Avdelning 4280-0	Trädslagsandelar			Stamantal
	Tall	Gran	Lövträd	
SI = T21				
Före röjning	53	36	10	5372
Efter röjning	70	29	1	2080

I denna avdelning ger röjning ett positivt tillskott till nuvärdet vid alla undersökta vidaretransportavstånd. Effekten är något större vid kortare avstånd.

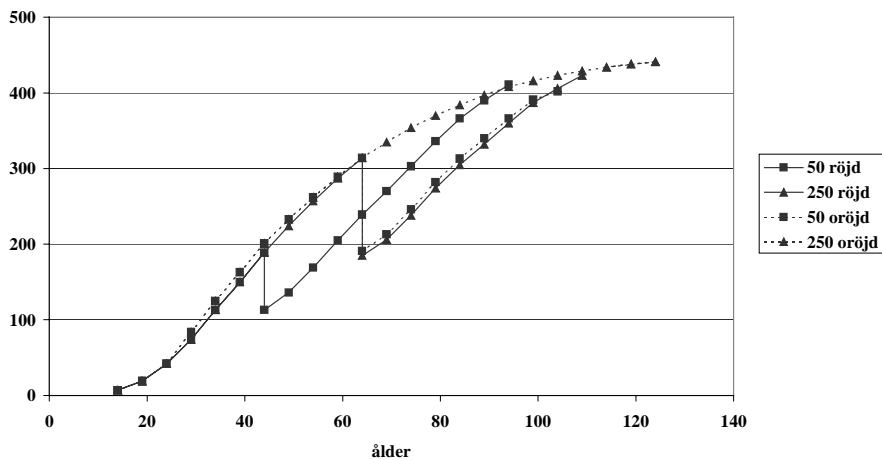
Nuvärde (kr/ha). Avdelning 4280-0



Figur 7.2.3.2-1. Nuvärdet (kr/ha) i avdelning 4280-0 för röjda resp. oröjda skötselalternativ vid 50, 150, och 250 km vidaretransportavstånd.

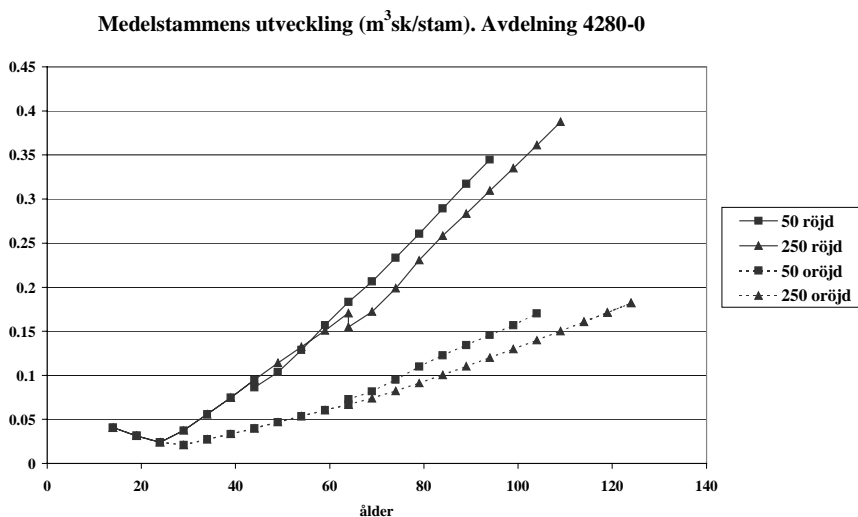
Denna avdelning gallras en gång i alla alternativ utom det oröjda 250 km alternativet. De röjda och oröjda alternativen vid 50 km vidaretransportavstånd skiljer sig genom att gallringen senareläggs i det oröjda alternativet vilket också ger en senarelagd tidpunkt för förnygringsavverkning. Det oröjda 250 km alternativet gallras inte och omloppstiden blir längre än i det röjda alternativet. Även i denna avdelning innebär alltså utebliven röjning och längre vidaretransportavstånd att omloppstiderna ökar.

Volymutveckling (m^3sk/ha). Avdelning 4280-0



Figur 7.2.3.2-2 Utveckling av stående virkesförråd (m^3sk/ha) i avdelning 4280-0 vid olika vidaretransportavstånd (50 resp. 250 km) samt röjda och oröjda alternativ. Hacken i graferna markerar gallringstillfälle och gallringsstyrka. Grafens slut markerar tidpunkt för förnygringsavverkning.

Skillnaden i medelstammens utveckling mellan de röjda och oröjda alternativen är i simuleringarna av denna avdelning mycket stora. Den gallring som görs i det oröjda 50 km alternativet ger en viss effekt jämfört med det oröjda 250 km alternativet men skillnaderna gentemot de röjda alternativen är ändå betydande då avdelningen närmar sig förnygringsavverkning



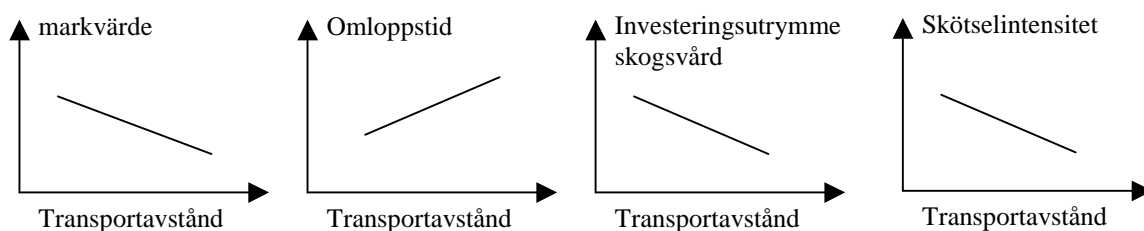
Figur 7.2.3.2-3 Utveckling av medelstammens volym (m³sk/stam) i avdelning 4280-0 vid olika vidaretransportavstånd (50 resp. 250 km) samt röjda och öröjda alternativ.

7.3. Resultatanalyser och diskussion

7.3.1.1. Transportavståndets påverkan på nuvärde och optimal skötsel

Beräkningarna i indelningspaketet är exempel för avdelningar inom ett innehav i norra Sverige. Genom att ”flytta” innehavet i förhållande till virkesköpande industri simuleras förhållanden som grovt kan betraktas som norrlands kust- respektive inland. Den skillnad som beräkningarna visar är större än den idag faktiska eftersom hela transportkostnaden från avlägg i skogen till industri i detta fall belastar skogsbrukaren. I studerade aktuella prislister görs transportavdrag som är mindre än de bedömda faktiska transportkostnaderna.

Den minskade nettointäkten som blir resultatet av högre transportkostnader ju längre från kusten (industrin) skogen växer påverkar i stor utsträckning hur skogen kan förnygras och skötas. Några generella samband som framkommer i beräkningarna illustreras i Fig. 7.3-1.



Figur 7.3-1 Några principiella samband mellan transportavstånd och optimal skogsskötsel

Ett negativt markvärde för den nya skogen innebär att förnygrings- och skogsvårdskostnaderna har varit för stora i förhållande till intäkterna från avverkning med det givna förräntningskravet. I fallet med transportavståndet 250 km är markvärdet i huvudalternativet negativt även i de högre bonitetsklasserna. I beräkningarna har en ”normal” förnygringsambition antagits. Denna bygger på vad som kan betraktas som god skogsskötsel och som kan förväntas resultera i att skogsvårdslagen krav på återväxter tillgodoses. Med givet förräntningskrav är denna nivå således inte en lönsam investering vilket kan ställa samhällets mål såsom uttrycks i skogsvårdslagen i konflikt med markägarens intressen. Lösningen är sänkt förräntningskrav eller lägre krav på återväxterna.

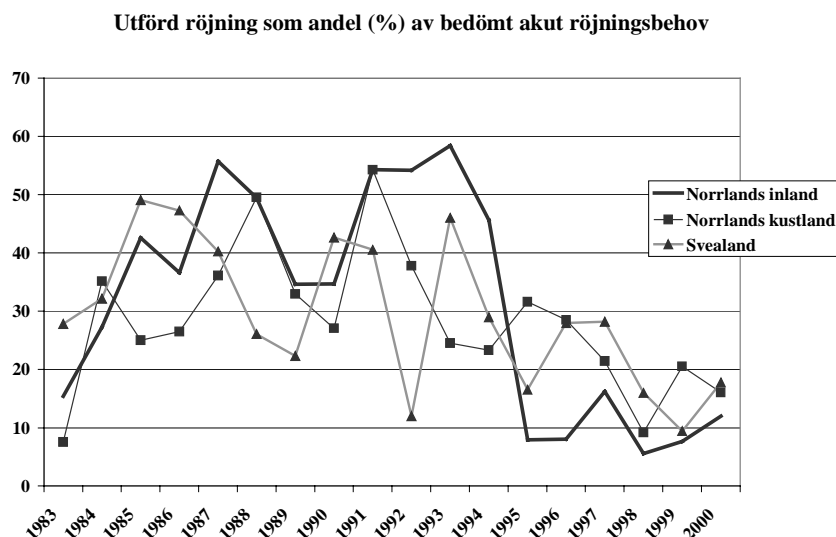
Ofullkomligheter i beräkningsmodellen och specificeringen av förutsättningarna gör att de absoluta värden som beräknats och presenteras måste tolkas med försiktighet. Samband och resultatens nivåer bedöms ändå vara rimliga.

7.3.1.2. Røjning

Røjningens positiva effekt på diameterutvecklingen är väl belagd (Andersson 1976, Thernström 1982, Fryk 1984, Pettersson 1992) och är tydlig i de simuleringar som gjorts i denna studie. Røjning kan också minska risken för skador senare under omloppstiden (Persson 1972) och ger möjlighet att välja "rätt" stammar av det trädslag som önskas. I den røjda skogen blir dessutom avgången mindre.

Funktionssambanden som simuleras i indelningspaketet är här relativt starka enbart vad gäller dimensionsutveckling. Skattningen av minskad avgångs- och skaderisk samt värdet av att "rätt" stammar gynnas i en røjning är mer osäker. Det bedöms här att dessa positiva effekter underskattas i beräkningarna och att lönsamheten i røjning följaktligen också underskattas något.

Svårigheter att "räkna hem" investeringar i beståndsanläggning och skogsvård är sannolikt ett skäl till att investeringsviljan tycks sjunka, inte minst i norra Sverige. En jämförelse mellan utförd røjning som andel av bedömt akut røjningsbehov enligt riksskogstaxeringen i olika landsdelar visar en nedgång i røjningsaktiviteten under 1990-talet i hela landet men tydligast i norrlands inland. Mot bakgrund av beräkningarnas resultat förefaller detta logiskt. Observera att årliga värden från RT är belagda med stora medelfel vilket förklarar kurvornas "taggighet".



Figur 7.3.1.2-1. Utförd røjning som andel (%) av bedömt røjningsbehov enligt riksskogstaxeringen (1983-2000).

8. Referenser

- Ahlner, S. 1948. Utbredningstyper hos nordiska barrträdslavar. *Acta Phytogeogr. Suec.* 22.
- Aldentun, Y. 1997. Vegetationsregioner i Sverige - en historisk betraktelse. SkogForsk Redogörelse nr. 6.
- Allen, T. F. H., Hoekstra T. W. 1992. *Toward a unified ecology.* Columbia University Press, New York.
- Almqvist-Jacobsson, H. 1994. Interaction of the Holocene climate, water balance, vegetation, fire and the cultural land-use in Swedish Borderland. LUNDQUA Thesis 30, Lund university.
- Andersson, S.-O. 1976. Diameter- och höjdtillväxt efter röjning i unga tallbestånd. Skogshögskolan, Institutionen för skogsförnyring, Stockholm. 89 pp.
- Angelstam, P. 1997. Landscape analysis as a tool for the scientific management of biodiversity. *Ecological Bulletins* 46:140-170.
- Angelstam, P. 1998a. Maintaining and restoring biodiversity by developing natural disturbance regimes in European boreal forest. *Journal of Vegetation Science* 9:593-602.
- Angelstam, P. 1998b. Towards a logic for assessing biodiversity in boreal forest. In: P. Bachmann, M. Köhl and R. Päivinen (eds.). *Assessment of Biodiversity for Improved Forest Planning.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands. sid. 301-313.
- Angelstam, P. 1999a. Reference areas as a tool for sustaining forest biodiversity in managed landscapes. *Naturschutz report* 16: 96-121. Landesanstalt für Umweltschutz, Thuringia, Germany.
- Angelstam, P. 1999b. Att mäta den biologiska mångfalden i praktiken. *Skog och forskning* 1999(2):11-17
- Angelstam, P. 1999c. Att mäta skogens biologiska mångfald i praktiken. Sid. 25-39 i M. Karlsson (red.), *Edbergseminariet 1999.* Edbergstiftelsen förlag, Karlstad.
- Angelstam, P. 2001a. Skogens biologiska mångfald i Sverige – en resa i tid och rum. SUS. Skogsstyrelsen.
- Angelstam, P. 2001b. Large mammals, man and the landscape - can trophic interactions be managed? *Wildlife Society Conference, Gödöllő, Hungary.*
- Angelstam, P. 2001c. Thresholds and time machines. *Taiga News* 36:9.
- Angelstam, P. Breuss, M., Gossow, H. 2000a. Visions and Tools for Biodiversity Restoration in Coniferous Forest. H. Hasenauer (ed.). *Proceedings of the International conference on forest ecosystem restoration, Wien.* sid. 19-28.
- Angelstam, P. Under tryckning. Reconciling land management with natural disturbance regimes for the maintenance of forest biodiversity in Europe. I: Bissonette, J., Storch, I. *Landscape Ecology and Resource Management: Making the Match.* Island Press.
- Angelstam, P., Andersson, L. 1997. I vilken omfattning behöver arealen skyddad skog i Sverige utökas för att biologisk mångfald skall bevaras? *SOU* 1997:98, Bilaga 4.
- Angelstam, P., Andersson, L. 2001. Estimates of the needs for nature reserves in Sweden. *Scandinavian Journal of Forestry, Supplement* 3:38-51.
- Angelstam, P., Breuss, M., Mikusinski, G. Under tryckning. Toward the assessment of forest biodiversity at the scale of forest management units – a European landscape perspective. *Proceedings of the IUFRO/FAO/CIFOR/CATIE/EFI conference “Criteria and indicators for sustainable forest management at the forest management unit level”, Nancy, March 2000.*

- Angelstam, P., G. Mikusinski. 1999. Strategier för skydd av skog i Värmland - en pilotstudie baserad på nyckelbiotopsinventeringen. Länsstyrelsen i Värmlands län. Rapport 1999:16.
- Angelstam, P., Lazdinis, M. 2000. Sustainable forestry. Balancing forest production and biodiversity maintenance in the Baltic drainage basin. *Baltic Bulletin* 1/2000: 5-9.
- Angelstam, P., Mikusinski, G. 2001. Hur mycket skog kräver mångfalden? En svensk bristanalys. WWF, Solna.
- Angelstam, P., Mikusinski, G., Sporrang, U. 2000b. Miljön i Örebro län. Länsstyrelsen rapport 2000:20.
- Angelstam, P., Wikberg, P.E, Danilov, P., Faber, W.E., Nygrén, K. 2000c. Effects of moose density on timber quality and biodiversity restoration in Sweden, Finland and Russian Karelia. *Alces* 36:133-145.
- Anon. 1965. The plant cover of Sweden. *Acta Phytogeographica Suecica* 50.
- Anon. 2000. Skogsencyklopedin. Sveriges Skogsvårdsförbund Servica AB, Stockholm. S 299-300. ISBN 91-7646-041-X
- Anon. 2001. Instruktion för fältarbetet vid Riksskogstaxeringen 2001. SLU, institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, Umeå.
- Arup, U. & Hultengren, S. 2000. *Landskapskatalog för lavar i södra och mellersta Sverige*. Manus.
- Arvidsson H. 2001. Wood ash application in spruce stands. Effects on ground vegetation, tree nutrient status and soil chemistry. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 221. SLU, Uppsala. ISSN 1401-6230.
- Arvidsson, L. & Thor, G. (red) 1999: *Rödlistade lavar i Sverige 1999*. ArtDatabanken, Uppsala.
- Axelsson, A.-L. 2001. Forest landscape change in boreal Sweden 1850-2000 – a multi-scale approach. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 183.
- Barkman, J. J. 1958. *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Assen. Van Gorcum.
- 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.
- Bergedorff, C., Emanuelsson, U. 1996. History and traces of coppicing and pollarding in Scania, south Sweden. I: Slotte, H., Göransson, H. Lövtäkt och stubbskottsbruk. Kungliga Skogs och Lantbruksakademien, Stockholm. sid. 235-304.
- Bergh, J. & Linder, S. 1999. Effects of soil warming during spring on photosynthetic recovery in boreal Norway spruce stands. *Global Change Biology* 5: 245-253.
- Bergh, J., Linder, S., Lundmark, T. & Elfving, B. 1999. The effect of water and nutrient availability on the on the productivity of Norway spruce in northern and southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 119: 51-62.
- Berglund, B. 1991. The cultural landscape during 6000 years in southern Sweden - the Ystad project. *Ecological Bulletins* 41.
- Björse, G., Bradshaw, R. 1998. 2000 years of forest dynamics in southern Sweden: suggestions for forest management. *Forest Ecology and Management* 104:15-26.
- Bladh, G. 1995. Finnskogens landskap och människor under fyra sekler. En studie av samhälle och natur i förändring. Forskningsrapport 95:11. Samhällsvetenskap. Gruppen för regionalekonomisk forskning. Högskolan i Karlstad.
- Bunte, R., Gaunitz, S., Borgegård, L.-E. 1982. Vindelns - en norrländsk kommuns ekonomiska utveckling 1800-1980. Lund.
- Campbell, Å. 1948. Från vildmark till bygd. Två Förläggare Bokförlag, Umeå.

- Carbonnier, C. 1979. Att sköta bok – beståndsvård. Sverige skogsvårdsförbunds tidskrift – Specialnummer. Häfte 3:38-57.
- Cederberg, B. Skogsbrukets effekter på rödlistade arter. *ArtDatabanken rapporterar 4*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Cederberg, B., Löfroth, M. (red.). 2000. Svenska djur och växter i det europeiska nätverket Natura 2000. Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- Degelius, G. 1935. Das ozeanische Element der Strauch- und Laubflechtenflora von Skandinavien. *Acta Phytogeogr. Suec.* 7.
- Dettki, H. & Esseen, P.-A. 1998. Epiphytic macrolichens in managed and natural forest landscapes. A comparison at two spatial scales. *Ecography* 21: 613–624.
- Dettki, H. 2000. *Predicting long-term effects of forest management on epiphytic lichens*. Doctor thesis: Epiphytic lichens in boreal landscapes. Influence of forestry and spatial structure. Umeå.
- Dettki, H., Klintberg, P. & Esseen, P.-A. 2000. Are epiphytic lichens in young forests limited by local dispersal? *Ecoscience* 7(3): 317–325.
- Egnell G., Nohrstedt H.-Ö., Weslien J., Westling O., Örländer G. 1998. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. Skogsstyrelsen, Rapport 1. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping. ISSN 1100-0295.
- Ek, I. 1995. Skinnskattebergs revir – en historik. Hultebo Tryckeri AB, Skinnskatteberg.
- Elfving, B. 1982. Hugin's ungsskogstaxering 1976-1979. SLU, Umeå. Rapporter/ projekt Hugin 27.
- Engelmark, O. 1999. Boreal forest disturbances. I: Walker, L.R. (red.) *Ecosystems of disturbed ground*. *Ecosystems of the world* 16. Elsevier.
- Engelmark, O., Hytteborn, H. 1999. Coniferous forests. *Acta Phytogeographica Suecica* 84:55-74.
- Esseen, P.-A., Renhorn, K.-E. & Pettersson, R. 1996. Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: effect of branch quality. *Ecol. Appl.* 6: 228–238.
- Fahrig, L. 2001. How much is enough? *Biological Conservation* 100:65-74.
- Forseth, B. 2000. Samelandets historia. Ekelunds Förlag AB, Solna.
- Fryk, J. 1984. Tillstånd och produktion i röjda ungskogar med låga stamantal. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsproduktion, Garpenberg. Rapporter nr 13, 413 pp.
- Gauslaa, Y. 1995. The Lobarion, an epiphytic community of ancient forests threatened by acid rain. *Lichenologist* 27: 59–76.
- Gilbert, O. 2000. *Lichens*. Sid. 81-83. HarperCollins.
- Granström, A. 1993. Spatial and temporal variation in lightning ignitions in Sweden. *Journal of Vegetation Science* 4:737-744.
- Gärdenfors, U. (red) 2000. *Rödlistade arter i Sverige 2000*. ArtDatabanken, Uppsala.
- Hallingbäck, T. & Weibull, H. 1996. En värdepyramid av mossor för naturvårdsbedömning av ädellövskog. *Svensk Bot. Tidskr.* 90: 129–140.
- Hallingbäck, T. (red.) 1998. *Rödlistade mossor i Sverige*. ArtDatabanken, SLU.
- Hanski, I. 2000. Extinction debt and species credit in boreal forests: modelling the consequences of different approaches to biodiversity conservation. *Annales Zoologici Fennici* 37:271-280.
- Hasselrot, T. –H. 1953. Nordliga lavar i Syd- och Mellansverige. *Acta Phytogeogr. Suec.* 33.
- Heckscher, E.F. 1935. Sveriges ekonomiska historia från Gustav Vasa. Albert Bonniers Förlag, Stockholm.

- Holm & Lundström 2000. Åtgärdsprioriteter. SLU, Umeå. Arbetsrapport 73 2000. 17 s. ISRN SLU-SRG-AR-73—SE.
- Hultengren, S. & Nordén, B. 1996. Blylav *Degelia plumbea* – ekologi och aktuell utbredning. *Svensk Bot. Tidskr.* 90: 1–9.
- Hultengren, S. 2001. *Lavar och mollusker i Stockholm – inventering och återbesök av tranplanterad lunglav*. Miljökontoret i Stockholm. Rapport.
- Hultengren, S., Kannesten, C. & Svensson, S. 1993. Om några oceaniska lavar i Sydvästsverige. *Graphis Scripta* 5: 24–38.
- Hultgren, B. 2001. Kontrollinventering av nyckelbiotoper år 2000. Skogsstyrelsen Meddelande 3.
- 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.
- IPCC 2001. IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). J. T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden och D. Xiaosu (Ed.) Cambridge University Press, Cambridge, ENGLAND. 944 s.
- Jansson, G., Angelstam, P. 1999. Thresholds of landscape composition for the presence of the long-tailed it in a boreal landscape. *Landscape Ecology* 14:283-290.
- Jokipii, M. 1987. The historical mapping of the Nordic countries. I: Varjo, U. and Tietze, W. (eds.), *Norden - man and environment*. Gebrüder Borntraeger, Berlin, sid. 3-19
- Jonsson B., Jacobsson J. & Kallur H. 1993. The Forest Management Planning Package. Theory and application. *Studia For. Suec.* 189. 56 s.
- Kuoki, J., Väänenen, A. 2000. Impoverishment of resident old-growth forest bird assemblages along and isolation gradient of protected areas in eastern Finland. *Ornis Fennica* 77:145-154.
- Kuuluvainen, T. 1994. Gap disturbance, ground microtopography, and the regeneration dynamics of boreal coniferous forests in Finland: a review. *Annales Zoologici Fennici* 31:35-51.
- Larsson, T.-B., Angelstam, P., Balent, G., Barbati, A., Bijlsma, R.-J., Boncina, A., Bradshaw, R., Bücking, W., Ciancio, O., Corona, P., Diaci, J., Dias, S., Ellenberg, H., Manuel Fernandes, F., Fernandez-Gonzalez, F., Ferris, R., Frank, G., Friis Møller, P., Giller, P.S., Gustafsson, L., Halbritter, K., Hall, S., Hansson, L., Innes, J., Jactel, H., Keannel Dobbertin, M., Klein, M., Marchetti, M., Mohren, F., Niemelä, P., O'Halloran, J., Rametsteiner, E., Rego, F., Scheidegger, C., Scotti, R., Sjöberg, K., Spanos, I., Spanos, K., Standovar, T., Svensson, L., Tømmerås, B.Å., Trakolis, D., Uuttera, J., VanDenMeerschaut, D., Vanderkerkhove, K., Walsh, P.M., Watt, A.D. 2001. Biodiversity evaluation tools for European forests. *Ecological Bulletin* 50.
- Lassila, M. 1972. Vägarna inom Västerbottens län. Kommunikationernas utveckling mot bakgrund av befolkning och näringsliv. Centraltryckeriet, Umeå.
- Linder, P., Östlund, H. 1992. Förändringar i norra Sverige skogar 1870-1991. *Svensk botanisk tidskrift* 86(3):199-217.
- McCune, B. 1993. Gradients in epiphytic biomass in three *Pseudotsuga-Tsuga* forests of different ages in western Oregon and Washington. *Bryologist* 96: 405–411.
- Moberg, R., Thor, G. & Hermansson, J. 1995. Lavar med svenska namn – andra upplagan. *Svensk Bot. Tidskr.* 89: 129–149.
- Mykrä, S., Kurki, S., Nikula, A. 2000. The spacing of mature forest habitat in relation to species-specific scales in managed boreal forest in NE Finland. *Annales Zoologici Fennici* 37:79-91.
- Naturvårdsverket 2000. Naturens återhämtning från försurning – aktuell kunskap och framtids-scenarier. Rapport 5028. Naturvårdsverket, Stockholm. ISBN 91-620-5028-1.

- Naturvårdsverket. 1993. Markanvändningen och miljön. Rapport 4137.
- Naturvårdsverket. 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Skogslandskapet. Rapport 4917.
- Nelson, H. 1913. En Bergslagsbygd. *Ymer* 1913(3):278-352.
- Niklasson, M., Granström, A. 2000. Numbers and sizes of fires: long-term spatially explicit fire history in a Swedish boreal landscape. *Ecology* 81(6):1484-1499.
- Nilsson, C., Götmark, F. 1992. Protected areas in Sweden: is natural variety adequately represented? *Conservation Biology* 6:232-242.
- Nilsson, S., Niklasson, M., Hedin, J., Aronsson, G., Gutowski, J.M., Linder, P., Ljungberg, H., Mikusinski, G., Ranius, T. 2001. Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management* 5544:1-16.
- Nitare, J. 2000. *Signalarter – Mossor, lavar och svampar*. Skogsstyrelsen.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4:355-364.
- Oliver, C.D., Larsen, B.C. 1996. *Forest stand dynamics*. McGraw-Hill, New York.
- Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen - inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Stockholm. Rapporter och Uppsatser nr 23, 205 pp.
- Pettersson, N. 1992. The effect on stand development of different spacing after planting and precommercial thinning in Norway spruce (*Picea abies* (L.) karst.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Garpenberg. Rapporter nr 34, 17 pp. ISSN 0348-7636.
- Samuelsson, J., Ingelög, T. 1996. Den levande döda veden. Artdatabanken, Uppsala.
- Santesson, R. 1993. *The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway*. SBT-förlaget. Lund
- Selander, S. 1957. Det levande landskapet i Sverige. Bokskogen, Göteborg.
- Sillett, S. C., McCune, B., Peck, J. E., Rambo, T. R. & Ruchty, A. 2000. Dispersal limitations of epiphytic lichens result in species dependent on old-growth forests. *Ecological Applications* 10: 789-799.
- Sjöbeck, M. 1973. Det sydsvenska landskapets historia och vård. AB Landstryck, Landskrona.
- Skogsstyrelsen 1998. Röjningsundersökningen 1997 –Produktion- Miljö. Skogsstyrelsen, Jönköping. Meddelande 4, 18 s. ISSN 1100-0295.
- Skogsstyrelsen 2000. Skogliga konsekvensanalyser 1999 –Skogens möjligheter på 2000-talet. Skogsstyrelsen, Jönköping, rapport 2 2000. 331 s. ISSN 1100-0295.
- Skogsstyrelsen 2001. Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödning. Meddelande 2-2001. Skogsstyrelsen, Jönköping. ISSN 1100-0295.
- Skogsstyrelsen 2002. Skog som sparats för naturvårdsändamål –Uppföljning av frivilliga avsättningar, områdesskydd samt miljöhänsyn vid föryngringsavverkning. Manus
- Smith, A. J. E. 1982. *Bryophyte ecology*. London: Chapman & Hall.
- Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J., Ashton, P.M.S. 1997. *The practise of silviculture: applied forest ecology*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- SOU 1997:97. Skydd av skogsmark. Behov och kostnader. Miljövårdsberedningen.
- SOU 2000:52. Framtidens miljö – allas vårt ansvar. Miljödepartementet.
- Söderström, L. & Hedenäs, L. 1998. Checklista över Sveriges mossor - 1998. *Myrinia* 8: 58-90.

- Thernström, P.-O. 1982. Några resultat från sex röjningsförsök med röjning i tallungskog vid olika beståndsålder. Sveriges Lantbruksuniversitete, Institutionen för skogsproduktion, Garpenberg. Examensarbete i ämnet skogsskötsel: 1982-3, 78 pp.
- Thomas, J.W. 1979. Wildlife habitats in managed forests: the Blue Mountains of Oregon and Washington. USDA Agr. Hdbk 553.
- Thuresson 1999. Scenarier och Analyser i SKA 99 –Förutsättningar. Skogsstyrelsen, Jönköping. Rapport 4 1999. 37 s. ISSN 1100-0295.
- Tibell, L. B. 1994: Distribution patterns and dispersal strategies of *Caliciales*. *Bot. Journal of the Linnean Soc.* 116: 159–202.
- Uliczka, H., Angelstam, P. 1999. Occurrence of epiphytic lichens in relation to tree species and age in managed boreal forest. *Ecography* 22:396-405.
- Welinder, S., Pedersen, E.A., Widgren, M. 1998. Det svenska jordbrukets historia. Jordbrukets första 5000 år. Natur och Kultur/LTs förlag, Borås.
- Westling O., Löfgren S. & Akselsson C. 2001. Arealförluster från skogliga avrinningsområden i Västra Götaland. Rapport 2-2001. Skogsstyrelsen, Jönköping. ISSN 1100-0295.
- Wieslander, G. 1936. The shortage of forest in Sweden during the 17th and 18th centuries. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 34:593-633.
- Wiklund, K. 1998. *Population ecology of bryophytes with focus on the epixylic moss species *Buxbaumia viridis*, including a review of metapopulation dynamics in plant populations.* Introduktionsuppsats.
- Wilson, E.O. 1988. Biodiversity. National Academy Press. Washington, D.C.
- Vinterbäck J., Parikka M., Hektor B. & Eriksson H. 1998. Kväveavlastning genom uttag av trädbränslen, en kvantitativ analys. Vattenfall Rapport 1998/2. ISSN 1100-5130.

Av Skogsstyrelsen publicerade Rapporter:

- 1985 Utvärdering av ÖSI-effekter mm
1985:1 Samordnad publicering vid skogsstyrelsen
1985:2 Beskrivning i tallfröplantager
1986:1 Bilvägslagrat virke 1984
1987:1 Skogs- och naturvårdsservice inom skogsvårdsorganisationen
1988:1 Mallar för ståndortsbonitering; Lathund för 18 län i södra Sverige
1988:2 Grusanalys i fält
1988:3 Björken i blickpunkten
1989:1 Dokumentation – Storkonferensen 1989
1989:2 Bok, ek och ask inom svenskt skogsbruk och skogsindustri
1990:1 Teknik vid skogsmarkskalkning
1991:1 Tätortsnära skogsbruk
1991:2 ÖSI; utvärdering av effekter mm
1991:3 Utboträffar; utvärdering
1991:4 Skogsskador i Sverige 1990
1991:5 Contortarapporten
1991:6 Participation in design of a system to assess Environmental Consideration in forestry a Case study of the greenery project
1992:1 Allmän Skogs- och Miljöinventering, ÖSI och NISP
1992:2 Skogsskador i Sverige 1991
1992:3 Aktiva Natur- och Kulturvårdande åtgärder i skogsbruket
1992:4 Utvärdering av studiekampanjen Rikare Skog
1993:1 Skoglig geologi
1993:2 Organisationens Dolda Resurs
1993:3 Skogsskador i Sverige 1992
1993:4 Av böcker om skog får man aldrig nog, eller?
1993:5 Nyckelbiotoper i skogarna vid våra sydligaste fjäll
1993:6 Skogsmarkskalkning – *Resultat från en fyraårig försöksperiod samt förslag till åtgärdsprogram*
1993:7 Betespräglad äldre bondeskog – *från naturvårdssynpunkt*
1993:8 Seminarier om Naturhänsyn i gallring i januari 1993
1993:9 Förbättrad sysselsättningsstatistik i skogsbruket – *arbetsgruppens slutrapport*
1994:1 EG/EU och EES-avtalet ur skoglig synvinkel
1994:2 Hur upplever "grönt utbildade kvinnor" sin arbetssituation inom skogsvårdsorganisationen?
1994:3 Renewable Forests - Myth or Reality?
1994:4 Bjursåsprojektet - *underlag för landskapsekologisk planering i samband med skogsinventering*
1994:5 Historiska kartor - *underlag för natur- och kulturmiljövård i skogen*
1994:6 Skogsskador i Sverige 1993
1994:7 Skogsskador i Sverige – *nuläge och förslag till åtgärder*
1994:8 Häckfågelinventering i en åkerholme åren 1989-1993
1995:1 Planering av skogsbrukets hänsyn till vatten i ett avrinningsområde i Gävleborg
1995:2 SUMPSKOG – ekologi och skötsel
1995:3 Skogsbruk vid vatten
1995:4 Skogsskador i Sverige 1994
1995:5 Långsam alkalisering av skogsmark
1995:6 Vad kan vi lära av KMV-kampanjen?
1995:7 GROT-uttaget. Pilotundersökning angående uttaget av trädrester på skogsmark
1995:8 The Capercaillie and Forestry. Reports No. 1-2 from the Swedish Field Study 1982-1988
1996:1 Women in Forestry – What is their situation?
1996:2 Skogens kvinnor – Hur är läget?
1996:3 Landmollusker i jämtländska nyckelbiotoper
1996:4 Förslag till metod för bestämning av prestationstal m.m. vid själverksamhet i småskaligt skogsbruk.
1996:5 Skogsvårdsorganisationens framtidsscenarioer
1997:1 Sjövatten som indikator på markförsurning
1997:2 Naturvårdsutbildning (20 poäng) Hur gick det?
1997:3 IR-95 – Flygbildsbaserad inventering av skogsskador i sydvästra Sverige 1995
1997:4 Den skogliga genbanken (Del 1 och Del 2)
1997:5 Miljeu96 Rådgivning. Rapport från utvärdering av miljeurådgivningen
1997:6 Effekter av skogsbränsleuttag och askåterföring – *en litteraturstudie*
1997:7 Målgruppsanalys
1997:8 Effekter av tungmetallnedfall på skogslevande landsnäckor (*with English Summary: The impact on forest land snails by atmospheric deposition of heavy metals*)
1997:9 GIS-metodik för kartläggning av markförsurning – *En pilotstudie i Jönköpings län*

- 1998:1 Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation
- 1998:2 Studier över skogsbruksåtgärdernas inverkan på snäckfaunans diversitet (*with English summary: Studies on the impact by forestry on the mollusc fauna in commercially used forests in Central Sweden*)
- 1998:3 Dalaskog - Pilotprojekt i landskapsanalys
- 1998:4 Användning av satellitdata – hitta avverkad skog och uppskatta lövröjningsbehov
- 1998:5 Baskatjoner och aciditet i svensk skogsmark - tillstånd och förändringar
- 1998:6 Övervakning av biologisk mångfald i det brukade skogslandskapet. *With a summary in English: Monitoring of biodiversity in managed forests.*
- 1998:7 Marksvampar i kalkbarrskogar och skogsbeten i Gotländska nyckelbiotoper
- 1998:8 Omgivande skog och skogsbrukets betydelse för fiskfaunan i små skogsbäckar
- 1999:1 Miljökonsekvensbeskrivning av Skogsstyrelsens förslag till åtgärdsprogram för kalkning och vitalisering
- 1999:2 Internationella konventioner och andra instrument som behandlar internationella skogsfrågor
- 1999:3 Målklassificering i "Gröna skogsbruksplaner" - betydelsen för produktion och ekonomi
- 1999:4 Scenarier och Analyser i SKA 99 - Förutsättningar
- 2000:1 Samordnade åtgärder mot försurning av mark och vatten - Underlagsdokument till Nationell plan för kalkning av sjöar och vattendrag
- 2000:2 Skogliga Konsekvens-Analyser 1999 - Skogens möjligheter på 2000-talet
- 2000:3 Ministerkonferens om skydd av Europas skogar - Resolutioner och deklarationer
- 2000:4 Skogsbruket i den lokala ekonomin
- 2000:5 Aska från biobränsle
- 2000:6 Skogsskadeinventering av bok och ek i Sydsverige 1999
- 2001:1 Landmolluskfaunans ekologi i sump- och myrskogar i mellersta Norrland, med jämförelser beträffande förhållandena i södra Sverige
- 2001:2 Arealförluster från skogliga avrinningsområden i Västra Götaland
- 2001:3 The proposals for action submitted by the Intergovernmental Panel on Forests (IPF) and the Intergovernmental Forum on Forests (IFF) - in the Swedish context
- 2001:4 Resultat från Skogsstyrelsens ekenkät 2000
- 2001:5 Effekter av kalkning i utströmningsområden *med kalkkross 0 - 3 mm*
- 2001:6 Biobränslen i Söderhamn
- 2001:7 Entreprenörer i skogsbruket 1993-1998
- 2001:8A Skogspolitisk historia
- 2001:8B Skogspolitiken idag - en beskrivning av den politik och övriga faktorer som påverkar skogen och skogsbruket
- 2001:8C Gröna planer
- 2001:8D Föryngring av skog
- 2001:8E Fornlämningar och kulturmiljöer i skogsmark
- 2001:8F Ännu ej klar
- 2001:8G Framtidens skog
- 2001:8H De skogliga aktörerna och skogspolitiken
- 2001:8I Skogsbilvägar
- 2001:8J Skogen sociala värden
- 2001:8K Arbetsmarknadspolitiska åtgärder i skogen
- 2001:8L Skogsvårdsorganisationens uppdragsverksamhet
- 2001:8M Skogsbruk och rennäring
- 2001:8N Ännu ej klar
- 2001:8O Skador på skog
- 2001:9 Projekterfarenheter av landskapsanalys i lokal samverkan – (LIFE 96 ENV S 367) Uthålligt skogsbruk byggt på landskapsanalys i lokal samverkan
- 2001:10 Ännu ej klar
- 2001:11A Strategier för åtgärder mot markförsurning
- 2001:11B Markförsurningsprocesser
- 2001:11C Effekter på biologisk mångfald av markförsurning och motåtgärder
- 2001:11D Urvalskriterier för bedömning av markförsurning
- 2001:11E Effekter på kvävedynamiken av markförsurning och motåtgärder
- 2001:11F Effekter på skogsproduktion av markförsurning och motåtgärder
- 2001:11G Effekter på tungmetallers och cesiums rörlighet av markförsurning och motåtgärder
- 2001:11H Ännu ej klar
- 2001:11I Ännu ej klar
- 2001:12 Forest Condition of Beech and Oak in southern Sweden 1999

Av skogsstyrelsen publicerade Meddelanden:

- 1985:1 Fem år med en ny skogsolitik
- 1985:2 Eldning med helved och flis i privatskogsbruket/virkesbalanser 1985
- 1986:1 Förbrukningen av trädbränsle i s.k. mellanskaliga anläggningar/virkesbalanser 1985
- 1986:3 Skogsvårdsenkäten 1984/virkesbalanser 1985
- 1986:4 Huvudrapporten/virkesbalanser 1985
- 1986:5 Återväxttaxeringen 1984 och 1985
- 1987:1 Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1986
- 1987:2 Återväxttaxeringen 1984 – 1986
- 1987:3 Utvärdering av samråden 1984 och 1985/skogsbruk – rennäring
- 1988:1 Forskningsseminarium/skogsbruk – rennäring
- 1989:1 Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1988
- 1989:2 Gallringsundersökningen 1987
- 1991:1 Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1990
- 1991:2 Vägplan -90
- 1991:3 Skogsvårdsorganisationens uppdragsverksamhet
– Efterfrågade tjänster på en öppen marknad
- 1991:4 Naturvårdshänsyn – Tagen hänsyn vid slutavverkning 1989–1991
- 1991:5 Ekologiska effekter av skogsbränsleuttag
- 1992:1 Svanahuvudsvägen
- 1992:2 Transportformer i väglöst land
- 1992:3 Utvärdering av samråden 1989-1990 /skogsbruk – rennäring
- 1993:1 Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1992
- 1993:2 Virkesbalanser 1992
- 1993:3 Uppföljning av 1991 års lövträdplantering på åker
- 1993:4 Återväxttaxeringarna 1990-1992
- 1994:1 Plantinventering 89
- 1995:1 Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1994
- 1995:2 Gallringsundersökning 92
- 1995:3 Kontrolltaxering av nyckelbiotoper
- 1996:1 Skogsstyrelsens anslag för tillämpad skogsproduktionsforskning
- 1997:1 Naturskydd och naturhänsyn i skogen
- 1997:2 Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1996
- 1998:1 Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitiken
- 1998:2 Skogliga aktörer och den nya skogspolitiken
- 1998:3 Föryngringsavverkning och skogsbilvägar
- 1998:4 Miljöhänsyn vid föryngringsavverkning - Delresultat från Polytax
- 1998:5 Beståndsanläggning
- 1998:6 Naturskydd och miljöarbete
- 1998:7 Rönjningsundersökning 1997
- 1998:8 Gallringsundersökning 1997
- 1998:9 Skadebilden beträffande fasta fornlämningar och övriga kulturmiljövärden
- 1998:10 Produktionskonsekvenser av den nya skogspolitiken
- 1998:11 SMILE - Uppföljning av sumpskogsskötsel
- 1998:12 Sköter vi ädellövskogen? - Ett projekt inom SMILE
- 1998:13 Riksdagens skogspolitiska intentioner. Om mål som uppdrag till en myndighet
- 1998:14 Swedish forest policy in an international perspective. (Utfört av FAO)
- 1998:15 Produktion eller miljö. (En mediaundersökning utförd av Göteborgs universitet)
- 1998:16 De trädbevuxna impedimentens betydelse som livsmiljöer för skogslevande växt- och djurarter
- 1998:17 Verksamhet inom Skogsvårdsorganisationen som kan utnyttjas i den nationella miljöövervakningen
- 1998:18 Auswertung der schwedischen Forstpolitik 1997
- 1998:19 Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1998
- 1999:1 Nyckelbiotopsinventeringen 1993-1998. Slutrapport
- 1999:2 Nyckelbiotopsinventering inom större skogsbolag. En jämförelse mellan SVOs och bolagens inventeringsmetodik
- 1999:3 Sveriges sumpskogar. Resultat av sumpskogsinventeringen 1990-1998
- 2001:1 Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2000
- 2001:2 Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödning
- 2001:3 Kontrollinventering av nyckelbiotoper år 2000
- 2001:4 Åtgärder mot markförorening och för ett uthålligt brukande av skogsmarken
- 2001:5 Inte klar
- 2001:6 Utvärdering av samråden 1998 Skogsbruk - rennäring
- 2002:1 Inte klar
- 2002:2 Skog för naturvårdsändamål – uppföljning av områdesskydd, frivilliga avsättningar, samt miljöhänsyn vid föryngringsavverkning

Beställning av Rapporter och Meddelanden

Skogsvårdsstyrelsen i ditt län
eller
Skogsstyrelsen,
Förlaget
551 83 JÖNKÖPING
Telefon:036 – 15 55 92
vx 036 – 15 56 00
fax 036 – 19 06 22
e-post: sksforlag.order@svo.se
www.svo.se/forlag

I Skogsstyrelsens författningssamling (SKSFS) publiceras myndighetens föreskrifter och allmänna råd. Föreskrifterna är av tvingande natur. De allmänna råden är generella rekommendationer som anger hur någon kan eller bör handla i visst hänseende.

I Skogsstyrelsens Meddelande-serie publiceras redogörelser, utredningar m.m. av officiell karaktär. Innehållet överensstämmer med myndighetens policy.

I Skogsstyrelsens Rapport-serie publiceras redogörelser och utredningar m.m. för vars innehåll författaren/författarna själva ansvarar.

Skogsstyrelsen publicerar dessutom fortlöpande: Foldrar, broschyrer, böcker m.m. inom skilda skogliga ämnesområden.

Skogsstyrelsen är också utgivare av tidningen Skogseko.

Skogsvårdsorganisationen har regeringens uppdrag att vart fjärde år utvärdera effekterna av skogspolitiken. I denna andra utvärdering, har arbetet bedrivits i projektet ”Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitikens effekter – SUS 2001”. Utvärderingen har genomförts i samverkan med Naturvårdsverket. Resultaten presenteras i 15 av varandra delvis oberoende rapporter och en huvudrapport. Huvudrapporten ger en sammanfattande bild av skogsbruket, skogspolitiken och effekterna av denna.

Delrapporten Framtidens skog beskriver vissa utvecklingsscenarier för Sveriges skogar och framtida miljökonsekvenser av det skogsbruk som bedrivs idag. Rapporten behandlar också vissa ekonomiska aspekter av röjning och långa transportavstånd.