

REDOGÖRELSE

FRÅN SKOGFORSK NR. 4 2006



Trakthyggesbruk med gran och självföryngrad björk, en jämförande studie

EVEN-AGED-STAND SYSTEM FOR NORWAY SPRUCE vs NATURALLY REGENERATED BIRCH – A COMPARATIVE STUDY

Bo Karlsson



**Bo Karlsson, jägmästare, Skog D, programledare förädling södra Sverige.
Anställd Skogforsk 1980.**

Ämnesord: Skogsbruk, trakthyggesbruk, kontinuitet, gran, produktion,
ekonomi, skogsindustri

Omslag: Skogsforsks arkiv (granskog) & Martin Werner (björkskog)

Redaktör: Lars Åkerman

Ansvarig utgivare: Jan Fryk

Formgivning: Niclas Eklund

REDOGÖRELSE

Trakthyggesbruk med gran och självföryngrad björk, en jämförande studie

EVEN-AGED-STAND SYSTEM FOR NORWAY SPRUCE vs NATURALLY REGENERATED BIRCH – A COMPARATIVE STUDY

Bo Karlsson

Innehåll

Innehåll	2	Granskogsbruk kontra björk- skogsbruk – naturvårdsaspekter	37
Sammanfattning och syntes	4	Träd	37
Björken svårföringrad	4	Bestånd	37
Produktion på beståndsnivå	4	Landskap	37
Produktion på landsnivå	4	Slutsatser	37
Ekonomi	4	Jämförelse mellan löv- och granskog: Effekter på markens pH och nitratläckage	39
Större risker och skador	4	Försurning	39
Natur- och miljöeffekter	5	Kväveläckage	40
Slutsatser	5	Slutsats	41
Uppdraget	6	Effekter av olika trädslag i skyddszoner längs vattendrag	42
Bakgrund	6	Slutsats	42
Erkännanden	7	Effekter av och på vilt – Trädslagsval gran eller björk	43
Självföringring med björk på granmarker	10	Bakgrund	43
Material och metod	10	Effekter på viltet	43
Resultat och diskussion	10	Skogsskador	44
En jämförelse mellan granens och björkens ekonomiska potential	12	Referenser	45
Bakgrund	12		
Något om granens och björkens volymprod...	12		
Kalkylerna för björk	13		
Kalkylerna för gran	14		
Resultat	14		
Diskussion	19		
Vad händer om det stormar?	21		
Slutsatser	23		
Regionala effekter på skogsproduktionen om granskog omförs till björkskog	24		
Material och metoder	24		
Resultat	25		
Diskussion	28		
Val av trädslag – Hur hanterar vi risken för stormskador?	30		
Förutsättningar	30		
Resultat	32		
Tolkning	34		
Diskussion	34		
Slutsats	36		

Contents

Contents	3	Conservation issues: spruce vs birch forest	37
Summary and synthesis	4	Trees	37
Difficult regeneration of birch	4	Stands	37
Forest production: stand level	4	Landscape	37
Forest production: national level	4	Conclusions	37
Economics	4	Effect on soil pH and nitrogen leaching	39
Risk and damage	4	Acidification	39
Conservation & environmental effects	5	Nitrogen leaching	40
Conclusions	5	Conclusions	41
The assignment	6	Influence of tree species in buffer zone along watercourses	42
Background	6	Conclusions	42
Acknowledgements	7	Spruce or birch as regards wildlife?	43
Summary	8	Background	43
Natural regeneration of birch on spruce soil	10	Effects on wildlife	43
Material & methods	10	Damage to trees	44
Results & discussion	10	Literature cited	45
Economic potential of spruce & birch	12		
Background	12		
Aspects of birch & spruce production	12		
Calculations for birch	13		
Calculations for spruce	14		
Results	14		
Discussion	19		
Consequences of storms	21		
Conclusions	23		
Regional effects of forest production on transition from spruce to birch	24		
Material & methods	24		
Results	25		
Discussion	28		
Choice of species – risk of windthrow	30		
Assumptions	30		
Results	32		
Interpretation of findings	34		
Discussion	34		
Conclusions	36		

Sammanfattning och syntes

I denna Redogörelse 4 jämförs trakt-hyggesbruk med gran respektive björk. Granen förnygras med markberedning och plantering av bästa möjliga plantmaterial medan björken förväntas självförnygras efter markberedning. Björkförnygringen antas bestå av vårtbjörk med varierande inblandning av glasbjörk. Båda alternativen sköts genom lämpliga röjnings- och gallringsprogram.

Björken svårförnygrad

En studie baserad på data från Riksskogstaxeringen visar att ca hälften av alla förnygringar på friska marker får tillräckligt mycket självförnygrad björk för att ge ett tillfredställande bestånd. Studien täcker hela Sverige och merparten av dessa ytor torde ha varit markberedda. På fuktiga marker hade ca 75 % av objekten en tillfredsställande förnygring. Dessa siffror bör kunna förbättras genom ett bättre val av objekt, riktigt insatt markberedning och en anpassning till björkens fröfall.

Produktion på beståndsnivå

En ny rapport från Skogsstyrelsen grundad på Riksskogstaxeringen visar att den självförnygrade björkens produktionspotential i genomsnitt ligger på 46 % av granens.

Beståndskalkyler visar att planterad gran årligen producerar 3–7 m³sk/ha mer än självförnygrad björk. Det betyder ca 200–500 m³sk/ha mer under en sjuttiofemårsperiod. Till detta ska läggas att skogsträdsförädlingen kontinuerligt tar fram nya, mer produktiva gransorter. Granens produktionspotential bedöms i genomsnitt öka med 0,5 procentenheter per år genom genetik förädling. Det sker också en viss förädling av björk, vilket innebär att granens överlägsenhet inte är lika stor

vid en jämförelse med välskött, förädlad björk. Men för att kunna utnyttja förädlad björk måste ny skog planteras, vilket är dyrt, eftersom planteringarna oftast också måste hägnas mot vilt.

Produktion på landsnivå

Effekterna av en omfattande övergång till ett ökat björkskogsbruk studerades för Jönköpings och Västernorrlands län i två scenarier. Där omfördes 30 respektive 60 % av dagens granareal successivt till björkskog, d.v.s. en del av den areal som skulle ha beskogsats med gran självförnygrades i stället med björk och sköttes som ren björkskog. Analyserna gjordes med hjälp av Huginssystemet. Analysen visade att tillväxten minskar med 7–12 % i Jönköpings län och 3–7 % i Västernorrlands län om 100 år, när omföringen är fullbordad och det finns nya björkskogar i alla åldersklasser (en ny balans uppnådd). En bedömning för landet i sin helhet är att tillväxten minskar med 4 resp. 9 milj. m³sk per år för de två scenarierna. Det är viktigt att notera att redan i grundscenariot ökar virkesförrådet av löv från ca 15–20 % idag till 25 % och att den tillkommande ökningen genom dessa två scenarier är maximalt 5 procentenheter.

Möjligheterna att kompensera den förlorade tillväxten med produktionshöjande åtgärder, som t.ex. skogsträdsförädling eller gödsling, minskar med ökande björkandel, eftersom arealen på vilken man kan applicera dessa åtgärder har reducerats.

Ekonomi

För markägaren är det stora ekonomiska skillnader beroende på om man väljer gran eller björk. I en kalkyl blev det årliga nettoöverskottet per hektar 400–1 300 kr högre för granalternativa-

tivet utan räntebelastning. Skillnaderna ökade med markens bördighet. Kalkylen gjordes med dagens virkespriser och kostnader. Markvärdet för granalternativet varierade mellan 16 200 och 56 400 kr/ha beroende på ståndortsindex, medan björkens motsvarande markvärde var mellan 16 000 och 23 000 kr/ha. Kalkylen gjordes med 2 % ränta. Kalkylerna bygger på att ett erforderligt plantantal uppnås i självförnygringen av björk.

Större risker och skador

Stormskador: Björken är mindre utsatt för stormskador än gran. Granens ekonomi är dock i genomsnitt så mycket bättre att till och med stormar av Gudruns omfattning vart femte år inte ändrar förhållandet mellan trädslagen. Vid en hög frekvens stormar, kan vart tolfte år eller oftare, visade dock kalkylerna att en strategi med bara en gallring och kortare omloppstid kan vara befogad för granen.

Rotröta: Risken för skador p.g.a. rotröta är mindre i ett rent björkbestånd än i ett granbestånd. Forskning visar också att risken minskar i takt med inblandning av björk i granbestånd.

Andra skadegörare: Kunskapsläget om andra storskaliga skador i björkbestånd är dåligt. Det finns svampar som kan orsaka stor skada. Björkrost kan t.ex. medföra tillväxtnedsättningar och kvalitetsfel. Bland insekter som kan orsaka kvalitetsfel i björktimmer kan nämnas björkbastflugan. För gran är risken för insektsskador mer känd. De allvarligaste skadorna åstadkommer snytbaggen i planteringar och granbarkborren i äldre skog.

Klimatskador: Klimatrelaterade skador kan drabba båda trädslagen. Här kan nämnas frostskaador på gran-

plantor under försommar och höst. På björkungskogar kan torka och snöbrott orsaka skador. Ekonomiska konsekvenser av dessa skaderisker är svåra att beräkna, eftersom de uppträder mer eller mindre slumpmässigt och delvis är skötselberoende.

Markägarens värdering viktig:

Risker är svåra att kalkylera på ett objektivt sätt, eftersom individuella värderingar kan väga tungt vid markägarens trädslagsval.

Natur- och miljöeffekter

Biologisk mångfald: Björkskogsbruk som komplement till granskogsbruk är positivt för artdiversiteten. Antalet arter som utnyttjar träden är ungefär lika för björk och gran. Trädslagsrena bestånd ökar fragmenteringen i landskapet om lövandelen i landskapet hålls konstant. Detta talar till förmån för lövrika blandbestånd med inslag av äldre träd.

Mark och vatten: Markens pH är högre i rena björkbestånd än i rena granbestånd. Detta påverkar florans och markfaunan. pH beror dock inte bara på trädslag utan också på skillnader i produktion och beståndshistorik. Den stora grönbiomassan året runt gör att kvävedepositionen blir större för gran än för björkbestånd. Omfattningen av kväveläckage är dåligt belagd eftersom flera undersökningar är utförda i gammal skog där läckaget kan vara högre än i yngre skog. Vattenkvaliteten i bäckvatten har inte påverkats vid försök där skogen har röjts längs bäckar så att trädslagsrena bestånd har uppstått. Däremot föreligger skillnader i den bottenlevande faunan beroende på trädslag.

Skogscertifiering: I befintliga skogliga certifieringssystem som huvuddelen av den svenska skogsmarken är

ansluten till, finns anvisningar för hur stora lövandelar som krävs. Uppföljning av effekterna av dessa insatser är angelägen.

Viltstammar: Fodermängderna för stora växtätare är större i rena björkungskogar än i granskogar. Om skötseln av björkskogar kräver intensivare röjning än i granungskogar kan situationen bli den motsatta i skötta bestånd. Det kan lokalt innebära minskade fodermängder med risk att huvudstammar av björk utsätts för bete. Äldre björkskogar är generellt bättre vilthabitat än äldre granskogar. Det kan bli svårt att etablera bestånd av björk på grund av betningsskador. Sannolikt måste hjortdjurspopulationerna därför minskas till en lägre nivå än dagens för att säkerställa produktiva björkföryngringar utan hägn. Nomalt bör inte en ökad areal björkskog påverka betningen i omgivande tallungskogar nämnvärt, såvida inte ändrade röjningsregimer minskar foderutbudet väsentligt.

Blandskog: Här har bara behandlats konsekvenser av björk och gran i rena bestånd. I praktiken blir olika former av blandskogar vanligare än artrena bestånd. Med tanke på att bara hälften av de friska markerna kvalificerar sig för produktion av rena björkbestånd bör alltid plantering (i varierande omfattning) göras för att säkerställa en acceptabel föryngring. Blandskogar har dokumenterade fördelar, t.ex. minskad spridning av rotröta. På minussidan kan ställas ökade skötsel- och drivningskostnader.

Slutsatser

1. Granen ger högre produktion än björk och är mest lönsamt på lämpliga granmarker, både för skogsägaren och för samhällsekonomin.

2. Granen är ett odlings säkert alternativ som till en relativt låg investeringskostnad ger ett skogsbestånd med hög produktion och hög ekonomisk avkastning.
3. Granens virke ger en god ekonomi som gynnas av strukturen och produktionsinriktningen i svensk skogsindustri, som i stor utsträckning är baserad på och beroende av gran.
4. Granfibern är en boreal och svensk nisch. Den är unik på den globala fibermarknaden. Dess långa slanka fibrer skiljer sig markant från björkens korta. Björkens korta fibrer är utmärkta för vissa papperskvaliteter, men ofta utbytbara mot bl.a. eucalyptusfiber.
5. Det finns kunskapsbrister som kräver ytterligare forskning. Exempel är kostnadseffektiv föryngring av björkbestånd, bättre utnyttjande av värdefull björkråvara och ytterligare jämförande produktionsstudier mellan trädslagen samt blandningar mellan dem.
6. För gran finns ett behov av att studera skötselssystem som reducerar risker för stormfällning och värdeförluster p.g.a. rotrötesvampens angrepp.
7. För att bevara biodiversiteten i vissa områden krävs betydande inslag av lövskog i landskapet.
8. Demonstrationsytor som kan exemplifiera och verifiera forskningens resultat är angelägna, eftersom de har ett stort pedagogisk värde.

Uppdraget

Projektet *Strategiska skogsbruksval* avser en konsekvensbedömning av ändrat skogsbruk från trakthyggesbruk till kontinuitetsskogsbruk för gran samt ökat inslag av björk i stället för gran på granmarkerna. Det genomfördes av SLU och Skogforsk på uppdrag av Skogsindustrierna och LRF Skogsägarna. Resultatet presenteras i forskningsserien Redogörelse, nr 4 och nr 5. Denna Redogörelse nr 4 analyserar trakthyggesbruk jämfört med självförnyring av björk.

Analysen bygger på ett omfattande underlagsmaterial. Det sammanställdes i form av ett antal delrapporter under 2005 av forskare vid SLU och Skogforsk.

Bo Karlsson, Skogforsk har fungerat som projektledare och gjort den sammanfattande tolkningen och syntesen

av delrapporternas resultat. Rapporterna visar på skötselmodellernas effekter på virkesproduktion, miljö och ekonomi.

Bakgrund

Under första halvan av 1900-talet förekom ett omfattande blädningsskogsbruk och dimensionshuggningar. Det resulterade i en stor mängd restskogar med mycket låga virkesförråd och svag tillväxt, s.k. ”gröna lögner” (Figur 1). Skogsodlingen på den tiden låg på en mycket låg nivå. Dåtidens skogsbruk var inspirerat av det tyska skogsbruket, men också ett resultat av det hårda ekonomiska klimatet under depressionen. Runt 1950 förändrades skogsbruket. 1948 års skogsvårdslag bidrog till att trakthyggesbruk och skogsodling fick genomslag i hela landet och detta

stärktes av Domänstyrelsens cirkulär nr. 1, 1950. Trakthyggesbruket blev nu standard för skogsbruket i hela landet.

Före stormen den 8 januari 2005 hade Sverige det största virkesförrådet i modern tid. Virkesförrådet har stadigt ökat under hela 1900-talet. Sedan 1920-talet har förrådet ökat med ca 70 % till ca 127 m³sk/ha i genomsnitt för hela landet (Figur 2). I Götaland trefaldigades virkesförrådet under samma tid (Figur 3).

Den årliga tillväxten har ökat från 60 till drygt 100 milj. m³sk/år. Förutom övergången till trakthyggesbruk med påföljande lyckad skogsodling beror den här ökningen på:

- den stora satsningen på skogsodling av öppna marker i början av förra seklet



Figur 1. Restbestånd från dimensionshuggen skog i 1940-talets Norrland (Norrlands Skogsvårdsförbunds tidskrift 1951, sid. 96.).

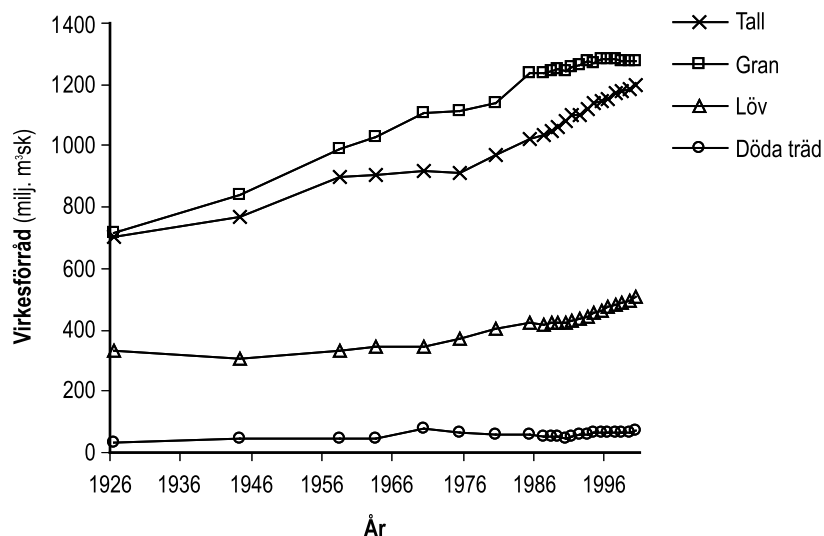
- restaurering av restskogar och trasbestånd
- beskogning av betesmarker
- införande av bättre provenienser och förädlade plantor.

I Skogsstyrelsens utredning SUS 2001 kommer volymandelen lövträd i landet att öka från 16 till 22 % under perioden 2000–2100 i ett scenario där 1990-talets skogsbruksätt kombineras med dagens avverkningsnivå. Den högsta möjliga avverkningen 2000–2009 uppskattas i samma utredning till i genomsnitt 81 milj. m³sk/år. Fram till 2100 ligger avverkningsmöjligheterna i genomsnitt på 92 milj. m³sk/år.

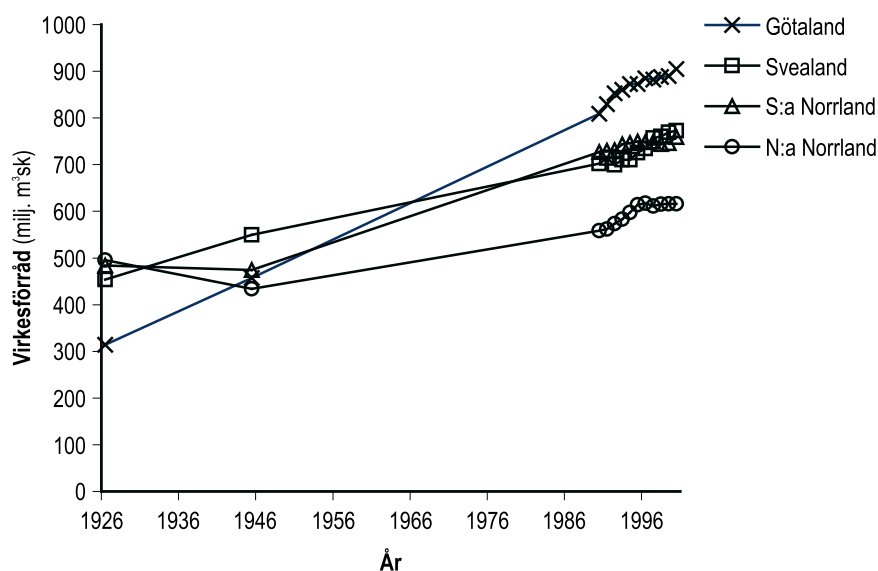
Skogforsk har visat att produktionshöjande åtgärder som förbättrade förnygringar, förädlade plantor, nya trädslag och näringstillförsel kan öka den möjliga uthålliga avverkningen med ca 20 % under samma period.

Erkännanden

Syntesen i denna redogörelse grundas på delrapporter författade av forskare vid Skogsfakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) och Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut (Skogforsk). Författarna ansvarar för innehållet i sina respektive bidrag, medan syntesen är en tolkning av dessa. Eventuella felaktiga tolkningar av bidragen ska inte ligga respektive författare till last. Författarna som tackas för ett mycket väl utfört arbete är: Roger Bergström (Skogforsk), Per Magnus Ekö (SLU), Björn Elfving (SLU), Lars Högbom (Skogforsk), Göran Kempe (SLU), Anders Lundström (SLU), Urban Nilsson (SLU), Ola Rosvall (Skogforsk), Ola Sallnäs (SLU), Lars-Göran Stener (Skogforsk) och Jan Weslien (Skogforsk).



Figur 2. Det svenska virkesförrådets förändring sedan 1926 fördelat på trädslag (Riksskogstaxeringen, www.svo.se/fakta/stat/).



Figur 3. Det svenska virkesförrådets förändring sedan 1926 fördelat på landsdelar (Riksskogstaxeringen, www.svo.se/fakta/stat/).

Summary

Skogforsk, together with the Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), has analysed two alternatives to the even-aged stand system for Norway spruce. These are natural regeneration of birch, and a continuous-cover system for spruce. This report presents a comparative analysis of the even-aged stand system with the natural regeneration of birch. The analysis is based on extensive information in the form of reports produced in 2005 by researchers at Skogforsk and the SLU. The reports highlight the impact of the management models on timber production, the environment, and the economy. The findings of the analysis are summarized in the eight items below:

- 1 Spruce production is higher than that of birch and, on suitable soils, is the more profitable for both the forest owner and the national economy.
- 2 Spruce is a reliable choice which, at a relatively modest investment cost, produces high-yield forest stands and a high economic return.
- 3 Spruce timber is profitable and is favoured by the structure and production lines in the forest industry in Sweden, which is both based on, and dependent on, spruce raw material.
- 4 Spruce fibre constitutes a niche in the world market. The long, slender spruce fibres are very different from the short birch fibres, and are not so common in the global fibre market. The short birch fibres are ideal for certain paper grades, but can often be replaced with eucalyptus fibre.
- 5 Further research needs to be done to fill the gaps in our knowledge. Aspects needed to be addressed urgently include cost-effective regeneration of birch stands, more effective exploitation of valuable birch raw materials, and additional comparative studies on production levels between tree species, and mixes of them.
- 6 As regards spruce, further research is needed to study forest management systems that reduce the risk of windthrow, and of losses due to wood infected by root-rot fungus.
- 7 A substantial increase in the proportion of hardwood trees in some areas of the landscape is needed in order to safeguard biodiversity.
- 8 Demonstration sites that can exemplify and verify research findings are essential because of their high educational value.

Bo Karlsson of Skogforsk was the project leader, and he has also been responsible for interpretation and synthesis of the findings in this part of the report. The project was commissioned by the Swedish Forest Industries' Federation and the Federation of Swedish Farmers.

Delrapporter

Självföryngring med björk på granmarker

Göran Kempe, SLU
Lars-Göran Stener, Skogforsk

Efter orkanen Gudrun söker många skogsägare alternativ till att plantera gran. Ett tänkbart alternativ skulle kunna vara att utnyttja självföryngrad björk för produktion av rena björkskogar. För att detta ska vara möjligt krävs ett plantantal som räcker till en godtagbar föryngring. Ofta florearar den uppfattningen att det alltid kommer tillräckligt med björkplantor. Vi har undersökt hur plantantalet av björk varierar på svenska granmarker och försökt bedöma möjligheterna till lyckade självföryngringar.

Material och metod

Uppgifterna har hämtats från riksskogstaxeringens provytor från åren 1998–2002, som innehåller de mest aktuella uppgifterna om föryngringar i Sveriges skogar. Anledningen till att material från flera år används, är att få uppgifter med acceptabel noggrannhet.

De redovisade uppgifterna baseras på ett material som uppfyllt följande huvudkriterier.

1. Endast provytor som hamnat i bestånd tillhörande huggningsklass B1, d.v.s. plantskog med en medelhöjd under 1,3 m ingår.
2. Minst 70 % av huvudplantorna ska utgöras av gran eller björk. Huvudplanta är en planta som lämnas kvar efter en tänkt röjning. Normalt utgörs huvudplantor av gran eller tall, men där sådana saknas räknas även björk som huvudplanta. Detta krav selekterar således bort ytor som inte främst utgörs av gran eller björk.
3. Röjning ska ej vara utförd.

Tabell 1. Föryngringsarealen i hektar enligt de kriterier som nämns nedan för olika landsdelar och två markfuktighetsklasser samt dess procentuella fördelning över antal björkplantor per hektar. "Frifu-blöt" anger frisk-fuktiga till blöta marker.

Landsdel	Markfuktighet	Andel av areal (%)				Total	Total areal (100 ha)
		Björkplantor/ha					
		-1 000	-2 000	-3 000	>3 000		
Norra	Frisk	26	9	5	60	100	199
Norrland	Frifu-blöt	14	4	5	78	100	154
Södra	Frisk	37	9	8	46	100	566
Norrland	Frifu-blöt	15	6	5	74	100	365
Svealand	Frisk	25	8	11	55	100	346
	Frifu-blöt	16	4	5	75	100	322
Götaland	Frisk	40	11	9	40	100	373
	Frifu-blöt	9	7	5	80	100	200
Hela Landet	Frisk	33	9	9	49	100	1 483
	Frifu-blöt	14	5	5	76	100	1 040

4. Det tidigare beståndet ska ha avverkats 6–10 år före inventeringsåret. Detta kriterium ger björken tillräckligt med tid att etablera sig.

Vid riksskogstaxeringens återväxtinventering (Anonym 2004) registreras förutom antalet huvudplantor även totala antalet plantor som är minst 1 dm höga av såväl barr- som lövträd. Det gör det möjligt att få en uppfattning om hur många björkar som finns totalt i den unga plantskogen.

Resultat och diskussion

Av Tabell 1 framgår hur den föryngringsareal som uppfyller kraven enligt ovan, är fördelad över totalt antal björkplantor per hektar.

Om man ska få fram produktiva björkbestånd av fin kvalitet genom självföryngringar bör man sträva efter ca 2 000 björkar jämnt fördelade per ha efter första röjningen. I riksskogstaxeringen anges inte hur plantorna är

fördelade areellt, d.v.s. de björkplantor som räknas kan stå mycket tätt. För att uppnå målet om 2 000 st/ha har vi här antagit att det behövs minst 3 000 björkplantor/ha före röjning.

Av Tabell 1 framgår att det utifrån de uppställda urvalskraven finns en total plantskogsareal i Sverige om 1 483 000 ha på friska marker och 1 040 000 ha på frisk-fuktiga till blöta marker. Fördelningen av den arealen på olika björkplantor/ha-klasser visar att på 49 % av arealen som är frisk mark och på 76 % med fuktigare mark finns minst 3 000 björkplantor per hektar.

De siffror som tagits fram ska ses som en beskrivning av ett genomsnittligt skogstillstånd år 2000 på marker som i första hand föryngrats med gran. Siffrorna indikerar att på friska marker varierar arealen som har goda förutsättningar för produktion av rena bestånd mellan 40 % (Götaland) och 60 % (norra Norrland). På fuktigare

marker är motsvarande siffra betydligt högre (ca 76%) och dessutom med en mindre variation mellan landsdelar. Troligen är siffrorna överskattade eftersom man vid inventeringen räknar in samtliga skott över 1 dm från stubbskottsuppslag av björk. Att det naturliga björkuppslaget är betydligt större på fuktiga marker än på friska marker är väl känt sedan tidigare (se t.ex. Karlsson, 2001).

Markberedning på friska marker är positivt för uppslag av björk (Karlsson, 2001). I materialet har inte någon uppdelning gjorts på utförd respektive ej utförd markberedning. Eftersom markberedning normalt görs på större

delen av de friska marker som föryngras med gran, har detta dock sannolikt haft en liten inverkan på resultatet.

Uppgifter om eventuella björkfröträd på föryngringsytorna saknas också. Det mest troliga är att större delen av björkplantorna har uppkommit via fröspridning från kanträd i omgivande bestånd. Björkfrö sprids visserligen jämfört med andra trädslag mycket lätt, men mängden frö avtar kraftigt ju längre från fröträdet man kommer (t.ex. Karlsson, 2001). Av det följer att antalet björkplantor påverkats av såväl hyggets storlek som form. T.ex. har stora kvadratiska hyggen mindre chans att helt föryngras med björkfrö från

omgivande träd än mindre och smala hyggen. I Götaland är hyggena dock relativt små. Flertalet ligger i intervallet 1–4 ha.

Slutsatsen blir alltså att man inte kan förutsätta att ett tillräckligt antal björkplantor erhålls per automatik på friska marker. På fuktigare marker är förutsättningarna betydligt bättre. Man kan dock förbättra chanserna för en lyckad självsådd av björk på frisk mark (1) genom att ställa en gles fröträdsställning med i första hand växtliga och raka vårtbjörkar och (2) genom att markberedningen anpassas till sensommaren under goda björkfröår.

En jämförelse mellan granens och björkens ekonomiska potential

Per Magnus Ekö, SLU

Detta arbete är en beställning och ska tjäna som underlag för en diskussion om träslagssval efter den senaste och inför framtida stormar.

Bakgrund

Det är lätt att gå vilse i kalkyler, det är lätt att ange felaktiga förutsättningar och det är alltför lätt att dra för långtgående slutsatser utifrån kalkylresultat. Utgången av att jämföra granens och björkens ekonomiska potential kan ju av många på förhand kännas som ganska given. Det är ju inte för inte som björken under det senaste halvsekle har bekämpats med alla till buds stående medel och att det sydsvenska landskapets "förgranats". Med en viss omskrivning skulle man kunna säga att det är som att sparka på någon som fortfarande står.

Hur som helst är det viktigt att jämförelsen blir så genomlyst som möjligt. Därför är den ganska ingående beskrivningen nedan och den bifogade "programvaran" sådan att den som så önskar kan modifiera gjorda antaganden. Detta gäller naturligtvis under förutsättning att kalkylmodellen överhuvudtaget kan accepteras.

Något om granens och björkens volymproduktion

Granens produktion i Sverige är väl undersökt. Den produktionsnorm som för närvarande gäller har beräknats av Hägglund (1981) och utgörs av prognoser (Ekö, 1985) utifrån selekterat riksskogstaxeringsmaterial (Figur 3). Dessa produktionsnormer (ung. boniteter) är bl.a. publicerade i Skogsstyrel-

sens "boniteringshäften" (del 2). Den norm som gäller för björk avser vårt-björk i Svealand och södra Norrland (Fries, 1964) (Figur 3). I Fries (1964) finns också en produktionsjämförelse mellan gran och björk. Vårt-björk på medelgod mark i mellersta Sverige (Jonssonbonitet III) anses producera 85 % av granens volymproduktion (men 100 %, om istället torrsbudsproduktionen jämförs). Glasbjörkens volymproduktion i förhållande till granens anses utgöra 65 %.

När det gäller björkens produktion refereras det ofta också till en finsk undersökning av Oikarinen (1983). Dessa studier, liksom simuleringar med tillväxtmodeller ger vid handen att oförädlad björk i genomsnitt, för höga ståndortsindex i Sverige och i Finland, har en årlig medeltillväxt av ca 8 m³sk/ha.

Björkens produktion är likväl ofullständigt utredd. Det finns exempel på enstaka långsiktigt följda provytor med björk i Finland med en årlig medeltillväxt som något överstiger 10 m³sk/ha (Mielikäinen, 1991). Medan andra långsiktigt följda provbestånd på bördig mark på Tönnersjöhedens försökspark inte uppvisar en medeltillväxt stort mer än 5 m³sk/ha. (Johansson pers. com.). Allmänt anses björkens tillväxtmönster och virkeskvalitet i södra Sverige variera med den geografiska belägenheten, med en dålig utveckling i den västra och sydligaste delen (cf. Eriksson 1991). Det är emellertid inte lätt att verifiera denna hypotes. Dessutom förekommer säkert lokala variationer. Vidare innehåller inte denna hypotes några antaganden om det geografiska lägets samvariation i fråga om propor-

tion av de båda björkarterna, skogs-kötsel, betestryck m.m.

Det går naturligtvis att utöka diskussionen om björkens produktion till att omfatta förädlad material och till odling på tidigare jordbruksmark. Det finns indikationer på att man under sådana förutsättningar kan nå en betydligt högre produktion (cf. Stener 2005, Karlsson et al. 1997). Denna diskussion ligger utanför det förelagda arbetet.

Det finns för närvarande ingen fullgod möjlighet att översätta ståndortsindex mellan gran och björk. En mindre sådan studie har genomförts (Olsson, 2000) och en mer omfattande studie i Skogsstyrelsens regi är under utförande. Dess studier indikerar emellertid en betydande spridning kring det sökta sambandet. Det går alltså knappast att identifiera bestånd, eller närmare bestämt ståndorter där gran och björk sida vid sida kan sägas utvecklas genomsnittligt för södra Sverige, vilket skulle ha givit förutsättning för mer allmängiltiga slutsatser om träslagens produktionsmässiga förhållanden. Därför görs här heller inget försök till en generell jämförelse. I stället görs några kalkyler för björk respektive granbestånd som växer på ståndorter med relativt höga ståndortsindex. För gran används SI G28, G32 resp. G36 och för björk B24 resp. B26. Notera att för björk är angivelsen övre höjd vid 50 års brösthöjdsålder, medan den för gran är övre höjd vid 100 års totalålder. (För de tre granindexen är den skattade övre höjden vid en brösthöjdsålder av 50 år 20,5 m, 24 m resp. 27,3 m)

När det gäller granens produktion synes den geografiska variationen vara mindre betydande och stå i mer

direkt relation till ståndortsindex. Det finns dock en obevisad hypotes om att produktionen är lägre i sydöstra Sverige, i områden med relativt låg humiditet. Granens produktion i Sverige har analyserats (Eriksson 1976). Hans undersökning stämmer väl med de produktionsprognoser som kan göras med den ofta använda produktionsmodellen ProdMod (Ekö 1985). Denna modell har testats mot den relativt stora mängd av fasta försöksytor som finns i Sverige och befunnits ge goda skattningar, jämfört med de observerade utvecklingarna.

Produktionsstudier och trädslagsjämförelser avser ofta ideala förhållanden d.v.s. det förutsätts att bestånden inte är drabbade av omfattande skador i form av t.ex. rötangrepp eller stormfällningar. Däremot ingår en normal skadenivå inkluderande avgång till följd av konkurrens. Studierna skulle bli svårtolkade om mer omfattande skador skulle behandlas implicit i prognoserna, eftersom deras uppträdande oftast måste beskrivas som relativt slumpmässiga. Det torde därför var bättre att analysera sådana händelser via studier av antagna scenarier (känslighetsanalys).

Kalkylerna för björk

Beståndsetablering: Vid plantering eller (sådd) av björk kan man välja material med önskad härkomst, vilket kan ge högre tillväxt och bättre kvalitet jämfört med lokalt material. Emellertid blir det fråga om en dyr beståndsetablering, eftersom man i många fall också måste skydda den anlagda kulturen mot viltskador. Här behandlas endast naturlig förnygring. Naturlig förnygring av björk infinner sig ofta rikligt på nyupptagna hyggen om markförhållandena är de rätta, utan

att några särskilda åtgärder vidtas. Det är emellertid högst osäkert att förlita sig enbart till en spontan förnygring. Förnygring kan mycket väl utebli eller etablera sig ställvis. För att stimulera ett björk uppslag och för att befordra dess utveckling föreslås hyggesrensning och markberedning. Detta garanterar emellertid ingalunda ett tillfredställande resultat, eftersom variation i klimat, avstånd till frökälla, årsmån m.m. kan påverka etableringen. Här antas dock att de vidtagna åtgärderna leder till ett önskat resultat. Hyggesrensningen och markberedning sätts schablonmässigt till 1 000 kr/ha respektive 3 000 kr/ha.

Röjning: Det finns flera åsikter om hur röjningen ska utföras i björkbestånd. Att röja i två steg förfaller vara en god idé om beståndet från början är tätt. Då kan risken för snöbrott minskas och kvaliteten påverkas positivt, genom lämplig beståndstäthet, men kanske framförallt genom möjlighet till ett upprepat urval av individer. I kalkylerna förutsätts dock ett mer lågintensivt skötselalternativ med endast ett röjningstillfälle. Röjningen görs vid höjd av 5 m och relativt hårt, ner till 1 800 stammar/ha. Det antas härvid att beståndet före gallring innehåller 20 000 stammar/ha. Kostnaden för röjning beräknades med hjälp av funktioner för prestation vid motormanuell röjning (Bergstrand et al 1986)

Utgångsbestånd för produktionsprognoser: För prognoserna tillämpas

en tillväxtmodell av Ekö (1985). Dessa prognoser kan påbörjas först vid en övre höjd av ca 8–10 m. För att beräkna tillståndet i utgångsläget (Tabell 1) används funktioner av Frisk (1998).

Produktionsprognoser: Beslutet att använda produktionsmodellen av Ekö (1985) grundas på att modellen utvecklats från riksskogstaxeringsmaterial och att den därmed bör ge en rimlig tillväxtnivå. Vidare används samma modell för gran, vilket är en fördel för jämförbarheten. Det underliggande materialet är stort, men innehåller endast en mindre andel trädslagsrena björkbestånd. Dessa är relativt ovanliga i Sveriges skogar, jämfört med blandbestånd där björk ingår. Tester av modellen har också visat att den ger rimliga tillväxtnivåer för björkbestånd. Det går dock inte att skilja på björkarterna, varför den skattade produktionen representerar den genomsnittliga geografiskt betingande förekomsten av trädslagen. Att använda Fries (1964) tabeller bedömdes vara ett mindre bra alternativ, eftersom tabellerna avser en skogsskötsel som knappast längre rekommenderas. Vidare är studien begränsad till Svealand och Södra Norrland.

Gallring och omloppstid: För beslut om gallring används rekommendationer av Oikarinen (1983). Även utvecklingen av stamantalet bestäms med ledning av Oikarinen. Gallringen utförs relativt hårt, men inom de av

Tabell 1. Utgångslägen för björk enligt funktioner av Frisk (1998)

Si	Ålder (brh)	Hdom (m)	Slutenhet (0,1–1,0)	Stamantal (st/ha)	Grundyta (m ² /ha)
B26	15	12	0,9	1 800	14,2
B24	18	12	0,9	1 800	14,3

Oikarainen angivna ramarna. Syftet är att nå en snabb dimensionsutveckling under en rimligt lång omloppstid. Slutavverkning specificeras till 55 respektive 64 års total ålder.

Beräkning av kostnader och intäkter: Enkla samband används för att konvertera avverkade volymer till gagnvirkesvolymer. I de tillämpande sambanden används grundtyevägd medeldiameter (dgv). Denna erhålls inte direkt ur produktionsprognoserna, utan antages här vara 10 % högre än grundtyemedelstammens diameter.

Funktioner av Ollas (1980) används för att beräkna fastvolymen på bark, alltså total volym med avdrag för den del av volymen som inte är avsättningsbar. Skattningarna utgår från dgv och lägsta säljbara dimension. Barkvolymen skattas med ledning av barktjockleksfunktioner (Söderberg 1992), varefter fastvolymen under bark kan beräknas.

Timmerandelen och timrets medeldiameter skattas med funktioner av Ollas (1980) och utifrån erfarenhetstal. Skattningarna görs med utgångspunkt från dgv och minsta timmerdimension.

Drivningskostnaderna vid gallring och slutavverkning skattas med funktioner av Brunberg (1995, 1997). Funktionerna innehåller en rad variabler som beskriver terräng och avverkningssystem. Dessa har satts till värden som antagits varit typiska. Antal ut-

tagna och kvarlämnade stammar, granandel, lövandel och volymmedelstam är variabler som erhålls från produktionsprognosen och som också är nödvändiga för kostnads-skattningarna.

I grundalternativet används aktuella priser, vid tidpunkt före stormen. Dessa har bestämts utifrån publicerade prislister från några björksågverk i södra Sverige. För att kunna beräkna en intäkt måste dessutom det kvalitetsmässiga utfallet skattas. Enligt Johan Palm på lövträdsinstitutet är ett typiskt utfall att 20 % av volymen blir timmer i sena gallringar och 40 % i slutavverkning. Här har vidare antagits att denna volym fördelas jämt i de två tillämpade kvalitetsklasserna. För både björk och gran antas att 5 % av virkesvärdet försvinner till följd av framför allt röta.

Kalkylerna för gran

Beståndsetablering: Granbestånden tänks planterade med 2 500 plantor per ha. Schablonmässigt är kostnaden för en sådan anläggning ca 12 000–15 000 kr/ha. Håri ingår både hyggesrensning och markberedning. I kalkylerna sätts kostnaden till 15 000 kr/ha.

Röjning: Det antages att det sker en etablering av björk i föryngringen och att denna kan kontrolleras genom en vid rätt tidpunkt insatt röjning. Kostnaden för röjning beräknas, som för

björk, med funktioner för prestation vid motormanuell röjning (Bergstrand et al 1986).

Utgångsbestånd för produktionsprognoser: För prognoserna tillämpas en tillväxtmodell av Ekö (1985), alltså densamma som för björk. För att beräkna tillståndet i utgångsläget användes funktioner av Elfving & Hägglund (1975) (Tabell 2). Funktionerna är liksom för björk grundade på material från riksskogstaxeringen

Produktionsprognoser: Produktionsmodellen (Ekö 1985) som används har som sagt validerats mot andra modeller för gran och mot långsiktiga försök, och befunnits fungera väl.

Gallring och omloppstid: För beslut om gallring används skogsstyrelsens gallringsmallar. Stamantalet reglerades med sikte på ett slutbestånd av ca 600 stammar per ha. Omloppstiden varierades mellan 55 och 73 år beroende på ståndortsindex.

Beräkning av kostnader och intäkter: Samma rutiner för beräkning av kostnader användes som för björk. I grundalternativet används aktuella priser, vid tidpunkt före stormen. Av timret beräknas 70 % hamna i kvalitetsklass I–III medan resterande 30 % tillskrevs klassen IV.

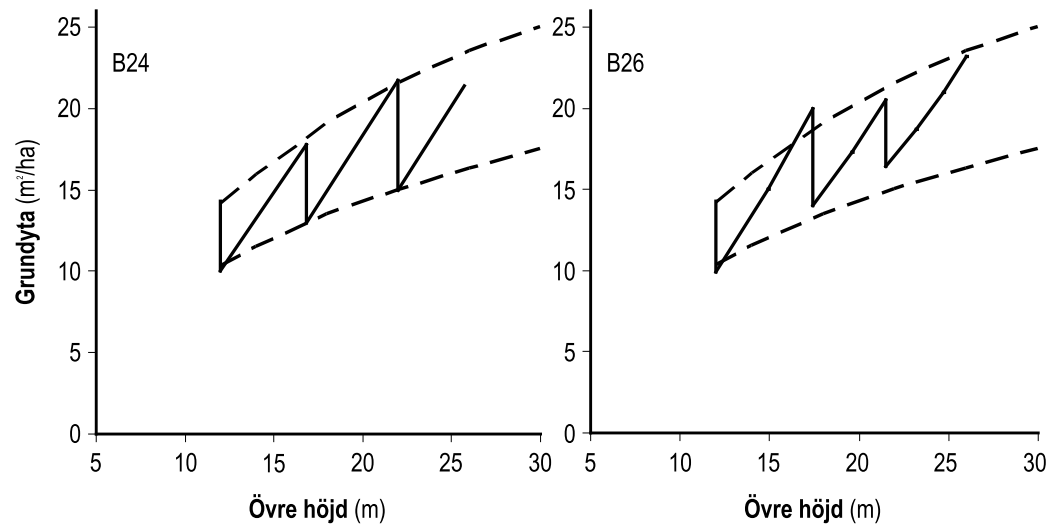
Resultat

Den ekonomiska utvärderingen görs på traditionellt sätt genom beräkning av kassaöverskott (genomsnittlig årlig avkastning) och markvärde. Vid markvärdeberäkningarna används kalkylräntor varierande mellan 1 % och 5 %.

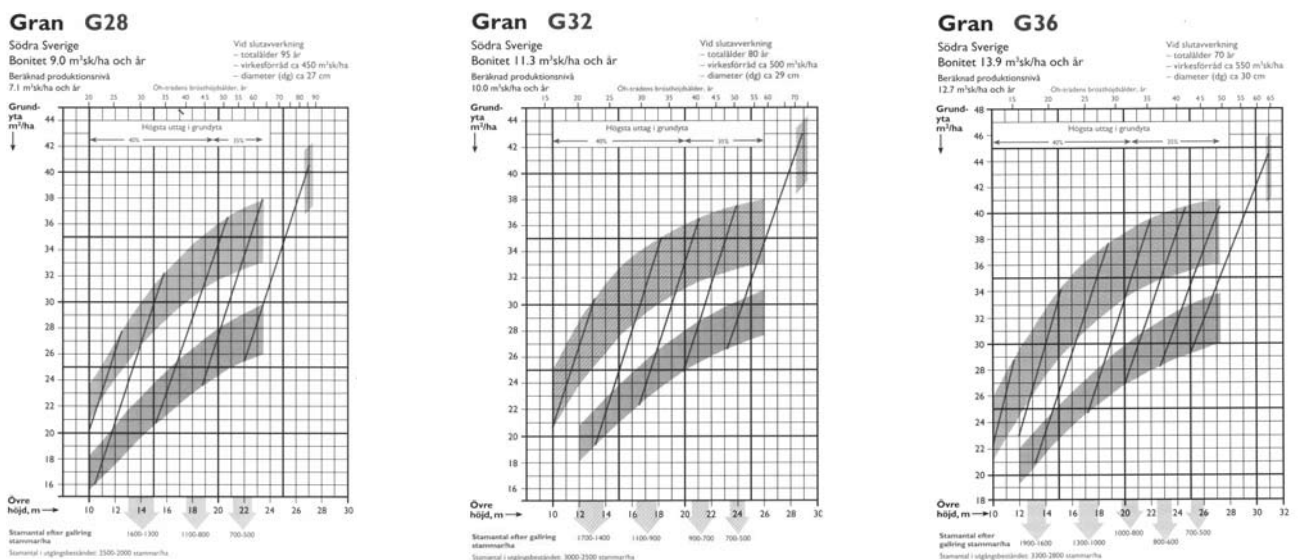
De prognostiserade beståndsutvecklingarna ligger väl inom de täthetsramar som anges av gallringsmallarna (Figur 1, 2). Eftersom den använda produktionsmodellen (Ekö 1985) behandlar femårsperioder är det

Tabell 2. Utgångslägen för gran enligt funktioner av Elfving & Hägglund (1975).

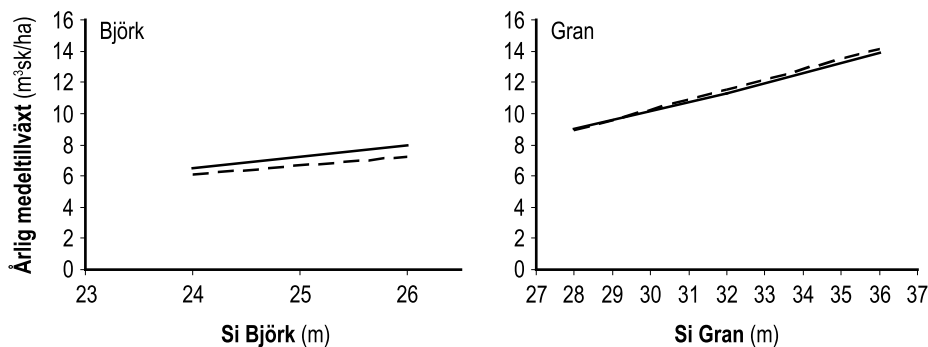
Si	Ålder (brh)	Hdom (m)	Stamantal (st/ha)	Grundtya (m ² /ha)
G36	13	10	2 500	18,5
G32	16	10	2 500	18,5
G28	20	10	2 500	18,5



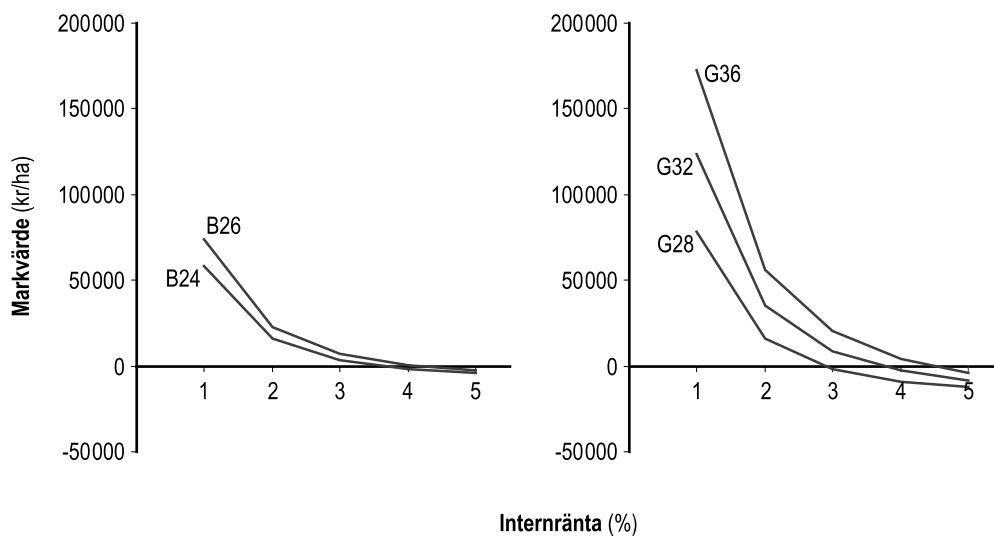
Figur 1. Den skattade beståndsutvecklingen för två björkståndortsindex inlagda i gallringsmall av Oikarinen (1983)



Figur 2. Den skattade beståndsutvecklingen (streckad) för tre granståndortsindex inlagda i gallringsmallar upprättade av skogsstyrelsen 1984.



Figur 3. Beräknade produktionsnivåer (streckad linje) och bonitetsvärden (heldragen linje) för björk respektive gran.



Figur 4. Beräknade markvärden för två ståndortsindex för björk (vänster) respektive tre för gran (höger).

emellertid inte möjligt att slaviskt följa de begränsningslinjer som anges i mallen. En sammanfattning av prognosresultaten redovisas i Tabell 3 och 4 tillsammans med de ekonomiska utvärderingarna. Det framgår att även beståndsutvecklingarna i övrigt väl följer de uppsatta intentionerna. Den skattade produktionen överensstämmer tämligen väl med den förväntade (Figur 3). För björk ligger produk-

tionsnivåerna något lägre än motsvarande bonitetsvärden, medan de för gran i stort överensstämmer. Inom de för trädslagen respektive ståndortsindexskalorna varierar björkens produktion mellan 43 % och 81 % av granens produktion. För gran är de beräknade markvärdena vid en ränta av 1 % högre än de som beräknats för björk (Figur 4, Tabell 3 och 4). Vid 2 % ränta är markvärdena för G32

och G36 högre än markvärdena för björkalternativen. Markvärdet för G28 är emellertid lägre än för B26 och ungefär lika högt som för B24. Vid 3 % ränta är markvärdet för G36 betydligt högre, och markvärdet för G32 högre än för de båda björkboniteterna. För G28 är markvärdet däremot lägre än för björkalternativen. Vid 4 % ränta är fortfarande markvärdet för G36 högre än för björkboniteterna, medan både

Tabell 3a och b. Averkning, uppskattade kostnader och intäkter, medeltillväxter, markvärden och kassaöverskott för två björkbestånd växande på ståndorter med index B24 och B26.

B24	Total ålder (år)	Övre höjd (m)	Stamantal (st/ha)	Dg (cm)	Volym (m³sk/ha)	Timmer- andel (%)	Kostnader (kr/ha)	Intäkter (kr/ha)	Netto (kr/ha)
Hyggesrensning	0						1 000		-1 000
Markberedning	0						3 000		-3 000
Röjning	13						5 500		-5 500
Gallring 1	24	12,0	810	8,2	21	0	6 200	3 300	-2 900
Gallring 2	34	16,8	329	13,6	36	1	4 300	6 700	2 400
Gallring 3	49	22,0	170	22,1	67	27	4 900	16 700	11 800
Slutavverkning	64	25,7	368	27,2	233	41	10 700	66 600	55 900
Årlig medeltill- växt (m³sk/ha)	6,1								
Kalkylränta	1%	2%	3%	4%	5%				
Markvärde (kr/ha)	58 400	16 000	3 500	-1 600	-3 900				
Kassaöverskott (kr/ha år)	900								

B26	Total ålder (år)	Övre höjd (m)	Stamant. (st/ha)	Dg (cm)	Volym (m³sk/ha)	Timmer- andel (%)	Kostnader (kr/ha)	Intäkter (kr/ha)	Netto (kr/ha)
Hyggesrensning	0						1 000		-1 000
Markberedning	0						3 000		-3 000
Röjning	11						5 500		-5 500
Gallring 1	20	12,0	810	8,2	20	0	6 200	3 300	-2 900
Gallring 2	30	17,4	329	15,2	47	3	4 900	9 000	4 100
Gallring 3	40	21,5	174	17,3	37	17	3 500	8 200	4 700
Slutavverkning	55	26,0	377	28,0	257	43	11 500	74 200	62 700
Årlig medeltill- växt (m³sk/ha)	7,2								
Kalkylränta	1%	2%	3%	4%	5%				
Markvärde (kr/ha)	74 200	22 900	7 400	800	-2 500				
Kassaöverskott (kr/ha år)	1 080								

Tabell 4a, b och c. Avverkning, uppskattade kostnader och intäkter, medeltillväxter, markvärden och kassaöverskott för tre granbestånd växande på ståndorter med index G28, G32 och G36.

G28	Total ålder (år)	Övre höjd (m)	Stamant. (st/ha)	Dg (cm)	Volym (m³sk/ha)	Timmer- andel (%)	Kostnader (kr/ha)	Intäkter (kr/ha)	Netto (kr/ha)
Plantering	0						15 000		-15 000
Röjning	9						1 500		-1 500
Gallring 1	33	12,1	1 103	9,5	49	14	9 900	8 000	-1 900
Gallring 2	43	15,8	390	15,8	64	43	6 900	12 700	5 800
Gallring 3	58	20,4	215	23,3	93	62	7 600	23 400	15 800
Slutavverkning	73	23,8	608	28,0	391	70	17 400	111 400	94 000
Årlig medeltill- växt (m³sk/ha)	8,9								
Kalkylränta	1%	2%	3%	4%	5%				
Markvärde (kr/ha)	78 200	16 200	-1 700	-9 000	-12 400				
Kassaöverskott (kr/ha år)	1 300								

G32	Total ålder (år)	Övre höjd (m)	Stamant. (st/ha)	Dg (cm)	Volym (m³sk/ha)	Timmer- andel (%)	Kostnader (kr/ha)	Intäkter (kr/ha)	Netto (kr/ha)
Plantering	0						15 000		-15 000
Röjning	8						1 500		-1 500
Gallring 1	28	12,5	961	10,4	55	19	9 700	9 400	-300
Gallring 2	38	17,2	496	16,4	91	45	9 100	20 100	11 000
Gallring 3	48	21,1	239	22,0	92	59	7 600	22 800	15 200
Slutavverkning	63	25,6	610	28,9	438	72	19 000	126 000	107 000
Årlig medeltill- växt (m³sk/ha)	11,5								
Kalkylränta	1%	2%	3%	4%	5%				
Markvärde (kr/ha)	12 3500	35 500	8 900	-2 600	-8 400				
Kassaöverskott (kr/ha år)	1 850								

G36	Total ålder	Övre höjd (m)	Stamant. (st/ha)	Dg (cm)	Volym (m³sk/ha)	Timmer- andel (%)	Kostnader (kr/ha)	Intäkter (kr/ha)	Netto (kr/ha)
Plantering	0						15 000		-15 000
Röjning	7						1 500		-1 500
Gallring 1	25	12,9	1 103	10,1	54	17	10 200	8 900	-1 300
Gallring 2	35	18,6	454	18,2	107	50	9 900	24 500	14 600
Gallring 3	45	23,2	203	25,3	112	66	8 700	30 500	21 800
Slutavverkning	55	26,9	585	29,8	459	74	19 500	133 300	113 800
Årlig medeltill- växt (m³sk/ha)	14,1								
Kalkylränta	1%	2%	3%	4%	5%				
Markvärde (kr/ha)	172 400	56 400	20 500	4 500	-3 900				
Kassaöverskott (kr/ha år)	2 400								

G32 och G28 uppvisar lägre värden. Slutligen, vid 5 % ränta, är markvärdet för G36 lika med eller lägre än värdena för B24 respektive B26. Den interna räntan för B24 är 3,7 % och för B26 4,2 %. För de tre granboniteterna G28, G32 och G36 är den interna räntan 2,9 %, 3,8 % resp. 4,5 %. Kassaöverskotten för björk utgör mellan 38 % och 83 % av kassaöverskotten för gran (Tabell 3 och 4).

Diskussion

Produktion: Att den skattade produktionen för gran överensstämmer väl med bonitetsvärdena är föga förvånande, eftersom dessa framräknats med den använda prognosmodellen (Hägglund 1981). Den relativt måttliga skillnaden mellan motsvarande värden för björk kan ha en rad förklaringar. Bonitetsvärdena har framräknats med en modell för mellersta och norra Sverige, och avser enbart vårtbjörk. Vidare skiljer sig det tillämpade skötselprogrammet så, att bestånden enligt

Fries (1964) är stamttätare. Fries material ("Stora P", Näslund, 1971) representerar i stort trädslagsrena bestånd. Björken i riksskogstaxeringsmaterialet utgörs av provytor med björk, i trädslagsrena bestånd, som den förekommer i Sverige, men framförallt i blandade bestånd, i skött eller oskött skog. Prognoserna görs, som tidigare påtalats, i femårsperioder, varför möjligheterna att simulera gallringar är något begränsade. Detta kan dock anses ha ingen eller negligerbar inverkan på de skattade produktionsnivåerna (cf Eriksson & Karlsson 1997). Prognoserna kan således antas representera vällyckade bestånd i södra Sverige vilka underkastats en skötsel som i varje fall rekommenderades tidigare, före det att den senaste stormen i januari 2005 inträffade. Notera att prognoserna har gjorts under förutsättning av att inga omfattande skador förekommer.

Ekonomiskt utfall: Strävan var att göra så objektiva skattningar som möjligt av kostnader och intäkter i

samband med avverkningar. De är emellertid oundvikligen grundade på en lång rad antaganden. Kostnader vid tidiga avverkningar är starkt korrelerade med storleken på volymmedelstammen. Därför kan den begränsande möjligheten att välja gallringstidpunkt i prognoserna ha påverkat kalkylresultaten. Det är av samma orsak inte heller uteslutet att t.ex. två röjningar i björk skulle ge ett bättre utfall än det alternativ som prognostiserats. För björk har den första gallringen specificerats vid en övre höjd av 12 m och för gran vid 12–13 m. I praktiskt skogsbruk görs den första gallringen i gran ofta vid en övre höjd av 13–14 m. En senarelagd gallring skulle förbättra ekonomin vid den första gallringen, men något försämrade resultatet vid senare avverkningar, eftersom i så fall diameterutvecklingen skulle eftersättas jämfört med tidig gallring. En kalkyl gjordes för alternativet G32 där nettot i grundalternativet beräknades till 300 kr/ha vid den första gallringen, insatt vid

12 m höjd. Om emellertid gallringen istället specificeras till 14 m, beräknas nettot till 1 600 kr/ha. Effekten beror dels på en grövre volymmedelstam, dels på att uttaget blir större.

Då målet med dessa kalkylövningar inte varit att utröna det ekonomiska utfallets beroende av skötselprogrammet, har här inte laborerats med olika gallringsformer. Hög-gallring vid första gallring hade naturligtvis också förbättrat det ekonomiska utfallet vid detta ingrepp, vilket följande enkla kalkyl visar. Om vi åter betraktar alternativet G32 med netto 300 kr/ha, var här gallringskvoten 0,87, således en låg-gallring. Om vi istället gör en hög-gallring med motsvarande gallringsstyrka och ansätter en gallringskvot av 1,05 blir nettot i stället 1 500 kr/ha. Liksom vad gäller gallringstidpunkten kommer en förändring av gallringskvoten vid den första gallringen också att ha inverkan på nettona vid de framtida avverkningsarna. Vid bedömning av de skattade drivningskostnaderna i förhållande till erfarenheter från praktiken, kanske man finner dessa skattningar höga. Några erfarenhetstal från Södra skogsägarna, som presenterades vid en exkursion för några år sedan, ger en kostnad vid första gallring som är 10–20 % lägre än vad som beräknats i denna studie.

När det gäller att skatta intäkterna krävs flera antagande. Här har prislister som gällde strax före stormen använts för beräkningarna. För björktimmer är det emellertid tveksamt om marknaden är fullt utvecklad. Vidare har utfallet i fråga om virkeskvaliteter bestämts med erfarenheter från skilda håll i praktiken. Men i fråga om utfall av olika virkeskvaliteter från björkbestånd, som varit väl skötta under hela omloppstiden, är erfarenheten

dock starkt begränsad. Antaganden om priser och kvalitetsutfall är kritiska för resultatet. Antag till exempel att timmerpriserna för björk stiger med 30 %. Detta skulle innebära att markvärdena vid 2 % kalkylränta blir likvärdiga i alternativen B26 och G32 och högre för björk än för gran vid högre räntesatser. För både björk och gran har antagits att 5 % av virkesvärdet försvinner till följd av skador och röta. Detta är också en svår post att bedöma. Om virkesvärdet för gran i stället minskas med 10 %, orsakat av t.ex. en högre rötandel, sänks markvärdet med 12 %. Det finns en rad variabler att studera inverkan av, utöver de som just diskuteras. Läsaren uppmanas att själv i detalj undersöka de antagande som gjorts och genomföra egna känslighetsanalyser genom att ladda ner det kalkylprogram som använts, se adress i referenslistan.

Markvärde, internränta och kassaöverskott: De beräknade markvärdena är naturligt nog starkt beroende av kalkylräntan. Det är ett långt kapitel att ingående diskutera val av kalkylränta i långsiktiga ekonomiska kalkyler. Här ska endast påstås att man måste besitta en synnerligen hög självaktning för att välja en kalkylränta högre än 2 %.

Det talas ofta om ekonomiska kalkyler vid markvärdesberäkningar. Men, enligt min mening är denna beteckning i någon mån missvisande, eftersom man då också implicit uttalar sig om framtiden. Det är viktigt att poängtera att gjorda beräkningar är en ekonomisk modell över hur den ekonomiska potentialen ser ut i dag för olika alternativ, och inte innehåller några postulat om framtiden. För att kalkylera det verkliga utfallet krävs antagande om framtida marknader m.m. för minst en femtioårsperiod,

vilket i en historisk tillbakablick ter sig närmast löjligt att försöka. Vilken vikt man tillmäter markvärdesberäkningar är ett personligt övervägande.

I resultaten har markvärden, internräntor och genomsnittliga avkastningsvärden (kassaöverskott) redovisats. Det vanligaste använda kriteriet är markvärdet. Det bör direkt avrådas från att använda internränta för val mellan olika långsiktiga skogliga investeringar. Det genomsnittliga avkastningsvärdet kan, beroende på situation, vara ett lämpligt kriterium. Den urgamla striden, mellan förespråkarna för att maximera markvärdet och de som vill maximera avkastningen, kan ingalunda sägas vara slutligen avgjord, eftersom båda synsätten fortfarande tillämpas, både i privat och i statligt skogsbruk. Det kan härvid tilläggas att det råder ett direkt samband mellan markvärdet beräknat på årlig basis och det genomsnittliga avkastningsvärdet, så att det senare utgör gränsvärdet för det förra då kalkylräntan går mot 0.

Det är inte underligt att markvärdet för björk hävdar sig relativt väl i förhållande till gran vid höga räntesatser. Det beror på att framtida intäkter och kostnader ges en allt lägre värdering vid stigande ränta. Således kommer de relativt dryga anläggningskostnaderna för gran att slå igenom i beräkningarna.

Det kan konstateras att markvärdena för björkalternativet vid en kalkylränta av 2 % hävdar sig väl mot alternativet G28. Däremot är markvärdet för de högre granboniteterna betydligt högre än för björkboniteterna. Det är för G32 146 % respektive 55 % högre än för B24 och B26. Jämfört med G36 är det 250 % respektive 122 % högre.

Beräkningar visar att gran på höga ståndortsindex, jämfört med björk på höga ståndortsindex, i dag har betyd-

ligt högre ekonomiskt värde. Detta oavsett om man som kriterium använder markvärdesberäkning, med en rimlig kalkylränta, eller genomsnittlig avkastning (kassöverskott). Observera som sagt att detta dock inte är ett uttalande om framtiden.

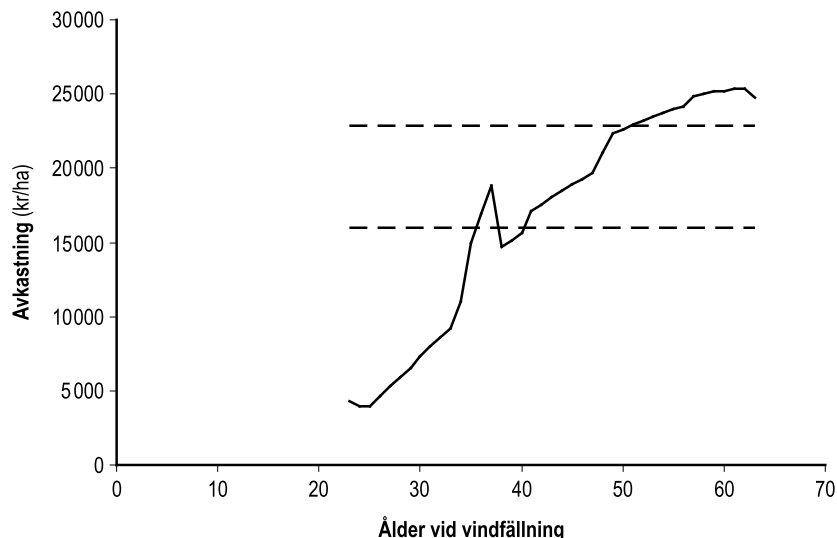
Vad händer om det stormar?

Personligen är jag skeptisk till de kalkyler som redovisas nedan. Det är som sagt lätt att utifrån sådana kalkyler dra allt för långtgående slutsatser om en oförutsägbar framtid, särskilt som antagandena måste bli ytterligt förenklade.

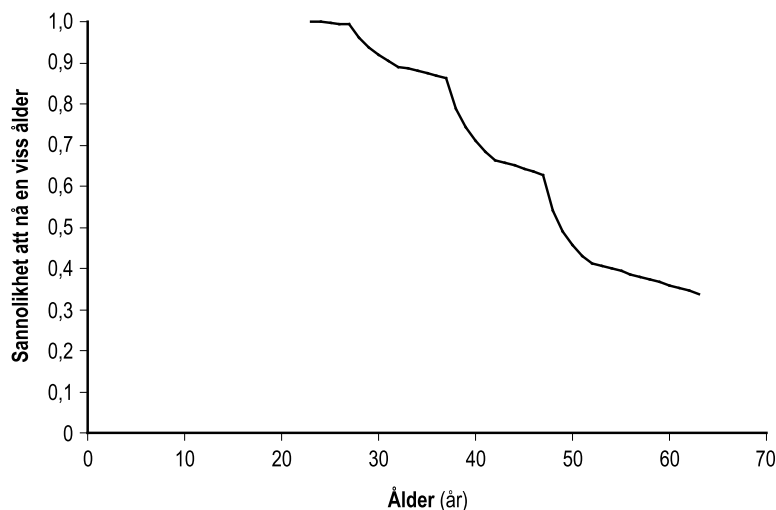
Scenario 1: "En gång men aldrig mera":

Gran på Ståndortsindex G32. Det förutsätts att den tidigare specificerade skötseln genomförs. Det antages att vindfällningen när den inträffar är total och att nettot vid avverkningsen, om detta är positivt, minskar med 30%. Vidare antas att förnygringskostnaderna ökar med 3 000 kr/ha. Vindfällning har simulerats att inträffa vid olika beståndsåldrar, från fem år före förstagallring. (Beståndsutvecklingen mellan femårsperioderna har härvid interpolerats.) Det ekonomiska utfallet har beräknats som nuvärdet av de fram till tidpunkten för stormfällningen uppkomna kostnaderna och intäkterna, plus nettot från stormavverkningen, plus markvärdet diskonterat från tidpunkten för den aktuella vindfällningen. Kalkylränta 2%.

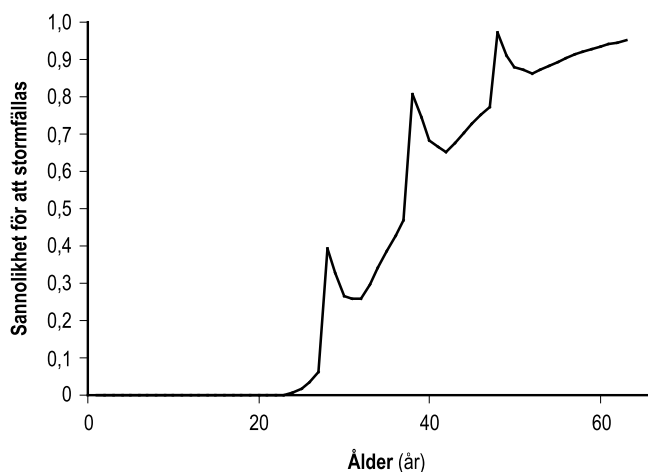
Kalkylerna ger vid handen att avkastningen vid stormfällning före ca 35–40 års ålder, ungefär vid tidpunkt för den andra gallringen, blir lägre än markvärdena i de båda björkalternativen (Figur 5). Endast om stormfällningen inträffar efter 50 års ålder blir avkastningen högre än i alternativ B26. Att kurvan har ett instabilt förlopp



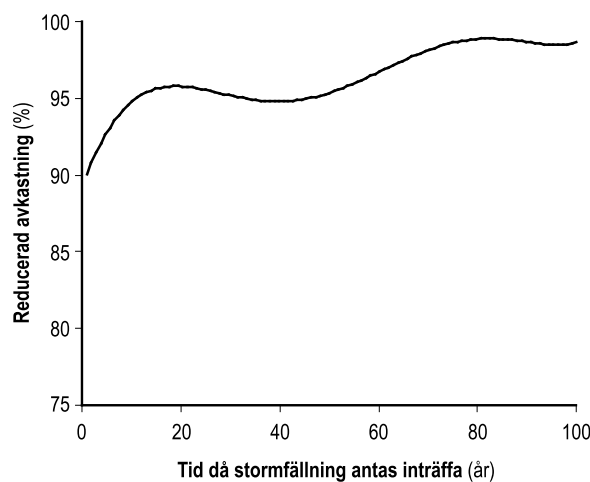
Figur 5. Scenario 1: "En gång men aldrig mer". Beräknad avkastning vid 2% ränta då stormfällning inträffar. De streckade linjerna representerar markvärden för björk på SI B24 respektive B26.



Figur 6. Hypotetisk sannolikhet att granbestånd på G32 når en viss ålder. (Sannolikhet (p) för att vindfällning ett visst år (t): $t < 23$: $p=1$, $t > 22$: $p = 0,0098 \cdot (t-22)^{0,5}$, vid gallring ökas sannolikheten att drabbas tiofaldt året efter ingreppet, sexfaldt två år efter, fyrfaldt tre år efter, trefaldt fyra år efter och tvåfaldt fem år efter ingreppet.)



Figur 7. Hypotetisk sannolikhet för vindfällning vid olika beståndsålder i granbestånd (G32) om orkan av typ Gudrun inträffar.



Figur 8. Reducerad avkastning vid en framtida stormfällning i normalskogen (G32), ränta 2 %.

beror på att kostnaderna vid avverkning eller stormfällning värderas med funktionerna för slutavverkning. (Det har antagits att stormfällningen skett efter gallringen om dessa händelser inträffat samma år.)

Scenario 2: ”Bestånd har en viss sannolikhet att blåsa ner beroende på fas i beståndsutvecklingen”: Alla bestånd blåser inte ner. Sannolikheten för att bestånd verkligen blåser ner beror bl.a. på utvecklingsgraden. En förutsättning är naturligtvis också att det verkligen blåser. Helt hypotetiskt antas att kombinationen av storm och utvecklingsgrad ger en ackumulerad sannolikhetsfördelning. Figur 6 visar sannolikheten att beståndet ska nå förstagallringen är i det närmaste 100 %, medan den är 34 % för att slutavverkningsåldern uppnås. De tre tydliga sänkningarna i kurvan beror på gallringarna, som antas påverka sannolikheten för vindfällning i betydande grad. Den förväntade avkastningen under denna hypotes blir 42 % lägre än det tidigare beräknade markvärdet

för gran på G32, opåverkad av storm, eller 16 % högre än markvärdet för B24, men 19 % lägre än markvärdet för B26.

Scenario 3: ”Förödande stormar inträffar”: Det föregående scenariot avsåg att kasta något ljus över vad som genomsnittligt kan tänkas inträffa om man betraktar granbestånd växande i ett större område, säg södra Sverige. Men man kan emellertid utgå från ett annat perspektiv och studera hur stormen inverkar vid ett tillfälle inom ett hårt drabbat område. Antag t.ex. ett normalskogstillstånd. En sådan skog har en årlig avkastning motsvarande kassaöverskottet. Om vi tar alternativet G32, tänker oss en normalskog och beräknar nuvärdet av all framtida avkastning (kassaöverskott) vid 2 % ränta, erhålls ett värde av 92 400 kr/ha. Man kan fråga sig vad som händer med avkastningen om en sådan normalskog drabbas av storm? Antag att konsekvenserna vid stormfällning i fråga om minskat netto och fördyrade förnyngningskostnader blir de samma

som i de tidigare alternativen. Det förutsätts att ”stormen” i det här fallet är en orkan av typ Gudrun och att risken för att fällas här är betydligt större än i det tidigare alternativet (Figur 7).

Beräkningarna visar att stormfällningen under givna antaganden minskar avkastningen med ca 10 % om denna sker omedelbart. Under diskonteringsvälsignelse blir konsekvenserna av stormfällning lindrigare ju längre fram i tiden den inträffar. (Figur 8).

Den jämna avkastningen från skogen blir naturligtvis kraftigt störd, när denna upphör att vara en normalskog i samband med stormfällningen.

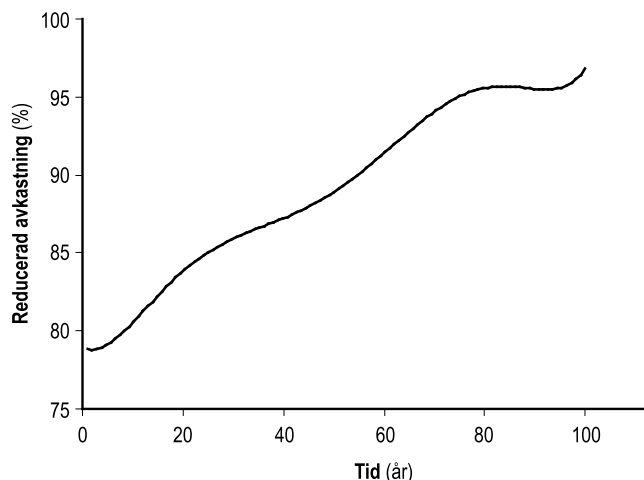
Man kan fortsätta sådana övningar och se vad som händer om man låter fler likadana stormar härja mer frekvent, t.ex. om man släpper lös fyra stormar med jämna 25 års intervaller (t.ex. år 1, 26, 51 och 76 eller 5, 30, 55, 80 etc.) resultatet av ett sådant räknestycke framgår av Figur 9.

Det kan synas något förvånande att inverkan av stormfällningen inte

har större inverkan på det ekonomiska resultatet, vilket i sig kan bero på otillräckliga specifikationer. Det beror emellertid också på den realisation, av kapital som är bundet i skogen, som sker vid stormfällning. Kapitalet återuppbyggs på lång sikt. Men tack vare diskontering blir inte effekterna så dramatiska på det ekonomiska resultatet.

Slutsatser

- Det går för närvarande inte att över-sätta ståndortsindex mellan gran och björk. En direkt jämförelse mellan granens och björkens produktionspotential i södra Sverige är därför knappast möjlig.
- Skattningarna av granens och björkens produktion under de givna förutsättningarna bedöms vara tillförlitliga och visar att produktionen i de studerade intervallerna av ståndortsindex är betydligt högre för gran än för björk. (Plantering av ett förädlat björkmaterial skulle dock kunna ge ett annat utfall.)
- De ekonomiska utvärderingarna visar också ett betydligt bättre resultat för gran än för björk, vid rimliga kalkylräntor. Dock hävdar sig den bästa björkboniteten B26 relativt väl. Det bör noteras att ett högt ståndortsindex för björk inte nödvändigtvis behöver jämföras med ett högt dito för gran, eftersom samvariationen mellan dessa index är relativt svag.
- Kalkylen för björk förutsätter att vidtagna förnygringsåtgärder alltid leder till önskat resultat. Jämfört med en granplantering ter sig emellertid naturlig förnygring av björk som mer osäker.
- Stormfällning påverkar naturligtvis kalkylen för gran negativt. Om



Figur 9. Skogen drabbas av 4 stormar med 25 års mellanrum (se text). Reducerad avkastning är jämfört med om ingen stormfällning inträffar (G32), ränta 2 %. (Endast de hundra första åren utritade.)

storm inträffar i granskog på G32 är alternativet B24 bättre om stormen inträffar före 25 års beståndsålder och alternativet B26 är bättre eller likvärdigt med granalternativet oavsett när stormen inträffar. (2 % ränta). (Det bör noteras att även björk ibland blåser ner.)

- Effekten av allvarlig stormfällning i en normalskog av gran på den framtida avkastningen synes vara relativt måttlig (2 % ränta).

Det finns en rad parametrar som påverkar resultaten av gjorda kalkyler. Läsaren uppmanas därför som sagt att vidta de förändringar som känns relevanta och också att genomföra känslighetsanalyser. Liknande kalkyler har också gjorts av andra, se t.ex. Hansson (2002). Jämförelser är emellertid svåra,

eftersom förutsättningarna för kalkylerna delvis är annorlunda.

Slutligen ska återigen poängteras att de gjorda kalkylerna inte innehåller några postulat om framtiden.

Regionala effekter på skogsproduktionen om granskog omförs till björkskog

Anders Lundström, SLU

Ola Rosvall, Skogforsk

Björn Elfving, SLU

Syftet med projektet var att med hjälp av SLU:s prognosystem HUGIN beräkna effekten av att ersätta delar av dagens granskogar genom naturlig förnygring med björkskog. Två olika scenarier där olika stor andel av förnygringarna ersätts studerades. I *scenario 1* var målet att omställa 30 % av granskogarna och i *scenario 2*, 60 % av granskogarna. Det gjordes successivt under 100 år. Analyserna baserades på beräkningar för två områden, Väster- norrlands län (Y) och Jönköpings län (F). Jämförelser gjordes med de beräkningar som genomfördes i den senaste landsomfattande skogliga konsekvensanalysen, SKA 03 (SKS 2004) som också var bas för de studerade scenarierna. Jämförelse gjordes också

med ett antal produktionsintensiva scenarier för samma län (Rosvall m.fl. 2004a och b).

Material och metoder

Efter förnygringsavverkning av en yta i Huginssystemet tillskapas i normalfallet ett utgångsläge för ny skog genom val av en provyta från en ungsogsdatabas med ledning av ståndortsförhållanden och planerade förnygringsåtgärder. För att skapa utgångslägen med björk på en viss andel där det normalt skulle planteras gran eller resultera i gran efter självförnygring, valdes istället provytor med hög andel björk i dessa scenarier. Genom att röjningarna dessutom styrdes mot att gynna lövträd, ökades andelen björk ytterligare på dessa ytor.

Resultat vad avser förnygringsarealer och skogstillstånd från SKA 03 utnyttjades för att komma fram till hur stor andel som ska förnygras med björk i

de olika scenarierna. Grunddata för de ingående länen, skogsmarksareal, areal granskog samt hur stor areal som förnygras med gran respektive självförnygras redovisas i Tabell 1.

Målet att 30 respektive 60 % av dagens granskogar ska ersättas med björkskog innebär för Y län att 9,6 resp. 19,2 % av total skogsmarksareal ska ersättas under beräkningsperioden som är 100 år. För F län är motsvarande siffror 13,1 respektive 26,0 %.

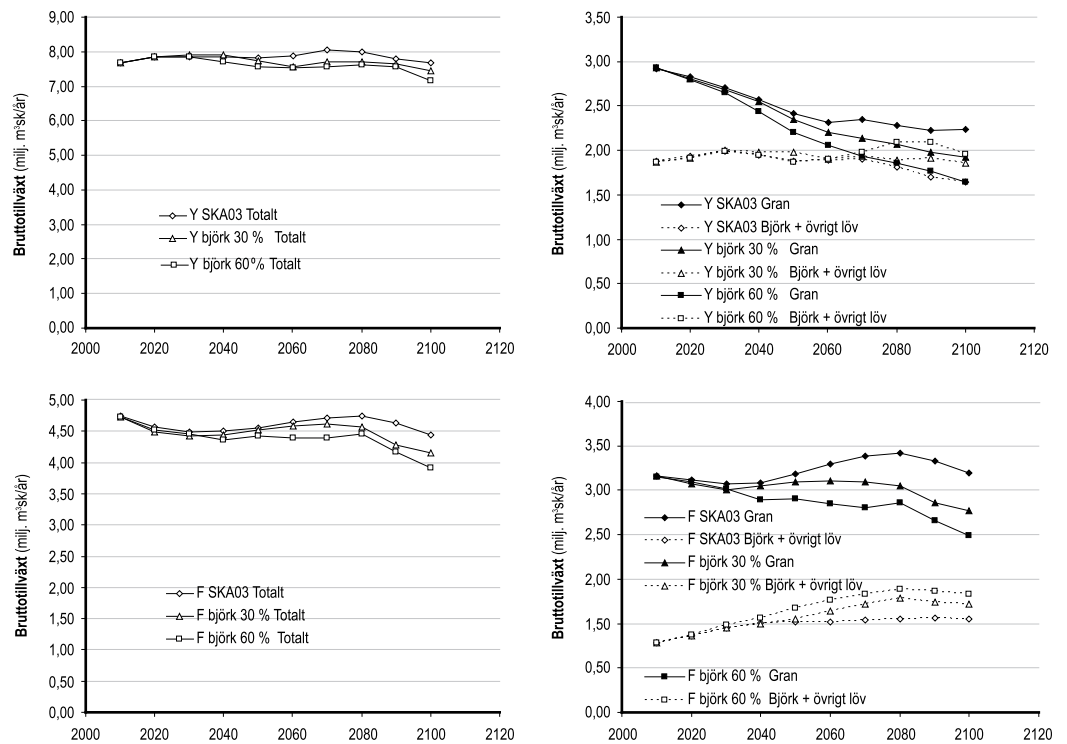
Med hjälp av detta underlag beräknades hur stora andelar av förnygringarna som årligen skulle behöva omföras från gran till björk för att nå målet efter beräkningsperiodens slut (100 år). Det är rimligt att en viss andel av tänkta granplanteringar lämnas för självförnygring där lövskog gynnas och att en viss andel av tänkta självförnygringar som skulle ha resulterat i gran, sköts så att björken gynnas. Dessa andelar måste specificeras.

Tabell 1. Underlag för simuleringarna. Skogstillstånd i utgångsläget, år 2005.

	Total brukad areal (1 000 ha)	Granskog (1 000 ha)	Plantering gran (ha)	Självförnygring alla trädslag (ha)
Y län	1 685	538	2 000	5 600
F län	703	308	3 500	3 200

Tabell 2. Andelar av granplanteringar och självförnygringar där björkförnygring gynnas för att omföra granskog till björkskog.

	Scenario (%)	Granplan- teringar (%)	Utfall			
			Självförnyg- ringar (%)	Omförd areal (1 000 ha)	Andel av total areal (%)	Andel av granarealen (%)
Y län	30	50	40	148	8,8	27,5
	60	70	70	261	15,5	48,6
F län	30	20	10	87	12,4	28,2
	60	40	20	182	25,9	59,1



Figur 1. Årlig bruttotillväxt i Y och F län om 30 % eller 60 % av nuvarande granarealer successivt ersätts med naturföryngrad björk under 100 år. Total tillväxt samt tillväxt av gran respektive björk+övrigt löv. Inom parentes anges utfallet av omförd areal.

Åtgärden självföryngring i HUGIN resulterar i urval av ytor i ungskogs-databasen med varierande trädslags-blandning beroende på ståndortsför-hållanden, åtgärd och slumpfaktorer. Normalt eftersträvas t.ex. självföryn-gring av tall genom att ställa fröträd och markbereda svaga marker. Här har inga åtgärder vidtagits, men krav på viss bonitet och fuktighet uppställdes på självföryngringar för att motsvara marker lämpliga för gran.

I Tabell 2 redovisas vilka andelar av granplantering respektive självföryn-gringar som användes för att nå målet. I Y län sker en minskning av granarealen över tiden genom att tall dominerar föryngringarna i grundscenariot. Efter-som det således är en relativt liten areal

som föryngras med gran, och att kravet som ställs på självföryngringsmakerna utesluter alla torra marker och låga boniteter, behövde en stor andel omföras från gran till björk. I Y län uppnåddes också endast knappt 50 % omställning i *scenario 2*. I F län är andelen granföryngringar och därmed andelen granskog ungefär oförändrad under hundraårsperioden och andelen som omförs blir då mindre.

Resultat

Effekt på virkesförråd, tillväxt och avverkning i F och Y län

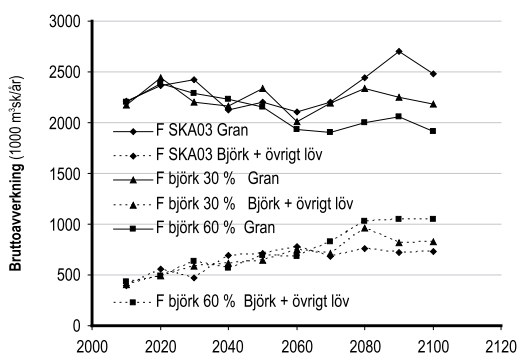
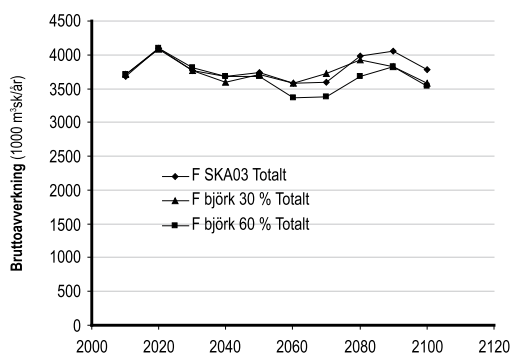
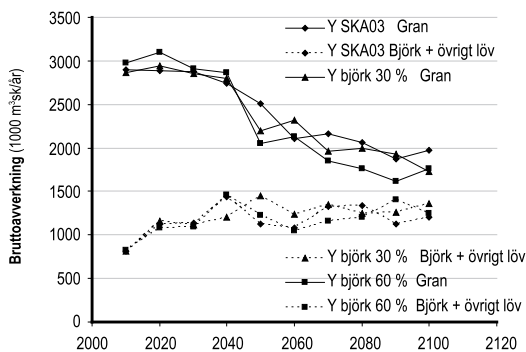
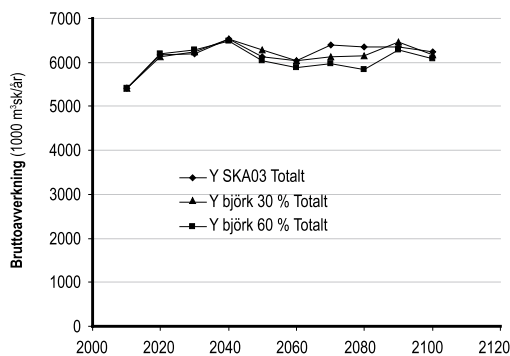
90-talets skogsbruk, som är grunden för SKA 03, leder i sig till föränd-ringar av andelen gran och björk över tiden. I Y län ökar lövandelen under

hundraårsperioden från 19 till 25 % av virkesförrådet och i F län från 14 till 25 %. I Y län innebär ökad andel tallföryngring en minskning av andelen gran, medan i F län minskad tallföryngring ökar andelen gran något. Genom att successivt omföra 30 % eller 60 % av ursprungliga granskogs-arealen med naturföryngrad björk ökar lövandelen med ytterligare 5 % till ca 30 % vid hundraårsperiodens slut för båda länen.

När en ökad andel av granföryn-gringarna i SKA 03 istället föryngras genom naturlig föryngring av björk (och övrigt löv) sjunker den totala bruttotillväxten successivt under hundraårsperioden (Figur 1). Effekten blir påtaglig efter ca 50 år. Den totala

Tabell 3. Förändrad bruttotillväxt och bruttoavverkning (gallring + föryngringsavverkning, m³sk) under olika tidsperioder om 30 eller 60 % av nuvarande granareal successivt ersätts med naturföryngrad björk (och övrigt löv) under 100 år.

	Tidsperiod							
	0-100		0-50		50-100		2100	
	Tillväxt (%)	Avverkning (%)	Tillväxt (%)	Avverkning (%)	Tillväxt (%)	Avverkning (%)	Tillväxt (%)	Avverkning (%)
Y 30 (28)	-2	0	0	0	0	-3	-1	-3
Y 60 (49)	-3	-2	-1	0	0	-5	-4	-7
F 30 (28)	-3	-1	-1	0	0	-4	-2	-7
F 60 (59)	-5	-3	-2	0	0	-8	-6	-12



Figur 2. Årlig bruttoavverkning (gallring + föryngringsavverkning) i Y och F län om 30 % eller 60 % av nuvarande granareal ersätts med naturföryngrad björk. Total avverkning samt avverkning av gran respektive björk+ övrigt löv.

tillväxtminskningen för Y och F län för perioden 50–100 år är i genomsnitt 3–4 % i *scenario 1* och 5–8 % i *scenario 2* (Tabell 3). Den sista tioårsperioden runt 2100 är tillväxtminskningen ännu större (Tabell 3). Minskningen är större i F än i Y län eftersom granandelen är större i F län.

Minskad total tillväxt innebär minskad avverkningspotential, men bruttoavverkningen (gallring + för-yngningsavverkning) minskar något mindre än tillväxten, 1–2 % i *scenario 1* och 4–6 % i *scenario 2* för perioden 50–100 år (Tabell 3). De högre siffrorna gäller för F och de lägre för Y län. I genomsnitt för den andra femtioårsperioden innebär det att avverkningarna i Y och F län totalt minskar med 259 000 respektive 243 000 m³sk per år. Avverkningsminskningen för gran under motsvarande period är 2–8 % och 10–18 % för *scenarierna 1* och *2* (Tabell 4), vilket för 60 % fallet innebär 211 000 respektive 426 000 m³sk för Y och F län. Den sista tioårsperioden runt 2100 är minskningen ännu större (Tabell 4).

Tillväxtminskning på omförd areal

Effekten på den från gran till björk omförd arealen kan grovt beräknas genom att hänföra hela produktionsminskningen efter 100 år till den vid den tiden totalt påverkade arealen. Efter 100 år bör scenarierna ha närmat sig ett jämviktsläge med skogar i alla åldersklasser och de skogar som först anlades börjat att avverkas. I Y län sänks tillväxten långsiktigt på omförd areal med en tredjedel och i F län med hälften (Tabell 5).

Effekt på landsnivå

Y och F län är tämligen representativa för norra respektive södra Sverige. Om man med norra Sverige menar balans-

Tabell 4. Förändrad bruttoavverkning av gran (gallring + för-yngningsavverkning) i % under olika tidsperioder om nuvarande granarealer ersätts till 30 eller 60 % med naturlig för-yngning av björk (och övrigt löv) successivt under 100 år. Inom parentes anges det verkliga utfallet av omförd areal.

	Tidsperiod			
	0-100	0-50	50-100	2100
Y 30 (28)	-2	-2	-2	-12
Y 60 (49)	-4	0	-10	-11
F 30 (28)	-4	0	-8	-12
F 60 (59)	-9	-1	-18	-23

Tabell 5. Tillväxtminskning under den sista 10-årsperioden (runt år 2100) på den areal som successivt omförs från gran- till björkskog under 100 år. Inom parentes anges det verkliga utfallet av omförd areal.

	Sammanlagd omförd areal under 100 år (%)	Total tillväxtminskning period 10 (%)	Tillväxtminskning på omförd areal period 10 (%)
Y 30 (28)	9,6	-3	33
Y 60 (49)	19,2	-7	36
F 30 (28)	13,1	-7	51
F 60 (59)	26,0	-12	46

område 1 och 2 (balansområden enligt SKA 03), och räknar balansområde 3 och 4 till södra Sverige, utgör Y län 11,0 % av norra Sverige och står för 12,7 % av tillväxten. Motsvarande siffror för F län är 9,8 % av arealen i södra Sverige samt 9,7 % av tillväxten. Y och F län har förhållandevis något större granareal än genomsnittet i respektive landsända. I Y län ligger 14,8 % av granarealen och i F län 11,6 %. Den omförd arealen i Y län blev 49 % och inte 60 %. Med korrektion för den verkliga och omförd arealen så beräk-

nades effekten av att omföra 30 % och 60 % av hela Sveriges granskogsareal till björkskogar.

Under sista tioårsperioden om 100 år när omföringen till björkskogar är helt genomförd uppskattas tillväxten bli 4–9 milj. m³sk lägre för landet som helhet beroende på om 30 eller 60 % av granarealen omförs. I genomsnitt för perioden 2060–2100 uppskattades landets totala tillväxt minska med 3–6 milj. m³sk per år och den årliga avverkningen med 1–4 milj. m³sk. Minskningen av granavverkning uppskattades till mellan

2–5 milj. m³sk/år beroende på intensiteten i överföringen av gran till björkskog.

Jämförelse med produktions-intensiva scenarier

Produktionsbortfallen till följd av omföring av granskog till björkskog jämfördes med den produktionsökning som kan nås genom att tillämpa några produktionshöjande skötselmetoder. Beräkningar finns redovisade för Y och F län av Rosvall m.fl. (2004 a och b). Dessa scenarier utgår från samma grundscenario, SKA 03. Men för att renodla effekterna av de olika metoderna beräknades ett referensscenario utan användning av förädlade plantor och contortatall samt utan gödsling (Skillnaden mot SKA03 blev dock liten). SKA03 var referens när följande metoder prövades:

1. Föryngring godkänd: Ökning av andelen markberedning och plantering från 50–60 % till 75–85 % för att nå skogsvårdslagens krav på godkända föryngringar.
2. Föryngring intensiv: Som metod 1 plus ökad kvalitet i allt föryngringsarbete.
3. Förädling fröplantage: Användning av förädlade plantor i metod 1.
4. Contortatall 15 000 ha: Plantering av tillåten areal contortatall i Y län (2 000 ha/år)
5. Gödsling låg: Gödsling motsvarande 60 000 ha i Sverige (7 500 ha/år i Y län och 4 000 ha/år i F län)
6. Gödsling hög: Gödsling motsvarande 220 000 ha i Sverige (30 000 ha/år i Y län och 7 500 ha/år i F län).

Tabell 6. Förändrad bruttotillväxt (gallring + föryngringsavverkning, m³sk) under olika tidsperioder med olika tillväxthöjande metoder i Y och F län.

	Tidsperiod		
	0–100	0–50	50–100
Y Föryngring godkänd	2	2	3
Y Föryngring intensiv	6	3	9
Y Förädling fröplantage	6	5	8
Y Contortatall 15 000 ha	3	1	4
Y Gödsling låg	2	1	3
Y Gödsling hög	8	8	9
F Föryngring godkänd	4	4	5
F Föryngring intensiv	4	4	6
F Förädling fröplantage	7	6	10
F Gödsling låg	2	2	2
F Gödsling hög	3	4	3

Produktionsökningen av att intensifiera skogsföryngringen till nivån intensiv eller effekten av att använda förädlade plantor är av samma storleksordning som produktionsbortfallet av ökad björkareal. För perioden 50–100 år är det 3–8 %. Produktionsbortfallet är större än vad som kan nås med plantering av contortatall inom ramen för vad skogsvårdslagen tillåter eller med en rimlig gödslingsinsats. Det höga gödslingsscenarioet kompenserar tillväxtförlusten av ökad björkareal, men är så omfattande att det knappast är praktiskt rimligt.

Diskussion

Eftersom omföringen görs successivt under beräkningsperioden sker den sista omställningen från gran till björk först om 100 år och något tidigare har de först omförda arealerna börjat föryngringsavverkas. De stora effekterna kommer alltså först nästa hundraårsperiod, men ett jämviktsläge med nya

björkskogar i alla åldersklasser bör ha uppnåtts under sista tioårsperioden runt 2100. Resultaten från den sista beräkningsperioden bör därför bäst visa de mycket långsiktiga konsekvenserna av att omföra granskogar till björkskog.

Resultaten av de här Huginsimuleringarna kan emellertid bara ange storleksordningar på de möjliga effekterna av att omföra granskog till björkskog. Effekterna varierar mellan landsända beroende på utgångsläget vad avser andelen granskog och hur den förändras över hundraårsperioden i grundscenarioet. Skillnaden i produktion mellan scenarier är därför inte en renodlad skillnad i produktion mellan gran och björk. Granskogarna i jämförelsescenariot SKA 03 är inte trädslagsrena. De innehåller redan en viss andel löv och virkesförrådet av lövträd ökar mer under hundraårsperioden i grundscenarioet SKA 03 än genom omfördelningen till björkskog i de simulerade scenari-

erna. Vidare rekryteras en stor del av både framtidens gran- och tallskogar från självföryngringar, varför även tallens omfattning och tillväxt påverkas när granarealen ska minska och björkarealen öka. I Y-län sker också en kraftig minskning av granarealen över tiden i grundscenariot. Simuleringarna ger emellertid rimliga resultat i så måtto att de är logiska vad gäller scenariernas rangordning och tillväxtens utveckling över tiden. Den mindre tillväxtminskning på omförd areal med en tredjedel i Y-län och med hälften i F-län är också rimlig. Tillväxtminskningen och skillnaden mellan landsändar är i nivå med pågående undersökningar av granens och björkens produktion på samma ståndort.

Däremot kan man direkt invända mot realismen att i verkligheten kunna ersätta granföryngringar med björkföryngringar i den omfattning och med den precision som skett i scenarierna. Här har vi selekterat ungskogsytor där lövträd dominerar eller utgör en stor

andel ur en databas som grund för de nya bestånden. I verkligheten ska ett jämt lövuppslag uppnås genom självföryngring efter avverkning i förutbestämda bestånd. Det är inte rimligt att önskat resultat alltid nås, varför en verklig omföring av granföryngringar till lövföryngringar genom naturlig föryngring skulle ge längre föryngringstider och sämre slutenhet och därmed ännu lägre produktion. Å andra sidan tillkommer inväxning av gran i björkskogarna i en verklig situation, vilket inte simulerades i dessa scenarier. Om dessa granar får utvecklas kommer de att minska produktionsbortfallet. Men om skötseln ska eftersträva rena björkskogar även i kommande generationer har de ingen betydelse för produktionen. Det förutsätter dock att de aktivt avlägsnas. Resultaten här måste därför ses som endast teoretiskt möjliga.

Produktionsbortfallen av ökad björkareal är av samma storleksordning som de produktionsökningar

som kan nås med ökad intensitet i tillämpningen av en rad skogsskötselmetoder. Om stora arealer granskog överförs till björkskog kan emellertid inte dessa metoder tillämpas med den effekt som jämförelsescenarierna utvisar. Ökad självföryngring minskar arealen där intensiv föryngring kan tillämpas och därmed också arealen där förädlade plantor kan planteras. Gödslingseffekten i björk är också lägre än i gran. Dessa effekter är adderbara, varför möjligheten till produktionshöjning avsevärt minskas genom ökad andel självföryngring med björk. Om björkbestånden istället tillskapas genom plantering kan både effekten av intensiv föryngring och växtförädling tillvaratas.

Val av trädslag – Hur hanterar vi risken för stormskador?

Urban Nilsson, SLU
Ola Sallnäs, SLU

Efter stormen Gudrun i januari 2005 har en diskussion kring skogsbrukets metoder och strategier kommit igång, såväl inom som utom skogsbruket. Många har hävdade att en ökning av andelen lövskogar och blandskogar skulle innebära mindre ekonomiska effekter av framtida stormar. Argumentationen baseras på att gran är bland de mest stormkänsliga trädslagen i Sveriges skogar. Diskussionen är intressant och bör föras. Vi vill med ett räkneexempel försöka bidra till diskussionen om granskogsbruket och risktagande.

Vi vill sätta in diskussionen i ett riskperspektiv. Den senaste stormen, accelererande skador av rottröta och eventuellt förändrat klimat har påverkat synen på skogsbruket. Både skogsbrukare och intresserad allmänhet har insett att beslut i skogsbruket

måste ske med hänsyn till risk och osäkerhet. De långa tidshorisonerna i skogsbruket innebär att den skog vi etablerar idag kommer att finnas under lång tid och kommer att nyttiggöras av våra barn och barnbarn. De långa tidshorisonerna innebär också att skogen kommer att vara utsatt för en lång rad osäkra faktorer som insektsangrepp, storm, rottröta, klimatförändring och förändrad virkesmarknad.

Förutsättningar

Vi kommer i analyserna att utgå ifrån fyra lika stora fastigheter. Fastigheterna är lokaliserade någonstans i Götaland. Samtliga fastigheter består helt och hållet av bördig frisk mark (G28). På samtliga fastigheter består skogen i utgångsläget av lika stor areal i alla åldersklasser från kalmare till slutavverkningsåldern (normalskog). Fastigheterna skiljer sig åt med avseende på trädslag, gallringsprogram och slutålder. Samtliga fastigheter omfattar

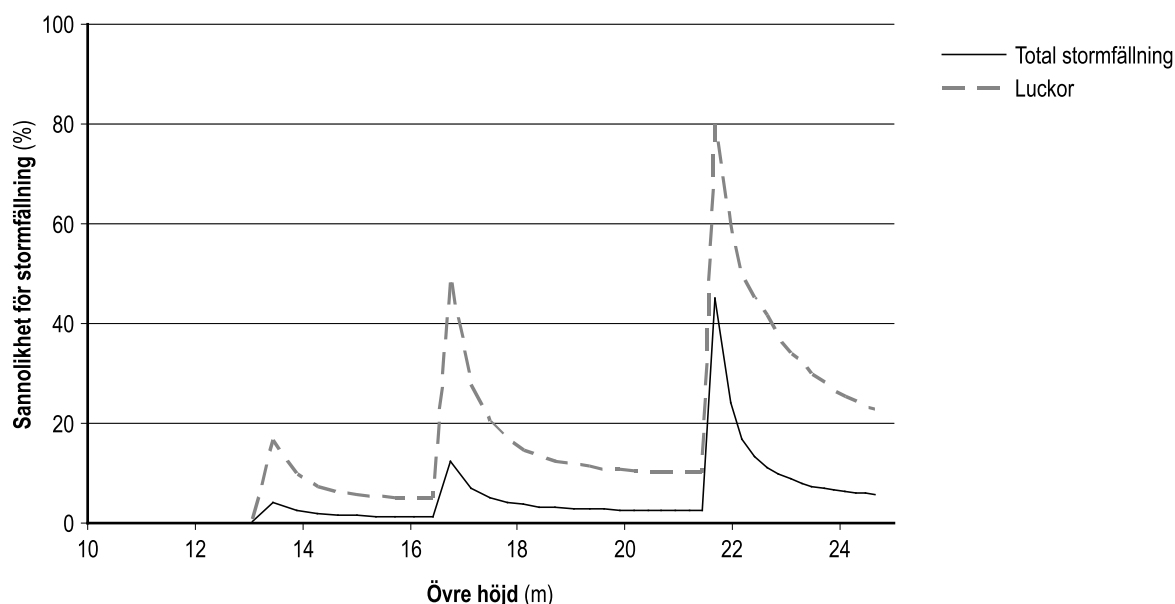
75 ha. Dessa är fördelade på olika antal åldersklasser beroende på olika slutåldrar. På den första fastigheten består skogen av granskog som sköts med tre gallringar. Kalmare planteras med 2 500 granplantor/ha efter markberedning (harv) och insekticidbehandling. Vidare sker två lövröjningar, tre gallringar och skogen slutavverkas vid en totalålder av 75 år.

Den andra fastigheten består också till 100 % av gran, men bestånden gallras bara en gång och slutavverkas tidigare än på fastighet 1. Plantering sker med 1 500 plantor per hektar efter markberedning (högläggning med grävskopa) och insekticidbehandling. Efter plantering sker två röjningar, en brännvedsgallring varvid all björk tas bort, en gallring och slutavverkning vid totalåldern 65 år.

På fastighet nummer tre satsar man på blandskog av gran och björk. Plantering sker med 1 000 plantor per hektar efter inversmarkberedning med

Tabell 1. Ekonomisk analys av de fyra olika alternativa skötselmodellerna. I tabellen redovisas kostnad och intäkt i kr/ha. Vid beräkning av nuvärde och markvärde har kalkylräntan 2 % använts.

	Gran, tre gallringar		Gran, en gallring		Blandskog		Björk	
	År	Netto	År	Netto	År	Netto	År	Netto
Föryngring	0	-10 000	0	-7 000	0	-6 000	0	-1 500
Röjning1	5	-1 500	5	-1 500	5	-1 500	5	-1 500
Röjning2	10	-1 500	13	-2 000	13	-2 000	8	-2 500
Brännvedsgallring			18	-500	18	-500	13	-500
Gallring1	34	4 600	42	9 700	33	2 400	20	-1 100
Gallring2	44	9 000			43	7 700	40	9 400
Gallring3	61	16 400			58	13 600		
Slutavverkning	75	124 800	65	106 400	75	105 900	60	56 000
Kassaöverskott/år		1 891		1 617		1 595		972
Nuvärde		26 685		23 340		23 574		15 206
Mervärde		29 948		27 343		26 457		18 314



Figur 1. Sannolikheten för stormfällning av hela beståndet samt för stormfällning i luckor vid olika övre höjd för alternativ 1 (ren gran, tre gallringar), stormstyrka 55 milj. m³.

grävsropa och insekticidbehandling. Vid två röjningar försöker man spara de planterade granarna samt 1 500 utvecklingsbara björkar per hektar. Beståndsbehandlingen innefattar en brännvedsgallring och tre gallringar varvid de sista björkarna gallras bort i den sista gallringen. Slutavverkning sker vid en totalålder av 75 år. Eftersom man inte kan räkna med en naturlig förnygring på all areal delas arealen in i tre delar där den ena är en lyckad blandskog, den andra halvlyckad och den tredje misslyckad med ren gran.

Den fjärde fastigheten består av ren björkskog. Björken förnygras med naturlig förnygring från kantträd på hyggen efter harvning. Beståndsbehandlingen innefattar två röjningar, en brännvedsgallring, två gallringar och slutavverkning vid totalåldern 60 år. Något orealistiskt förutsätts att den naturliga förnygringen lyckas på all mark. I Tabell 1 redovisas kostnader

och intäkter per hektar under en omloppstid för de olika fastigheterna.

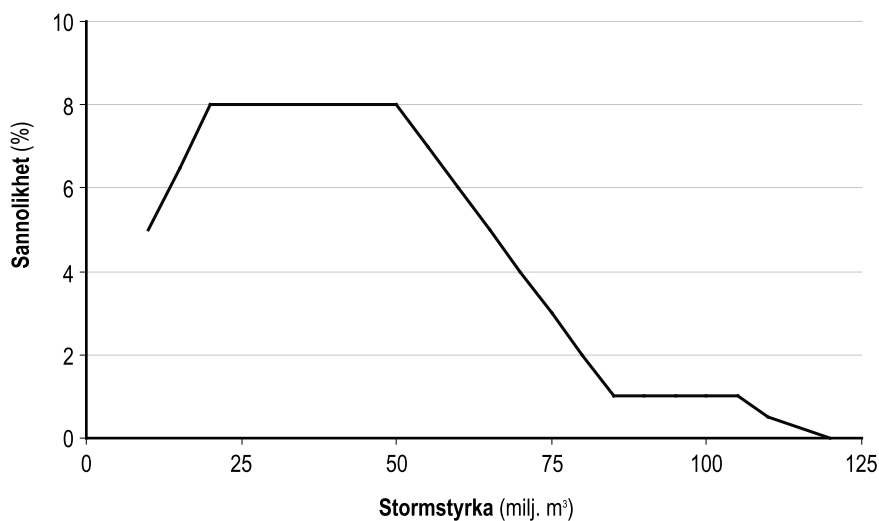
Risken för stormskador i ett bestånd beräknas från variablerna beståndshöjd och tid sedan senaste gallringsingrepp (Figur 1). Risken för stormskador avser gran, medan björk inte påverkas alls av storm. Vid beräkningen av stormskaderisken har funktioner som togs fram av Persson (1975) använts. Dessa funktioner skalas sedan om så att specificerad volym skulle falla i en storm i Götaland om hela granarealen bestod av normalskog.

Vid simuleringarna används begreppen stormfrekvens och stormstyrka. Stormfrekvensen varierar mellan 0–20 %, där 20 % stormfrekvens motsvarar en storm vart 5:e år. Stormstyrkan mäts i antal kubikmeter nerblåst volym och varierar i simuleringen slumpmässigt med varierande sannolikhet mellan 10–120 milj. m³ (Figur 2). Specificerad fallen volym

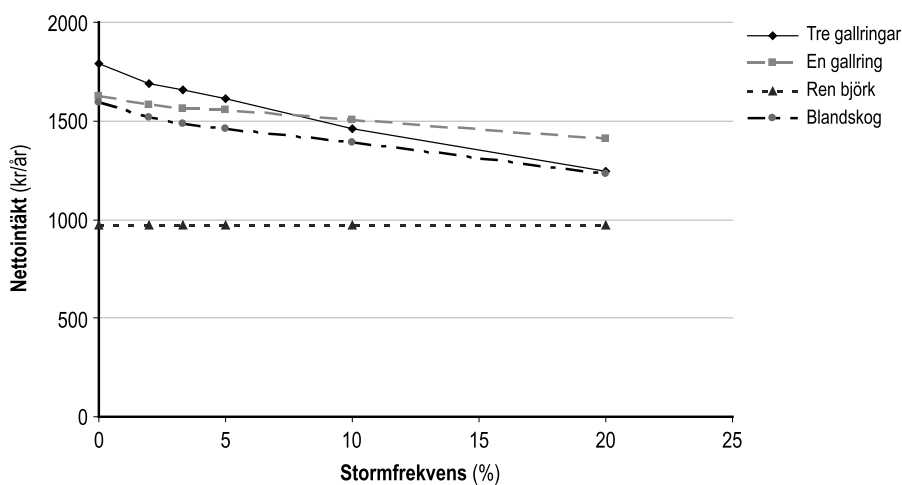
erhålles genom att Perssons funktioner skalas till att ge detta resultat. Förutom de allvarliga stormarna drabbas skogen i simuleringen av småstormar med en styrka av 0,5–10 milj. m³ vart 5:e år. Frekvensen av småstormar varierar inte.

Vid en storm kommer hälften av volymen vara i bestånd som blåser ner helt och hållet så att ett hygge bildas, medan den andra hälften blåser ner i luckor som summerar till mindre än hälften av arealen (Figur 1). Vid upprepade stormfällningar i luckor kommer beståndet att avverkas helt och hållet när den sammanlagda luckarealen uppgår till mer än 50 % av beståndets areal.

Eftersom en storm inte kan förväntas drabba hela Götaland likformigt har vi förutsatt att den stormfällda volymen koncentreras till 40 % av arealen. Inom arealen med stormskador fördelas den stormfällda volymen



Figur 2. Sannolikhet för olika stormstyrkor (milj. m³ stormfälld gran i Götaland).



Figur 3. Medelnettointäkt (kr/år) under en 10 000-årsperiod för de fyra skötselalternativen vid varierande stormfrekvens.

så att 10 % av arealen får 50 % av den nerblåsta volymen, 10 % av arealen får 30 % av volymen, 10 % av arealen får 15 % av volymen och de sista 10 procenten av arealen får 5 % av volymen. Förläggningen av den stormdrabbade arealen slumpas ut vid varje stormtillfälle. Detta innebär att en fastighet kan gå helt fri från stormskador om

den befinner sig utanför stormarealen, medan sannolikheten för nerblåsning blir väldigt hög för fastigheter som befinner sig inom de 10 % av arealen som har 50 % av den nerblåsta volymen.

Ekonomiska förutsättningar är att all skog är oförsäkrad så att skogsägaren själv får stå för allt inkomstbortfall på grund av stormskador. Vidare

påverkas virkesmarknaden av stormar där mer än 10 milj. m³ blåser ner så att virkespriserna minskas med 30 %. Kostnaden för tillvaratagande av stormfäld virke är 50 % högre än för stående skog, både för allvarliga och små stormar.

För framskrivning av gran- och blandskogsalternativen har ett nyutvecklat simuleringsinstrument (DT) använts. DT medger simulering av ett skogsbestånd från plantskog till slutavverkning. Även olika skogsskötselåtgärder kan anges. DT beräknar också det ekonomiska utfallet av avverkningsåtgärder genom att ta hänsyn till avverkningskostnadens beroende på trädstorlek och virkesvärdets beroende av kvalitet och dimension. För den rena björkskogen har DT inte kunnat användas. I stället har produktionstabeller framtagna av Oikarinen använts, där björkens medelproduktion har förutsatts vara 60 % av granens. För virkesvärde har en timmerandel av 50 % i slutavverkning och 20 % i andra gallringen förutsatts. Avverkningskostnader för björk har beräknats på samma sätt som för gran.

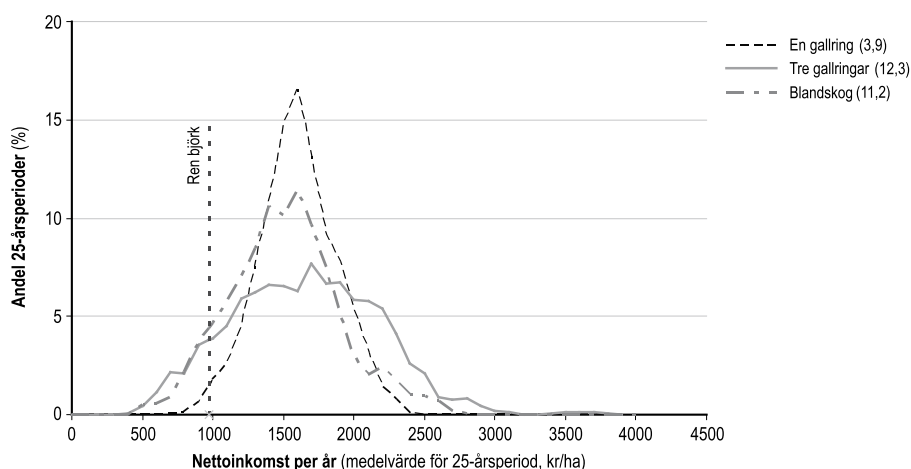
En tidshorisont av 10 000 år har simulerats och simuleringar av de fyra fastigheterna har gjorts med stormfrekvenserna 0/2/3,3/5/10/20 %. Vid simuleringarna har ett årligt netto från samtliga skogsvårds- och avverkningsåtgärder beräknats. Därefter har medelnetto för fastigheten under glidande tjugofemårsperioder uträknats. Vi redovisar dels medelnettot för de fyra olika fastigheterna under 10 000-årsperioden och dels frekvensfördelningen av tjugofemårsmedelnetton.

Resultat

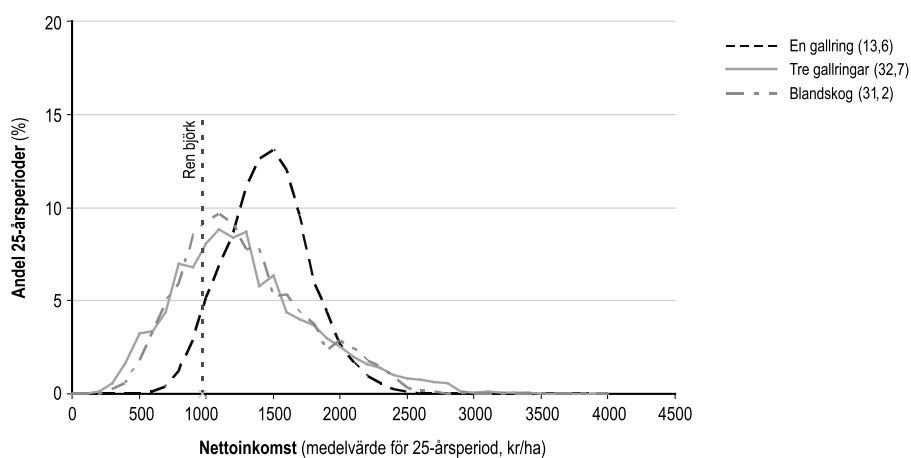
Om hänsyn inte tas till stormfällning så har alternativet med granskog som

sköts med 3 gallringar högst kassaöverskott, nuvärde och markvärde (Tabell 1). Alternativen med gran, en gallring och blandskog har likvärdiga ekonomiska resultat, medan alternativet med ren björk är klart sämre än de övriga (Tabell 1). Denna analys motsvarar en traditionell beståndskalkyl och avviker inte från de äldre analyser som lett fram till dagens skogsbruk. Att alternativet med en gallring har lägre netto än alternativet med tre gallringar trots lägre etableringskostnader beror på lägre netton från gallringarna och ett lägre netto från slutavverkningen. Att blandskogen har ett sämre netto beror huvudsakligen på ett lägre netto i slutavverkningsskogen, trots lika lång omloppstid. Björkalternativets sämre ekonomiska resultat beror dels på lägre produktion och dels på mindre virkesvärde.

Om effekten av stormskador tas med i analysen påverkas medelvärdet av nettointäkten per år under 10 000-årsperioden för gran och blandskogsalternativen, men inte för björkalternativet eftersom björk inte påverkas av storm i simuleringarna (Figur 3). Alternativet med gran och tre gallringar har den största minskningen av nettointäkt, men ännu vid en stormfrekvens av ca 8 % (storm ungefär vart 12:e år) ger detta det högsta nettot per år i medeltal. Vid högre stormfrekvenser har alternativet med gran, en gallring, kort omloppstid det högsta medelårsnettot. Vid väldigt höga stormfrekvenser (storm vart 5:e år) har blandskog och gran med tre gallringar ungefär samma nettointäkt i medeltal. Också vid höga stormfrekvenser har alla tre alternativen med gran i rena bestånd eller i blandning med björk betydligt högre medelårsnetto än det rena björkalter-



Figur 4. Relativ andel (%) av tjugofemårsperioder med olika medelnettoinkomst (kr/ha) för de fyra olika skötselalternativen vid en stormfrekvens av 5 %.



Figur 5. Relativ andel (%) av tjugofemårsperioder med olika medelnettoinkomst (kr/ha) för de fyra olika skötselalternativen vid en stormfrekvens av 20 %.

nativet (Figur 3). I Figur 4 och 5 redovisas den relativa frekvensen av tjugofemårsperioder med olika medelnettoinkomster. Vid storm vart 20:e år (5 % stormfrekvens) så har 12,3 % av tjugofemårsperioderna lägre medelnettoinkomst än björkalternativet (Figur 5). Motsvarande siffror för engallringsalternativet och blandskogsalternativet är 3,9 % respektive 11,2 % (Figur 5). Om stormfrekvensen ökas till 20 % (storm vart 5:e år) ökar andelen tjugofemårsperioderna med sämre netto än björkalternativet till 32,7 % för tre gallringar, 13,6 % för en gallring och 31,2 % för blandskog. Blandskogsalternativet har ungefär samma frekvensfördelning av medelnettoinkomster som tregallringsalternativet vid höga stormfrekvenser. Enligt denna simulering finns det alltså inget som talar för att en ökning av andelen blandskog skulle innebära mindre risk för minskat ekonomiskt utbyte på grund av storm. Orsaken till detta är att även om björkkomponenten i blandskogen inte tillåts blåsa ner i våra simuleringar, så gör de frekventa gallringarna att grankomponenten löper stor risk för stormfällning. I och med att granen blåser ner så försämras blandskogens ekonomi betydligt.

Tolkning

Analyserna ovan kan sägas representera två olika perspektiv. När vi simulerar under 10 000 år och låter såväl stormstyrka som förläggning av stormarna geografiskt variera, speglar resultaten det perspektiv som samhället eller en mycket stor skogsägare kan ha. De har långa tidsperspektiv och befinner sig på en övergripande geografisk skala. Det är inte katastrofalt om en del av skogen blåser ner eftersom man kan hålla upp avverkningarna med hjälp

av den skog som inte blåst ner. För den enskilde skogsägaren är emellertid situationen annorlunda. Denne är mer intresserad av risken för att just den egna fastighet ska drabbas under en begränsad tidsperiod. Fördelningen av medelnetto under kortare tidsperioder för en specifik lokalisering blir då mera intressant. Vill skogsägaren inte ta ekonomiska risker blir andelen ägarperioder (i vårt fall 25 år) med låg årsmedelinkomst av intresse. En möjlig strategi kan vara att söka efter alternativ som minskar risken för riktigt låga inkomster. I enlighet med denna simulering skulle alltså den stora markägaren eller samhället välja alternativet med gran och tre gallringar om man tror att stormfrekvensen kommer att vara lägre än 7–8 % i framtiden. Vid en högre stormfrekvens är alternativet med en gallring och kort omloppstid intressantare.

För den enskilde markägaren kan alternativet med kort omloppstid och en gallring vara ett bättre alternativ än de övriga. Även om medelinkomsten är lägre än tregallringsalternativet är också risken för riktigt låga inkomster under en ägarperiod lägre. Samtidigt innebär tregallringsalternativet en ökad sannolikhet för ett riktigt högt medelnetto under ägarperioden. Vilket val skogsägaren gör är beroende på vilken riskprofil denne vill ha för sitt skogsbruk. Det finns alltså här en möjlighet att anpassa sitt skogsbruk för att erhålla en önskad riskprofil.

Det faktum att den enskilde skogsägaren och samhället möter olika riskprofiler, innebär att om flertalet enskilda skogsägare agerar för att undvika risker, t.ex. genom att välja engallringsalternativet, kommer detta att leda till ett skogsbruk som inte är optimalt ur samhällets synpunkt. En

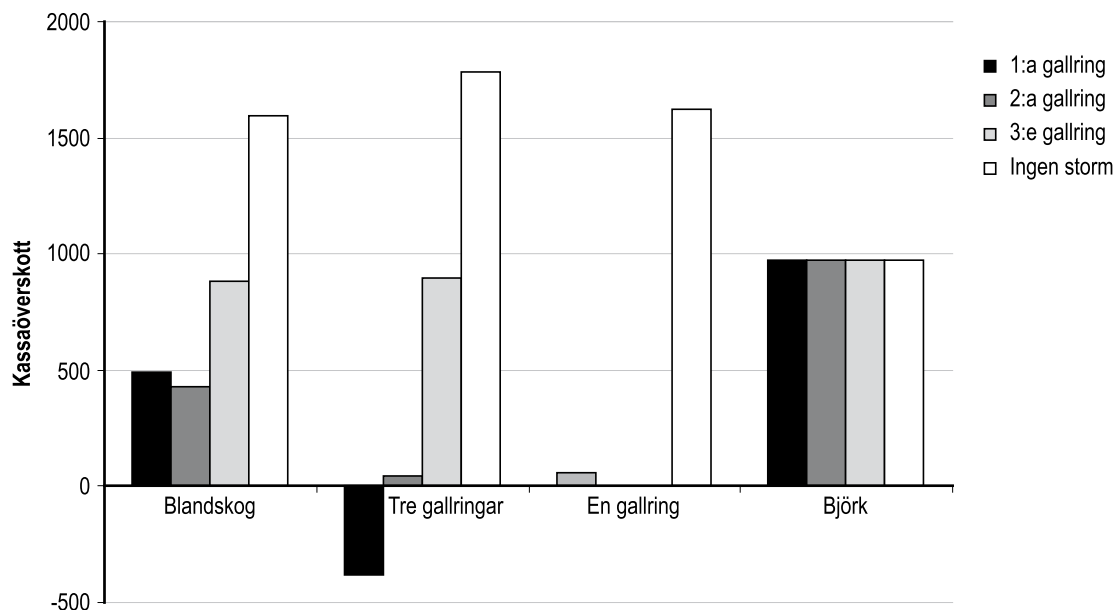
möjlighet för den enskilde att försäkra sig mot stormskador blir då ett medel för att skapa en kongruens här.

Diskussion

Att alternativen med gran klarar sig så pass bra jämfört med björk, även om storm tas med i analysen, kan synas förvånande med tanke på den diskussion som förts efter stormen Gudrun i januari 2005. Det beror emellertid på en rad faktorer. För det första är skillnaden i ekonomi för basalternativen, d.v.s. utan hänsyn till storm, betydande så det finns en hel del att ta av. För det andra är nerblåst skog inte helt värdelös. Som Figur 1 visar är sannolikheten för stormfällning högre i gammal, hög skog och högre i nygallrad skog än i ogallrad. Detta innebär att stormfällningarna kommer att koncentreras till äldre, nygallrad skog. Kassaöverskottet, efter en total stormfällning direkt efter den sista gallringen i alternativet gran med tre gallringar och blandskogsalternativen är lika högt som i björkalternativet (Figur 6).

Det är bara om yngre skog blåser ner som kassaöverskottet kommer att vara lägre än för ren björk, vilket är en ganska ovanlig händelse. För det tredje så blåser inte all skog ner vid varje storm. I vår simulering har vi koncentrerat stormarna till 40 % av arealen och inom denna areal sker stormfällningen heterogent, så att den koncentreras till en central del.

Under arbetet med denna simuleringsovning har vi stött på en rad problem. Vi har i ett antal fall fått göra mer eller mindre välgrundade antaganden. Ett av de största problemen är bristen på empiriska data för alternativet med ren björk. Vi har därför valt att hålla oss på den säkra sidan. Till exempel så har vi helt orealistiskt



Figur 6. Kassaöverskott (kr/ha) för de fyra skötselalternativen vid stormfällning direkt efter första gallring, andra gallring och tredje gallring. Dessutom visas kassaöverskottet för en omloppstid utan stormfällning.

antagit att björkskog inte blåser ner. Stormen i januari 2005 visade att även om björkskog kanske har en lägre frekvens nerblåsta träd så förekommer stormfällning i björk. Vi har också antagit att den naturliga förnyringen av björk lyckas fullt ut på alla hyggen. Vi känner inte till någon undersökning av naturlig förnyring av björk på hyggen i Götaland, men praktisk erfarenhet visar att detta antagande troligen är felaktigt. I blandskogsalternativet har vi antagit att en tredjedel av arealen kan förnygras med björk, en tredjedel blir halvlyckad och en tredjedel blir helt misslyckad. Detta antagande ligger mer i linje med praktisk erfarenhet än antagandet för ren björkskog. Slutligen så har vi antagit att hälften av volymen vid slutavverkning i björkalternativet

går att sälja som timmer. Det finns väldigt lite erfarenhet av denna form av skogsskötsel i södra Sverige, men helt klart är att vi inte har underskattat timmerandelen i björkalternativet. Allt detta talar för att ekonomin i ren björk är sämre än vad vi har antagit. Det skulle innebära att ren gran och blandskogsalternativen står sig ännu bättre i en jämförelse med ren björk än vad som redovisas i Tabell 1 och Figurerna 3, 5 och 6.

Vårt sätt att göra simuleringen medför att de olika ägarperioderna inte är oberoende över tiden, utan vad som händer i en period påverkar resultatet för nästa. Även om detta gör resultaten svårtolkade, visade vår analys att det inte enbart är stormfällningen i sig som är riktigt allvarlig för ekonomin

under en ägarperiod, utan även vad stormen gör med skogstillståndet för kommande ägare. Detta talar för att man på fastighetsnivå bör undvika att samla på sig stormkänslig skog. Vi har antagit att hela fastigheter sköts på samma sätt utan variation i ståndort eller trädslagsblandning. Detta är naturligtvis helt orealistiskt för normala fastigheter, men det finns dock en stor spridning mellan fastigheter i skogstillståndsdiversitet. Detta kan vara något att tänka på när stormhyggen ska återbeskogas och de nyetablerade bestånden ska skötas. En strategi som medför ett varierat skogstillstånd innebär att risken för total stormfällning av fastigheten minskas. Ett heterogent skogstillstånd kan tillskapas genom att variera tidpunkt och trädslag vid

föryngringsarbetet, men också genom en variation i beståndsbehandling. Det finns goda möjligheter att sköta rena granbestånd med olika modeller, så att inte alla bestånd som nu är stormfällda behöver vara nygallrade vid samma tidpunkt.

Slutsats

Den kanske viktigaste slutsatsen av denna simuleringsövning är att svaret på vilket skogsbruk som ska eftersträvas beror på vem som ställer frågan. En hög medelinkomst i ett långt tidsperspektiv är troligen eftersträvansvärt för samhället och stora skogsägare, medan enskilda mindre mark-

ägare möjligen har ett kortare tidsperspektiv och därmed kommer att välja alternativ som ger en riskprofil som passar ägaren. Detta medför i sin tur att samhälle och skogsägare kanske inte alltid drar åt samma håll. ”Anpassningsmekanismer” som försäkringar blir då intressanta.

En viktig slutsats är också att det inte enbart är stormfällningen i sig som är avgörande för ekonomin för skogsägarna utan också vad stormen har för effekter på skogstillståndet. Detta innebär att ett viktigt mål för markägare, som ska återbeskoga stormhyggen under de närmaste åren, kan vara att försöka skapa ett varierat

skogstillstånd för att minska risken för allvarliga stormfällningar vid ett och samma tillfälle, vilket försämrar framtida ekonomi från fastigheten. Slutligen så kan man utifrån detta arbete också dra slutsatsen att det är alldeles för enkelt att bara välja det alternativ som har minst risk för stormfällning. Volymproduktion, virkesvärde och kostnader är naturligtvis viktiga parametrar när skogsägaren ska bestämma produktionsinriktning.

Granskogsbruk kontra björkskogsbruk – naturvårdsaspekter

Jan Weslien, Skogforsk

Syftet med studien är att jämföra granskogsbruk och björkskogsbruk vad gäller biodiversitet. Biodiversitet är ett brett begrepp som omfattar mångfalden av gener, arter och ekosystem. Denna studie är en jämförelse mellan björk och gran vad gäller arter. Här är det viktigt att ta hänsyn till olika rumsliga skalor. De skalor som används är i ordning träd, bestånd och landskap.

Träd

På trädnivå rör det sig om arter som utnyttjar levande eller döda trädstammar. En grov analys över 5 artrika organismgrupper; mossor, lavar, svampar, skalbaggar och fjärilar visar att det finns ungefär lika många arter på båda trädslagen; mellan 700 och 800 arter per trädslag (Gustafsson & Ahlén 1996, Bernes 1994 efter Ehnström). Fjärilar och lavar utnyttjar i huvudsak levande träd av både gran och björk medan de övriga artgrupperna utnyttjar i huvudsak döda träd. Det är få arter som lever både på gran och björk. Dessa finns huvudsakligen bland organismer på död ved i sena förmultningsstadiet. Trädslagen kompletterar alltså varandra. Ser man på rödlistade arter inom dessa grupper så finns det ungefär lika många på varje trädslag (ca 180). Bland de rödlistade arterna dominerar skalbaggar på döda träd (Jonsell m.fl. 1998). Något förenklat kan man säga att dessa substratberoende arter är beroende av trädens beskaffenhet och antal. Bestånd eller landskap med mycket björk kommer att ha många björkberoende arter och vice versa. Om det är

rena bestånd eller blandbestånd spelar sannolikt mindre roll.

Bestånd

På beståndsnivå är det framför allt marklevande arter (svampar, kärlväxter, markdjur) och vissa fåglar som påverkas av trädslaget. Marken i björkbestånd har högre pH än marken i granbestånd (se kapitlet av Högbom) och detta påverkar i hög grad markvegetationen och markfaunan. Högt pH ger en rikare flora av kärlväxter (Ellenberg m.fl. 1991, Gustafsson 1994). Hallingbäck (1994, sammanfattat i Bernes 1994) anger ca 1 200 arter av storsvampar i granskog (varav knappt 200 var rödlistade), och drygt 800 arter i björk-/aspskog (varav ca 70 rödlistade). Många av dessa arter finns också i blandskogar av löv och gran. Någon studie som innefattar rena björkskogar har jag inte hittat. Många häckfåglar är också beroende av höga lövandelar, men generellt är här landskapsskalan viktigare än beståndsskalan (se nästa avsnitt). Järpen är dock en art där man visat att den trivs bäst i granbestånd med viss lövinblandning (Åberg 2000). Rena granbestånd, rena lövbestånd eller granbestånd med för hög lövinblandning (>50%) är olämpliga.

Landskap

För många arter blir det betydelsefullt hur man rumsligt fördelar givna mängder gran och björk i landskapet. Koncentreras björk och gran i trädslagsrena bestånd kan man hävda att fragmenteringen ökar jämfört med om man skulle blanda de två trädslagen i bestånden. Å andra sidan kanske många arter kräver så stort björk- eller

graninslag på beståndsnivå att blandskogarna inte duger som habitat. Fahrig (2002) har gjort en analys av några olika fragmenteringsmodeller. Mycket kort och förenklat så antyder Fahrigs analys att för arter som har dålig spridningsförmåga så är det bäst att koncentrera habitatet i större sammanhängande områden. För arter som är mer rörliga är det bäst med många utspridda habitat. För kombinationen gran-björk betyder detta att de lättspredda arterna klarar sig bra i ett landskap med litet inslag av trädslagsrena bestånd och mycket blandskogar. Medan för de svårspredda arterna så är det fördelaktigt att ha större sammanhängande områden med stor dominans av ett trädslag.

Generellt kan man säga att få arter kräver rena lövbestånd. Däremot finns det många arter som vill ha landskap med hög andel lövrika bestånd. Exempel på sådana arter är mindre hackspett (Wiktander m.fl. 2001) och stjärtmes (Jansson 1999). Hur stor andel som behövs beror på fragmenteringen. Stjärtmes behöver ca 15% medelålders till äldre lövrika (>50% löv) bestånd om avståndet mellan bestånden är 500 m. Mindre hackspett behöver ca 40 ha äldre lövdominerade bestånd fragmenterade inom ett område på högst 200 ha. Detta stämmer väl med teoretiska resonemang om fragmentering. Då habitatarealen understiger ca 20% av landskapet så ökar avståndet mellan habitatet exponentiellt (se t.ex. Angestam & André 1993).

Slutsatser

Om man jämför björk och gran utifrån antalet arter som utnyttjar träden går det inte att säga att det ena trädslaget

är bättre än det andra eftersom ungefär lika många arter utnyttjar de två trädslagen. Få arter utnyttjar båda trädslagen. Alltså är det viktigt att både björk och gran finns i tillräckliga mängder i landskapet. Ett skogsbruk som medför övergång från att ha lövrika blandskogar till att ha trädslagsrena bestånd innebär att fragmenteringen ökar om lövandelen i landskapet hålls konstant. Detta skulle sannolikt vara negativt för många arter, framförallt bland fåglar. Samtidigt gynnas vissa artgrupper (kärleväxter, markfauna) som är bero-

ende av högt pH i marken av mer eller mindre trädslagsrena lövbestånd.

I många skogslandskap i Sverige är det brist på äldre lövrika skogar. I sådana landskap skulle det vara positivt med större inslag av björkskogsbruk, men det bör inte leda till att björk och andra lövträd försvinner från den övriga skogen. Sammanfattningsvis kan man säga att björkskogsbruk som ett komplement till granskogsbruk skulle vara positivt för artdiversiteten om man samtidigt försäkras om att behålla eller skapa tillräckliga

mängder lövrika blandbestånd. Grova riktvärden, baserade på både teoretiska och empiriska studier, är att mellan 10 % och 30 % av landskapets areal bör bestå av medelålders eller äldre lövträdsdominerade bestånd. Det lägre värdet torde gälla om det finns hygglig lövinblandning i övriga bestånd och det högre om lövbestånden åtskiljs av rena barrbestånd.

Jämförelse mellan löv- och granskog: Effekter på markens pH och nitratläckage

Lars Högbom, Skogforsk

Samspelet mellan träd och mark har under århundraden fascinerat både vetenskapsmän, och jord- och skogsbrukare. Hur träden utvecklas beror till stor del på markens egenskaper, men också träden påverkar marken och pågående jordmånsprocesser genom näringsämnesupptag och allokering av kol till marken (ur Binkley & Menyailo, 2005).

Detta är en kortfattad jämförelse av löv (framförallt björk) och gran där jag har fokuserat på två markparametrar, försurning och kväveläckage, och hur dessa kan påverkas av trädslaget. Sammanställningen gör inte anspråk på att vara fullständig. Det kan finnas ytterligare undersökningar som bör beaktas i detta sammanhang. Jag har medvetet valt att endast redovisa undersökningar mellan trädslagsrena försök. Det finns ett antal undersökningar mellan rena granbestånd och med olika björkinblandning, dessa är dock svårare att utvärdera, eftersom hänsyn måste tas till variationen i beståndens totalproduktion.

Försurning

Tillväxt leder i sig till en försurning av marken eftersom trädens upptag av baskatjoner balanseras med en utsöndring av vätejoner (Marschner et al. 1986). Vid nedbrytning kommer den upptagna mängden baskatjoner att frigöras och de tidigare utsöndrade vätejonerna att neutraliseras. Uttag av biomassa leder till att tillväxtens bidrag till markens försurning permanentas. Storleken på försurningsbidraget är avhängigt uttagets storlek. Uttaget kom-

penseras genom vittring och deposition främst av havssalter. Skogsbrukets bidrag till pågående markförsurning är för närvarande under intensiv debatt och att redogöra för denna pågående diskussion låter sig inte göras på detta begränsade utrymme.

Generellt är det svårt att påvisa effekter av trädslag på markkemin. Ofta är variationen mellan undersökningslokaler större än skillnaderna mellan trädslag. Överlagrat trädslagseffekter är en rad både edafiska och hydrologiska förhållanden.

En av svårigheterna i detta sammanhang är att försöka separera effekten av trädslag från skillnader i beståndshistorik och tidigare skogsskötsel. Även skillnader i produktion mellan de undersökta arterna ger utslag på markkemin.

I huvudsak kan man urskilja två typer av undersökningar, dels där man jämfört närliggande bestånd och trädslagsförsök på gammal åkermark. Båda dessa typer av försök är behäftade med brister. Vid jämförelser mellan olika bestånd kommer tidigare beståndshistorik och skötsel att ha betydelse. Vid plantering på åkermark kan relevansen av resultaten för skogsmark vara lite tveksam. Det är ju inte säkert att de olika trädslagens effekt är likartad på relativt bördiga åkermarker jämfört med skogsmark.

Olika försök

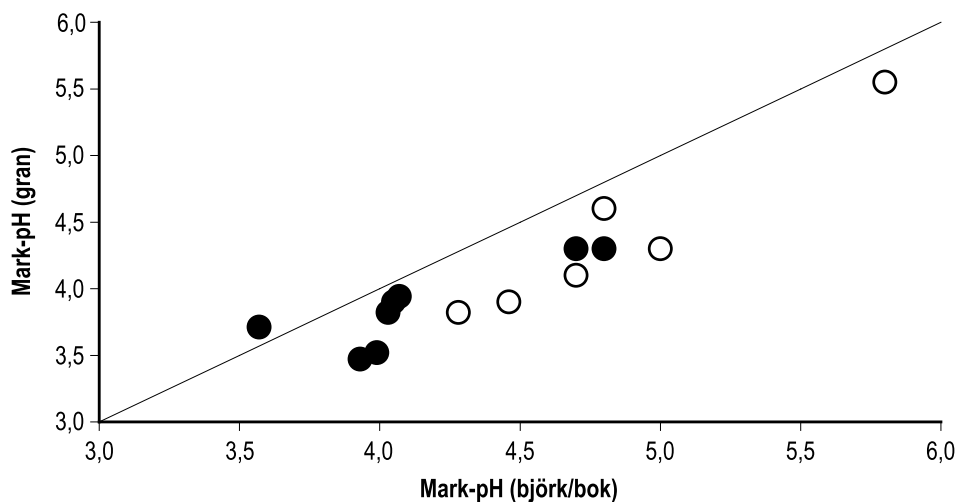
Undersökningar av Raulund-Rasmussen & Vejre (1995) på två danska trädslagsförsök, en bördigt och en mindre bördigt lokal. De undersökta trädslagen var gran, douglasgran, bok och ek visar att de största skillnaderna fanns mellan de båda lokalerna. För pH

fanns en skillnad mellan de undersökta arterna. Humuslagret under barrträden hade generellt ett lägre pH än under lövträden.

Från en undersökning av effekten av fem olika trädslag på åkermark vid Sävar, Västerbotten, hittades inga artspecifika skillnader vad gäller aciditet eller markens kolförråd. Dock var pH ca en halv enhet högre för björk och gran än för contorta och lärk (Alriksson & Eriksson, 1998).

Undersökningar på två skånska lokaler (Munkarp och Nyhem) visade att gran jämfört med både bok och björk gav en ökad markförsurning (Bergkvist & Folkesson, 1995). Denna undersökning gjordes på närliggande bestånd på två lokaler. De undersökta bokskogarna var betydligt äldre (80–120 respektive 70–110 år, Munkarp och Nyhem) än både gran och björkbestånden. (för gran 48 respektive 55 år och björk 20–40 respektive 30–50). Det bör dock i sammanhanget påpekas att nedfallet av H^+ var 2 till 8 gånger högre i granskogen jämfört med både bok och björk (Bergkvist & Folkesson, 1995). Tillväxten skiljde sig betydligt mellan de undersökta björk- och granbestånden, grundytan var 53 resp. 42 m²/ha för granbestånden och 27 resp. 29 m²/ha för björkbestånden.

Hagen-Thorn et al. undersökte totalt 24 ytor på fem olika trädslagsförsök i Litauen (3 st), Sydsverige (1 st) och Danmark (1 st). Alla lokaler var tidigare jordbruksmark, där det planterats ek, lind, ask, björk, bok eller gran. Beståndsåldern varierade mellan 30 till 40 år. Överlag visade gran en kraftigare försurande effekt i det översta marklagret (0–10 cm) än de övriga trädslagen (Hagen-Thorn et



Figur 1. pH värden i mark (0-10 cm) i de jämförande undersökningarna som rapporterats i texten ovan, alla mätningar är gjorda i H₂O. Fyllda symboler indikerar bokbestånd och ofyllda symboler indikerar björkbestånd. Data är hämtade från Andersen et al. (2004), Alriksson & Eriksson (1998), Bergkvist & Folkesson (1995), Hagen-Thorn et al (2004), Menyailo (2002), Schulze (2000) och Smolander et al. (2005).

al. 2004). $pH_{(H_2O)}$ för gran i de översta 0–10 cm var 4,3 och för björk 5,0. I denna undersökning rapporteras inga produktionsskillnader mellan de undersökta arterna.

Inom ramen för EU-projektet NIP-HYS (Schulze, 2000) gjordes ett antal jämförelser mellan gran- och bokbestånd längs en europeisk nedfallsgradient. De parvisa jämförelserna mellan barr- och lövträd gjordes utifrån nedfallskriterier och i bestånd med jämförbar ålder. För de undersökta bestånden var pH i markens översta 0–10 cm av mineraljorden generellt högre i bokskogsklokalerna jämfört med motsvarande granlokal. Den årliga tillväxten var i stort sett lika för gran och bok på alla undersökta lokaler utom en.

Figur 1 visar en sammanställning av de undersökningar som jag presenterat. Den generella bilden är att pH i mine-

raljordens översta skikt under lövträd tenderar att vara något högre än under motsvarande granbestånd.

Kväveläckage

Nitratkoncentrationen i det avrinnande vattnet från orörda skogar är generellt mycket låg, oberoende av trädslagssammansättningen. Däremot i en situation med högt kvävenedfall (>20 kg N/ha) kan det dominerande trädslaget ha betydelse. I en jämförelse mellan gran och bok, kommer kvävenedfallet att vara högre i en granskog eftersom granen har en större grönbio massa och att den dessutom behåller barren under hela året, (Rothe, 2005). Barren fungerar som ett filter för kväveföreningar. Från svenska undersökningar redovisas en skillnad på 1,5 till 3,0 gånger högre deposition i granskog jämfört med björk- eller bokbestånd (Bergkvist & Folkesson,

1995). I en situation med relativt högt kvävenedfall kommer läckaget av nitrat att vara det dubbla i en grandominerad skog jämfört med ett bokdominerat bestånd. Det finns sparsamt med information kring andra lövträd, men de undersökningar som finns tyder inte på någon större skillnad mellan icke kvävefixerande trädslag i denna aspekt (Falkengren-Grerup & Bergkvist, 1995; Rothe & Mellert, 2004).

Ett litet bekymmer är att de flesta undersökningar är gjorda i äldre skog vilket gör att kväveläckaget kan övervärderas. Under ett bestånds levnad varierar behovet av kväve. Det största upptaget sker i yngre och medelålders skog, medan kvävebehovet i äldre skog är lägre (Rothe & Mellert, 2004). Detta kommer också att avspeglas i nitratkoncentrationerna i det vatten som lämnar rotzonen. Denna aspekt bör beaktas ytterligare när skogsskötsel

av typen "continues cover" diskuteras, speciellt inom områden med relativt högt kvävenedfall.

Slutsats

Den generella bilden är att pH tenderar vara högre under björk. Liknande resultat för björk rapporteras i en sammanställning från Nordamerika av Prescott & Vesterdal (2005).

Andra aspekter måste också tas i beaktande, exempelvis total produktion, beståndsutveckling och nedfall av försurande ämnen. De uppmätta

skillnaderna kan t.ex. i fallet Munkarp och Nyhem (Bergkvist & Folkesson, 1995) relateras till skillnader både i nedfall av försurande ämnen och tydliga skillnader i skogsproduktion. I trädslagsförsöket i Sävar (Alriksson & Eriksson, 1998) där grundytorna var mer jämförbara (gran 32 resp. björk 28) var skillnaden i markens pH mellan de båda trädslagen icke signifikant skiljda åt.

Slutsatser från dessa undersökningar visar på vikten av att jämförelsen görs på marker med likartad beståndshistorik. Bland de redovisade undersök-

ningarna finns både parvisa undersökningar av närbelägna skogsbestånd och experimentellt anlagda försök ofta på nedlagd jordbruksmark. Vad gäller parvisa undersökningar finns alltid en risk att tidigare beståndshistorik avspeglas i dagens skogstillstånd. Binkley & Menyailo (2005) påpekar att undersökningar bör göras på för frågeställningen relevanta områden. Gäller exempelvis frågan löv eller gran på podzoler i Småland så måste också experimenten ligga där.

Effekter av olika trädslag i skyddszoner längs vattendrag

Lars Högbom, Skogforsk

Trädslaget i den bäcknära zonen kan ha ett antal effekter på livet på i och omkring bäcken. Faktorer som förna-kvalité, ljus, temperatur och snöför-hållanden kan alla påverkas av trädslaget. Lövträd anses vara mindre försurande än barrträd (Liljelund et al, 1986). Eftersom den förna som faller i bäcken är en stor födokälla för bottenlevande (bentiska) organismer, kommer både förnamängder och kvalité vara av avgörande betydelse för livet i bäcken.

För att studera vilken effekt trädslaget har på vattenkvalitén och artsammansättningen anlades 1996 ett försök för att jämföra bäcknära zoner av tall respektive björk i närheten av Kungsberget i Gästrikland. Längs en fem meter bred zon på vardera sidan om den ena bäcken röjdes alla tallar bort. Längs den andra röjdes alla lövträd bort. Mätningarna startade 1996 och behandlingen utfördes 1999. För ytter-

ligare försöksbeskrivning och beskrivning av utförda mätningarna hänvisas till Högbom et al. (2002).

Hypotesen bakom studien var att en bäcknära zon som bestod av lövträd (björk i huvudsak) skulle ge (1) ett högre pH, (2) ökade koncentrationer av s.k. baskatjoner i vattnet och (3) en ändrad förnasammansättning med procentuellt mer löv som påverkar bäckfaunans sammansättning.

Under den tidsperiod som mätningarna utförts (från 1996 tom 2004) har inga skillnader i bäckvattenkemin kunnat uppmätas. I ett systerförsök i Asa, Småland hittades inte heller några effekter på bäckvattenkemin (Olle Westling, IVL, pers. kom). Således har hypoteserna 1 och 2 inte funnit något stöd. En anledning till detta kan vara att den behandlade zonen varit för smal för att någon effekt ska kunna uppmätas.

De bottenfaunaundersökningar som genomförts visar på betydligt större effekter av de utförda åtgärderna. Bäckarna har undersökts varje eller

vartannat år från 1997 till 2003. Första årets undersökningar 1997(d.v.s. innan behandlingen) visade att bäckarna var mer lika varandra än några andra bäckar i landet. Bäckarna har med tiden blivit allt mer olika varandra. Förändringen av antalet taxa, d.v.s. artenheter är större i björkbäcken än i tallbäcken.

Slutsats

Slutsatsen är att den utförda åtgärden med selektiv röjning längs bäckarna inte har påverkat vattenkemin, men att sammansättningen av den bentiska faunan har påverkats. Skillnaden i den bentiska faunan har också accentuerats efter den selektiva röjningen.

Effekter av och på vilt – Trädslagsval gran eller björk

Roger Bergström, Skogforsk

Denna uppsats diskuterar viltrelaterade problem förknippade med en satsning på björk i stället för gran. Tyngdpunkten ligger på hjortdjursarterna och behandlar både tänkbara effekter på viltet och på skogen i form av skador.

Bakgrund

Gran (*Picea abies*) utnyttjas i liten omfattning som föda av stora växtätare. Undantaget är planterade granplanter, vilka kan betas i stor omfattning, framför allt av rådjur (Bergström & Bergqvist 1997, Bergquist & Örlander 1997). Skaderisken är relativt hög upp till att granarna når ca 1 m (Bergström m.fl. 2003). Älg och kronhjort betar gran men i det stora hela relativt lite. Även dovhjort misstänks beta gran, men det är ej belagt. Granen har kanske sin största betydelse som skyddsväxt för flera viltarter även om det är dåligt utrett. Jämfört med gran är de två vanliga björkarterna (*Betula pendula*, *B. pubescens*) mer omtyckta som foderväxter och räknas som medelprefererade (Bergström & Hjeljord 1987). Arterna betas både sommar (lövrepning/kvistbete) och vinter (kvistbete). På vintern föredrar älgen att beta på vårtbjörk framför glasbjörk och detta tycks vara ett generellt mönster, oberoende av t.ex. relativa mängdförhållanden. Från Finland redovisas också att planterad björk betas mera än självföryngrad björk (Heikkilä 1991). Situationen under sommaren är dåligt känd, men mycket tyder på att de står ganska nära varandra i preferens, d.v.s. är ungefär lika omtyckta (Bergström & Danell opubl.). Björkplantor betas framför allt på sommaren av rådjur (Bergquist opubl.), medan barrplantor

betas under vintern (Bergström 1998). Vid experiment med utplanterade lövträd och gran kom björk på sjätte plats bland 8 arter då det gäller hur stor andel av björkplantorna som betades under en vinter medan gran kom på sjunde plats (Kullberg & Bergström 2000). Även hare betade på både gran och björk, dock i något större omfattning på den sistnämnda. Vad gäller procent betade plantor så betades björkplantor mer än dubbelt så ofta som granplantor. Detta mönster framgår också av Polytaxinventeringar, i vilka huvudplantor av löv (torde oftast vara björk) betats 2–5 gånger så ofta som huvudplantor av gran (Strömberg m.fl. 2001). Bland lövträden betar kronhjorten mest på ek och därefter på björk och betet på de sistnämnda sker företrädesvis under sommaren (Bergqvist m.fl. 2004 och opubl.).

Toppskottsbyte och toppbrytning på björk är vanliga på vintern, men toppbrytning förekommer i ringa utsträckning på sommaren. Barknag är sällsynta på björk. Detta betesmönster innebär att skador på björk framför allt kan ske på träd upp till ca 4 m höjd, medan bete kan ske på lågt sittande grenar även på större träd. När en ung planta betas skadas nästan alltid toppen, och det gäller både för löv- och barrplantor (Bergström & Bergqvist 1997; Kullberg & Bergström 2000).

Den för älg tillgängliga fodermängden på björk tilltar med ökad höjd upp till ca 4 m (Kalén & Bergqvist 2004) för att därefter avta och bli nära noll på stora björkar. Betestrycket på björk, d.v.s. hur stor andel av det tillgängliga fodret som betas bort under en vinter, är i storleksordningen 5–10%, men kan variera kraftigt från område till område. Betestrycket på gran är normalt mycket lågt. Inga tydliga mönster

från norr till söder har observerats (Bergström m.fl. opubl.).

Mängden björk i landskapet tycks vara av mindre betydelse då det gäller påverkan på skadenivån på tall (Bergström m.fl. 1995). Detta skiljer björkarna från mer omtyckta arter (rönn, asp, sälg), vars förekomst tycks ha ett negativt samband med skadenivån på tall. Ju mer av de omtyckta arterna desto lägre blir skadenivån på tall (Bergström m.fl. 1995).

Det finns få studier på hur mycket planteringar eller självföryngringar av björk betas av stora växtätare. En förfrågan till Mellanskogs inspektorer norr om Mälardalen visade dock att betes- och skadefrekvensen var låg på björk på åkermark (Bertilsson 2000).

Effekterna av älgens bete på björk är olika beroende på om björken betas på sommaren eller vintern. Detta gäller också för tall (Danell m.fl. 1994). Björkar svarar på vinterbete med minskad höjdtillväxt och stamdiameter, samt större, men färre årsskott. Även sommarbete kan påverka höjd- och stamdiametertillväxt, men årsskotten blir mindre (i alla fall vid försommarbete) och vid hårdare bete kan björkar anta en mer häckarmad form (Lavsund 1987).

Effekter på viltet

Vid en övergång från gran till björk kommer alltså ett för stora växtätare (hjortdjur, hare) begärligare trädslag att användas som huvudträdslag. Fodermängderna kommer att öka i ungsogsstadiet vid en övergång från gran till björk, men slutresultatet på fodertillgången blir starkt beroende av annan skogsskötsel, och då framför allt röjning. Till exempel kan flera röjningar under en omloppstid komma att minska foderutbudet i ungsogar med

björk i stället för gran som huvudträds-
slag. Huvudstammar kommer därför
att utsättas mera för bete. Då björkar-
terna är medelprefererade arter kan vi
också prognostisera att variationen i
bete mellan olika bestånd kommer att
vara stor.

I den mån äldre björkskogar kom-
mer att ersätta täta äldre granskogar
blir det på längre sikt förmodligen en
förbättring av vilthabitaten.

Skogsskador

Det är med ovanstående resonemang
också rimligt att anta att en ökad

användning av björk som huvudträds-
slag kommer att innebära större risk
för skador orsakade av vilt, främst älg.
Skadorna kommer att likna de på tall,
förutom att barknag i stort sett inte
blir ett problem.

Skador på unga björkplantor, oftast
orsakade av rådjur och hare, kan mer
komma att uppstå under sommaren
än under vintern. I omgivande
kvarvarande tallungskogar kommer
förmodligen inte skadebilden att
förändras nämnvärt av att vissa
marker föryngras med björk i stället
för gran. Detta gäller särskilt om inte

förändrade röjningsregimer minskar
foderutbudet avsevärt.

Referenser

- Alriksson, A., Eriksson, H.M. (1998) Variation in mineral nutrient and C distribution in the soil and vegetation compartments of five temperate tree species in NE Sweden. *Forest Ecology and Management* 108:261–273.
- Andersen, M.K., Raulund-Rasmussen, K., Strobel, B.W., Hansen, H.C.B. (2004) The effect of tree species and site on the solubility of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn in soil. *Water, Air, and Soil Pollution*.
- Angelstam, P. & Andrén, H. 1993. hur mycket är nog. *Skog & Forskning* 171993: 14–19.
- Anon, 2004. Skogsdata 2004. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema Föryngring.
- Anonymus. 2001. Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitikens effekter – SUS 2001. Meddelande 2002:01.
- Bergqvist, B., Folkesson, L. (1995). The influence of tree species on acid deposition, proton budgets and element fluxes in south Swedish forest ecosystems. *Ecological Bulletins* 44:90–99.
- Bergquist, J. & Örlander, G. 1997. Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages. I. Effect of slash removal, vegetation development and roe deer density. – *Forest Ecology and Management* 4286:2-11.
- Bergquist, J., Ekö, P. M., Elfving, B., Johansson, U. & Thuresson, T. 2005. Jämförelse av produktionspotential mellan tall, gran och björk på samma ståndort. Rapport 19. Skogsstyrelsen.
- Bergqvist, G., R. Bergström, B. Söderberg, J. Friberg, & O. Fransson. 2004. Vad äter kronhjorten? – *Svensk Jakt* 11:62-63
- Bergstrand K.-G., Lindman, J. & Petré E. 1986. Underlag för prestationsmål för motormanuell röjning. Forskningsstiftelsen skogsarbeten. Redogörelse 7.
- Bergström, R. 1998. Rådjurens betesmönster. – Forskningsavdelningen, Svenska Jägareförbundet, Slutrapport till Naturvårdsverket.
- Bergström, R., and G. Bergqvist. 1997. Frequencies and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. - *Scandinavian Journal of Forest Research* 12:288-294.
- Bergström, R., and O. Hjeljord. 1987. Moose and vegetation interactions in north-western Europe and Poland. - *Swedish Wildlife Research, Suppl.* 1: 213-228.
- Bergström, R., Bergquist, J. and Bergqvist, G. 2003. Rådjursbete på barrplantor – mönster och effekter. – Skogforsk Resultat Nr 19, 2003.
- Bergström, R., Danell, K., Edenius, L. och Persson, I.-L. 2005. Älgfoder – tillgång och utnyttjande. – Resultat från Skogforsk Nr. 3, 2005
- Bernes C. (red) 1994. Biologisk mångfald i Sverige. En landsstudie. Monitor 14, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Bertilsson, I. 2000. Praktiska erfarenheter från föryngring av björk. – Projekt al asp björk, Delrapport 1.
- Binkley, D. & Menyailo, O. (2005) Gaining insight on the effects of tree species on soils. In D. Binkley & O. Menyailo (Eds) *Tree species effects on soils: implications for Global Change* 1–16. Springer, Dordrecht.
- Brunberg, T. 1995. Underlag för produktionsnorm för stora engreppsskördare i slutavverkning. Skogforsk. Redogörelse nr 7 1995.
- Brunberg, T. 1997. Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring. Skogforsk. Redogörelse nr 8 1997.
- Cederlund, G., and R. Bergström. 1996. Trends in the moose-forest system in Fennoscandia - with special reference to Sweden. - In: Conservation of faunal diversity in forested landscapes. Chapman and Hall, USA. pp265-281.
- Cederlund, G., Ljungqvist, H., Markgren, G. & Stålfelt, F. Foods of moose and roe-deer at Grimsö in central Sweden. Results of rumen content analyses. *Swedish Wildlife Research* 11(4):169-247.
- Danell, K., K. Huss-Danell, and R. Bergström. 1985. Interactions between browsing moose and two species of birch in Sweden. - *Ecology* 66 (6): 1867-1878.
- Danell, K., R. Bergström, and L. Edenius. 1994. Effects of large mammalian browsers on woody plant architecture, biomass and nutrients. - *Journal of Mammology* 75: 833-844.
- Ekelund, H. & Hamilton, G. 2001. Skogspolitisk historia. Rapport 8A. Skogsstyrelsen.
- Ekelund, H. & Hamilton, G. 2001. Skogspolitisk historia. Rapport 8A. Skogsstyrelsen.

- Ekö, P. M. 1985. En produktionsmodell för skogs i Sverige, baserad på bestånd från riksskogstaxeringens provytor. SLU, Institutionen för skogskötsel, Rapport nr 16. Umeå.
- Elfving, B. & Hägglund, B. 1975. Utgångslägen för produktionsprognoser. Tall och gran i Sverige. Institutionen för skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser nr 38. Skogshögskolan. Stockholm.
- Ellenberg, H., Weber, E.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18.
- Eriksson, H. & Katlsson, K. 1997. Effects of different thinning and fertilization regimes on the development of Scots pine and Norway spruce stands in long-term silvicultural trials in Sweden. Institutionen för skogsproduktion. SLU. Garpenberg.
- Eriksson, H. 1976. Granens produktion i Sverige. Institutionen för skogsproduktion. Rapporter och uppsatser nr 41. Skogshögskolan. Stockholm.
- Eriksson, H. 1991. Vad vet vi om björkens och aspens produktion i Sverige? Skogsfakta konferens nr. 15.
- Falkengren-Grerup, U. & Bergkvist, B. 1995. Effects of acidifying air pollutants on soil/soil solution chemistry of forested ecosystems. *Annali di chimica* 85:317–327.
- Farhig, I. 2002. Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: a synthesis. *Ecological applications* 12: 346–353.
- Fries, J. 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Studia Forestalia Suecica*, nr19.
- Frisk, J. 1998. Basal area before thinning and relation of site index to site properties for birch dominated stands in Sweden. Examensarbete i skogskötsel 1998–8. Institutionen för skogskötsel, Umeå.
- Gustafsson, L. & Ahlén, I. 1996. Geography of plants and animals. National atlas of Sweden. SNA publishing Stockholm, 160 s.
- Gustafsson, L. 1994. A comparison between ecological characteristics between Swedish threatened and non-threatened forest vascular plants. *Ecography* 17: 39–49.
- Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K., Nihlgård, B. (2004). The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management* 195:373–384.
- Hansson, O. 2002. Fortsatt gran eller självföryngrad björk efter stormfällning? – En ekonomisk analys. Institutionen för sydvensk skogsvetenskap. Examensarbete nr 38.
- Heikkilä, R. 1991. Moose browsing in a Scots pine plantation mixed with deciduous tree species. – *Acta Forestalia Fennica* 224:3-13.
- <http://pm.knows.it/> Adress till kalkylprogram:
- Hägglund, B. 1981. Samband mellan ståndortindex H100 och bonitet för tall och gran i Sverige. Projekt HUGIN rapport nr 26. Umeå.
- Högbom L, Nordlund S, Lingdell P.-E. & Nohrstedt H-Ö (2002) Effects of tree species in the riparian zone on brook-water quality. In L Björk (ed) Sustainable forestry in temperate Regions. Proceedings of the SUFOR International Workshop April 7–9, 2002 in Lund Sweden. Reports in ecology and environmental engineering Report 1:2002.
- Jansson, G. 1999. Landscape composition and birds in managed boreal forest. *Acta universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria* 122, SLU Uppsala.
- Jonsell, M., Weslien, J. & Ehnström, B. 1998. Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and conservation* 6: 1–18.
- Kalén, C & Bergquist, J. 2004. Forage availability for moose of young silver birch and Scots pine. – *Forest Ecology and management* 187:149-158.
- Karlsson, A., Albrektson, A. & Sonesson, J. Site Index and Productivity of Artificially Regenerated *Betula pendula* and *Betula pubescens* on Former Farmland in Southern and Central Sweden.
- Karlsson, M. 2001. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden. Doktorsavhandling, *Silvestria* 196.
- Kullberg, Y. and R. Bergström. 2001. Winter browsing by large herbivores on deciduous seedlings in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16:371-378.

- Lavsund, S. 1976. Kronhjortens, *Cervus elaphus* L., ekologi i områden med nyetablerade populationer i Syd- och Mellansverige. – Inst. för skogszoologi, Rapporter och uppsatser Nr 25.
- Lavsund, S. 1987. Moose relationships to forestry in Finland, Norway and Sweden. – Swedish Wildlife Research Suppl 1, Part 1, sid 229-244.
- Liberg, O. & Wahlström, K. 1995. Habitat stability and litter size in the Cervidae; a comparative analysis. – I: Wahlström, K. 1995. Natal dispersal in roe deer – an evolutionary perspective. Dokt-avh. Zoologiska institutionen, Stockholms universitet.
- Liljelund L.-E., Nilsson I. & Anderson I. 1986. Trädslagets betydelse för mark och vatten Naturvårdsverkets rapport 3182, Solna.
- Lundkvist, L. 2005. Blädnings-skogsbruk. Institutionen för skogsskötsel. Rapporter 61. SLU. Umeå.
- Löfgren, S., & Olsson, H. 1990. Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. Underlagsrapport till Hav-90, Aktionsprogram mot havsföroreningar. Naturvårdsverket Rapport nr 3692, 100 s.
- Marschner, H., Römheld, V., Horst, W.J. & Martin, P. 1986. Root-induced changes in the rhizosphere: Importance for the mineral nutrition of plants. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenk.* 149:441–456.
- Menyailo, O.V., Hungate, B.A. & Zech, W. 2002. Tree species mediated soil chemical changes in a Siberian artificial afforestation experiment. *Plant and Soil*: 171–182.
- Mielikäinen, K. 1991. Erfarenheter av 30 års björkodling i Finland. Skogsfakta konferens nr. 15.
- Näslund, M. 1971. Nytt material för skoglig produktionsforskning. *Studia Forestalia Suecica*, nr 39.
- Oikarinen, M. 1983. Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*). *Communications Instituti Forestalis Fenniae*. (På finska, med engelsk sammanfattning.)
- Ollas, R. 1980. Nya utbytesfunktioner för träd och bestånd. Skogsarbeten ekonomi nr 5 1980.
- Olsson, D. 2000. Ståndortsindex och produktion för gran och björk på samma mark. Projekt al, asp och björk, delrapport 13. Högskolan Dalarna.
- Persson, Ulf Johansson, föreståndare Tönerjöhedens försökspark.
- Pommerening, A. & Murphy, S.T. 2004. A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention afforestation and restocking. *Forestry*, Vol.77:1.
- Prescott, C.E. & Vesterdal, L. 2005. Effects of British Columbia tree species on forest floor chemistry. In D. Binkley & O. Menyailo (Eds) *Tree species effects on soils: implications for Global Change* 17-29. Springer, Dordrecht.
- Prescott, C.E., Hope, G.D., & Blevins, L.L. 2003. Effect of gap size on litter decomposition and soil nitrate concentrations in a high-elevation spruce-fir forest. *Can J Forest Res* 33: 2210–2220.
- Raulund-Rasmussen, K. & Vejre, H. 1995. Effects of tree species and soil properties on nutrient immobilization in the forest floor. *Plant and Soil* 168–169:345–352.
- Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B. & Lundström, A. 2004a. Ökad produktion – trots ökad naturvård? I: Utvecklingskonferens 2004. Redogörelse nr 1 2004. Skogforsk.
- Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B. & Lundström, A. 2004b. Ökad avverkningspotential med intensiv skogsskötsel. Resultat nr 10 2004. Skogforsk.
- Rothe, A. & Mellert, K.H. 2004. Effects of forest management on nitrate concentrations in seepage water: Results from three model areas in Southern Bavaria, Germany. *Water, Air and Soil Pollution* 156:337–355.
- Rothe, A. 2005. Tree species management and nitrate contamination of groundwater: a central European perspective. In D. Binkley & O. Menyailo (Eds) *Tree species effects on soils: implications for Global Change* 71–83. Springer, Dordrecht.
- Rülcker, C., Angelstam, P. & Rosenberg, P. 1994. Natural forest fire dynamics can guide conservation and silviculture in boreal forests. *Results 2/2004*, Skogforsk.
- Schulze, E-D. 2000. Carbon and nitrogen cycling in European Forest Ecosystems. *Ecological Studies* 142:1–498. Springer Verlag, Berlin.
- Skogsdata. 2004. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från riksskogstaxeringen. Tema: Föryngringar. Institutio-

- nen för skoglig resurshushållning och geomatik. SLU. Umeå.
- Skogsstyrelsen 2001. Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitikens effekter – SUS 2001. Meddelande 2002:01.
- Skogsstyrelsen 2003. Skogsstatistisk årsbok. Skogsstyrelsen.
- Skogsstyrelsen 2004 Kontinuitetsskogar – en förstudie. Meddelande 2004:01.
- Skogsstyrelsen. 2004. Skogliga konsekvensanalyser 2003 – SKA 03. Skogsstyrelsen, Rapport 2 2004. Jönköping.
- Skogsstyrelsen. 2005. Direktiv för projektet "kontinuitetsskogar och kontinuitetsskogsbruk". Direktiv, Diariennr. 417/03 3.39. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Smolander, A., Lojonen, J., Suominen, K. & Kitunen, V. 2005. Organic matter characteristics and C and N transformations in humus layer under two species, *Betula pendula* and *Picea abies*. *Soil Biology and Biochemistry* 37:1309–1318.
- Stener, L.-G. 2005. Förädlad björk och hybridasp, snabbt växande alternativ för södra Sverige.
- Strömberg, C., Claesson, S., Thuresson, T., & Örlander, G. 2001. Föryngring av skog – metoder, åtgärder och resultat. – Skogsstyrelsen, Rapport 8D, 2001.
- Söderberg, U. 1992. Functions for forest management: height, form height, and bark thickness of individual trees. Institutionen för skogstaxering. Rapport nr 52.
- Wiktander, U., Olsson, O. & Nilsson, S.G. 2001. Seasonal variation in home-range size and habitat area requirement of the lesser spotted woodpecker *Dendrocopus minor* in southern Sweden. *Biological conservation* 100: 387–395.
- www.svo.se/fakta/stat/
- Åberg, J. 2000. The occurrence of hazel grouse in the boreal forest. Effects of habitat composition at several spatial scales. *Acta universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria* 158, SLU Uppsala.

TIDIGARE REDOGÖRELSE FRÅN SKOGFORSK

2001

- Nr 1 Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J. & Stener, L.-G.: Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar.
- Nr 2 von Hofsten, H., Petersson, M. & Örlander, G.: Mekaniska snytbaggesskydd – påverkan på rot- och skottutveckling hos gran.
- Nr 3 Högborg, K.-A. & Jansson, G.: Odlingstester av tallfröplantager i södra Sverige.
- Nr 4 Pettersson, F.: Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutvecklingen i tallskog.

2002

- Nr 1 Norin, K.: Upphandling och försäljning av entreprenadtjänster i skogsbruket – en diskussion om affärskoncept som stöder drivningssystemens utveckling.
- Nr 2 Möller, J. J., Sondell, J., Lundgren, C., Nylinder, M. & Warensjö, M.: Bättre diametermätning i skog och industri.
- Nr 3 Hallonborg, U. & Granlund, P.: Virkesbehandling med engreppsskördare.
- Nr 4 Gyllemark, M.: Provenienser av svartgran (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) i södra och mellersta Sverige.
- Nr 5 Glöde, D. & Strömmer P.-G.: Norrskogsgallring – utveckling, förankring och implementering av ett gallringskoncept.
- Nr 6 Högbom, L. & Jacobson, S.: Kväve 2002 – en konsekvensbeskrivning av skogsgödsling i Sverige.
- Nr 7 Möller, J. J., Sondell, J. & Arlinger, J.: Virkesvärdestest 2001 – Apteringsfrågor.

2003

- Nr 1 Hallonborg, U.: Maskinsågkedjor i praktisk drift.
- Nr 2 Aulén, G. & Gustafsson, L.: Skogliga naturvärdesregioner för södra Sverige.
- Nr 3 Pettersson, F.: Effekter på beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog – Redovisning av försöksresultat och synpunkter på dagens röjnings- och gallringsverksamhet.
- Nr 4 Glöde, D. & Bergkvist, I.: 30 år med maskinell röjning – summering av utförd FoU och analys av framtida potential.

2004

- Nr 1 Utvecklingskonferens 2004.
- Nr 2 Werner, M. & Heurlin Karlsson, L.: Skånska strövområden – vistelse, preferenser och värderingar.
- Nr 3 Brunberg, T.: Underlag till produktionsnormer för skotare.
- Nr 4 Rytter, L.: Produktpotential hos asp, björk och al.
- Nr 5 Kroon, J. & Rosvall, O.: Optimal produktion vid nordflyttning av gran i norra Sverige.

2006

- Nr 1 Kroon, J. & Rosvall, O.: Förflyttningseffekter hos vit- och svartgran i norra Sverige
- Nr 2 Skogforsk: Utvecklingskonferens 2006, dokumentation.
- Nr 3 Granlund, P.: CTI på virkesfordon.
- Nr 4 Karlsson, B.: Trakthygesbruk med gran och självföryngrad björk, en jämförande studie

Skogforsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk
på ekologisk grund. Vår verksamhet består av tillämpad FoU,
uppdrag och kommunikation av ny kunskap.



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
Tel. 018-18 85 00 Fax. 018-18 86 00
E-post. skogforsk@skogforsk.se
www.skogforsk.se

© Skogforsk 2006
ISSN 1103-4580