ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 609 2006

Strategiska skogsbruksval

– ANALYS AV TVÅ ALTERNATIV TILL TRAKTHYGGESBRUK MED GRAN:

- kontinuitetsskogsbruk med gran,
- självföryngrad björk

och möjligheter till produktionshöjande åtgärder.

Bo Karlsson, Skogforsk & Lars Lönnstedt, SLU

SLU

SKOGFORSK

Uppsala Science Park, SE-751 83 UPPSALA, Sweden Ph. +46 18 18 85 00 • Fax. +46 18 18 86 00 skogforsk@skogforsk.se • http://www.skogforsk.se

Ämnesord:	Skogsbruk, trakthyggesbruk, kontinuitet, gran, björk, produktion, ekonomi, skogsindustri.
Omslagsbild fr.v.:	Björkskog, Martin Werner, Granskog, Skogforsks arkiv, Blädningsskog, Pär Fornling.

Skogforsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

Skogforsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom Skogforsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

Skogforsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktionseffektivitet. På de områden där Skogforsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien ARBETSRAPPORT dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från Skogforsk publiceras i följande serier:

NYTT: Nyheter, sammanfattningar, översikter.
RESULTAT: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.
REDOGÖRELSE: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.
HANDLEDNINGAR: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

ISSN 1404-305X

Innehåll

Del 1. Skogsbruket 1
Sammanfattning 2
Inledning 3
  Uppdraget 3
  Bakgrund – dagens skogstillstånd 3
Analys 1: Kontinuitetsskogsbruk med gran 6
  Produktion 6
    20 % högre produktion i trakthyggesbruk 6
    Lång tid att skapa skiktade skogar 6
  Ekonomi 7
    Investeringskostnader 7
    Högre avverkningskostnader 7
    Sämre nettoavkastning och lägre nuvärde 7
    Högre logistikkostnader 7
  Risker 7
    Samma risk för stormskador? 7
    Mer rotröta 8
    Sämre anpassning till klimatförändringar 8
  Natur- och miljöeffekter 8
    Biologisk mångfald 8
    Kväveutlakning 8
    Skogscertifiering 8
  Vilt 9
  Slutsatser 9
Analys 2: Självföryngring av björk 10
  Trakthyggesbruk 10
  Föryngring 10
    Björken svårföryngrad 10
  Produktion 10
    På beståndsnivå 10
    På landsnivå 10
  Ekonomi 11
    Sämre beståndsekonomi 11
    Lägre markvärde 11
  Risker och skador 11
    Stormskador 11
    Rotröta 11
    Andra skadegörare 12
    Klimatskador 12
    Markägarens värdering viktig 12
  Natur- och miljöeffekter 12
    Biologisk mångfald 12
    Mark och vatten 12
    Skogscertifiering 12
  Samspel med viltstammar 13
  Blandskog 13
  Slutsatser 13
Trakthyggesbruket – en förutsättning för fortsatt ökad skogsproduktion 15
    Kommentarer 15
    Ytterligare åtgärder 16
Erkännanden 16

Bilaga 17
Former för kontinuitetsskogsbruk 17
Terminologi och definitioner 17
Kontinuitetsskogsbruk 18
Byte av skogsskötselsystem 19
Produktionseffekter av byte från trakthyggesbruk till blädningsbruk på Sveriges granmarker 20
Bakgrund 20
Produktionsmodellens byggnad 20
Granskogens utveckling med trakthuggning respektive blädning 24
Skogstillståndets förändring 1985–2001 29
Blädning i ett internationellt perspektiv 29
Reella förutsättningar för en storskalig övergång till blädningsbruk i Sverige 30
Slutsatser 32
Granskogsbruk med och utan kalhyggen – produktion och ekonomi 33
Bakgrund 33
Tillväxtkalkyler 34
Ekonomisk värdering 36
Resultat och diskussion 38
Effekter storskaligt systemskifte från trakthyggesbruk till kontinuitets skogsbruk 41
Bakgrund 41
Analys och resultat 41
Trakthyggesbruk kontra kontinuitetsskogsbruk – naturvårdsaspekter 43
Teoretisk bakgrund 43
Syfte 44
Artperspektivet 44
Störningsperspektivet 45
Naturhänsyn i kontinuitetsskogsbruk 46
Slutsatser 46
Kväveutlakning vid olika grader av avverkningsuttag: en samman fattning med koppling till kontinuitetsskogsbruk 47
Bakgrund 47
Kväveutlakning från kalhyggen 47
kväveutlakning I skärmställningar och luckor 48
Diskussion 50
Slutsatser 50
Effekter av och på vilt – Trakthyggesbruk jämfört med kontinuitets skogsbruk för gran 51
Bakgrund 51
Effekter på viltet 52
Skogsskador 52
Självföryngring med björk på granmarker 53
Inledning 53
Material och metod 53
Resultat och diskussion 53
En jämförelse mellan granens och björkens ekonomiska potential 56
Bakgrund 56
Något om granens och björkens volymproduktion 56
Specifikation av kalkylerna 58
Björk 58
Gran 60
Ekonomisk utvärdering 61

Resultat 61
Diskussion 66
Produktion 66
Slutsatser 72
Regionala effekter på skogsproduktionen om granskog omförs till björkskog 74
Inledning 74
Material och metoder 74
Resultat 76
Effekt på virkesförråd, tillväxt och avverkning i F och Y län 76
Tillväxtminskning på omförd areal 78
Effekt på landsnivå 78
Jämförelse med produktionsintensiva scenarier 79
Diskussion 80
Val av trädslag – Hur hanterar vi risken för stormskador 82
Inledning 82
Förutsättningar 82
Resultat 86
Tolkning 89
Diskussion 89
Slutsats 91
Granskogsbruk kontra björkskogsbruk –naturvårdsaspekter 92
Syfte och avgränsningar 92
Träd 92
Bestånd 92
Landskap 93
Slutsatser 93
Jämförelse mellan löv- och granskog: Effekter på markens pH och nitratläckage. 94
Bakgrund 94
Försurning 94
Olika försök 95
Kväveläckage 96
Slutsats 97
Effekter av olika trädslag i skyddszoner längs vattendrag 98
Slutsats 98
Effekter av och på vilt - Trädslagsval gran eller björk 99
Bakgrund 99
Effekter på viltet 100
Skogsskador 100
Referenser 101

Del 2. Skogindustrin och samhället 111
Strategiska skogsbruksval – analys av ekonomiska konsekvenser 112
Sammanfattning 112
Inledning 113
Fyra fall 116
Inledning 116
Lönsamhet och struktur 124
Sågverksstrukturen (SNI 20 101) 124
Mekaniska och halvkemiska massabruk (SNI 21 111) 125
Sulfatmassabruk (SNI 21 112) 126
Samhällsekonomiskt perspektiv 126
Inledning 126
Förädlingsvärde 127
Exportvärde 128

Sysselsättning....130
Avslutande kommentarer....131

Bilaga 1....133
Påverkan på transportkostnaden....133
Medeltransportavståndet....134
Transportkostnad....135
SCA Ortviken....135
NWP Sikås....135
SÖDRA Mönsterås....136
Stora Enso Hylte....136
Övriga kostnader....137

Bilaga 2....139
Kalkylmodell....139

Bilaga 3....141
SCB:s Företags- och anläggningsregister....141

Del 1. Skogsbruket

Bo Karlsson

Sammanfattning

Skogforsk och SLU har gjort en konsekvensanalys av två alternativ till konventionellt trakthyggesbruk med gran; dels kontinuitetsskogsbruk med gran (blädning), dels ett skogsbruk baserat på självföryngrad björk.

Konsekvensanalysen avser produktion, ekonomi, naturvård, miljö samt påverkan av och på viltstammar.

Forskare på Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) och Stiftelsen Skogsbrukets Skogsforskningsinstitut (Skogforsk) har arbetat fram underlag till analysen.

Analysen förutsätter ett skogsbruk som drivs med företagsmässiga lönsamhetskrav men samtidigt följer riktlinjerna i svensk skogspolitik om likvärdiga produktions- och miljömål.

Resultaten kan sammanfattas enligt följande:

- **Kunskapsläget** är begränsat, speciellt vad gäller produktion och möjligheter till rationell drift i kontinuitetsskogsbruket. För jämförelsen mellan granskogsbruk och björkskogsbruk är underlaget relativt gott.
- **Produktionen** av virkesråvara är högre för trakthyggesbruk med gran än för alternativen. Jämfört med kontinuitetsskogsbruk ger trakthyggesbruk på beståndsnivå ca 20 % högre produktion och vid en jämförelse mellan gran och självföryngrad björk är överlägsenheten ännu större till granens fördel. Genetisk förädling av gran gör att dessa skillnader kommer att öka med tiden.
- **Ekonomi.** Kalkyler baserade på dagens prisrelationer visar att trakthyggesbruk med gran är mest lönsamt. Den högre årliga nettoavkastningen varierar från några hundra kronor/ha jämfört med kontinuitetsskogsbruk i norra Sverige, till över 1 000 kr/ha när man jämför med björk på bra marker i södra Sverige.
- **Risker.** Björken är mindre utsatt för stormskador än gran, men en simulering visade att granens ekonomi är så mycket bättre att inte ens stormar av Gudruns omfattning vart 5:e år ändrar förhållandet mellan trädslagen. Den största risken med kontinuitetsskogsbruk är kunskapsbrist. Satsning på detta skogsbrukssystem kan lätt misslyckas och leda till stor produktionsförlust.
- **Natur- och miljöhänsyn.** Trakthyggesbruket kan på ett positivt sätt kompletteras med de alternativa skogsbrukssystemen. Dock ersätter de senare inte kraven på normal hänsyn i trakthyggesbruket.
- **Produktionshöjande åtgärder** som genetisk förädling, intensiva föryngringar, användning av nya trädslag, gödsling m.fl. förutsätter trakthyggesbruk. Potentialen för dessa åtgärder uppskattas till 20 % ökad avverkning i landets skogar på 100 års sikt.

Inledning

UPPDRAGET

På uppdrag av Skogsindustrierna och LRF Skogsägarna har Skogforsk och SLU analyserat två alternativ till trakthyggesbruk med gran. Det är kontinuitetsskogsbruk med gran och självföryngring av björk.

Analysen bygger på ett omfattande underlagsmaterial som arbetades fram under 2005 av forskare vid SLU och Skogforsk. Deras arbete resulterade i 15 delrapporter:

Vilt. Roger Bergström, Skogforsk
Drivning. Torbjörn Brunberg, Skogforsk
Produktion gran-björk. Per Magnus Ekö, SLU
Produktion kontinuitetsskogsbruk. Björn Elfving, SLU
System effekter av kontinuitetsskogsbruk. Bo Karlsson Skogforsk
Miljöeffekter mark. Lars Högbom, Skogforsk
Björkföryngring. Göran Kempe, SLU, Lars-Göran Stener, Skogforsk
Blädning. Lars Lundqvist, SLU
Produktionssimuleringar. Anders Lundström, SLU, Ola Rosvall, Skogforsk
Riskkalkylering. Urban Nilsson, SLU, Ola Sallnäs, SLU
Miljöeffekter – vatten. Eva Ring, Skogforsk
Naturvård. Jan Weslien, Skogforsk.

Undertecknad (Bo Karlsson, Skogforsk) har fungerat som projektledare och gjort en sammanfattade tolkning och syntes av delrapporterna vad gäller skötselmodellernas effekter på virkesproduktion, miljö och ekonomi.

BAKGRUND – DAGENS SKOGSTILLSTÅND

Under första halvan av 1900-talet förekom ett omfattande blädningsskogsbruk och dimensionshuggningar som resulterade i en stor mängd restskogar med mycket låga virkesförråd och svag tillväxt, s.k. ”gröna lögner”(figur 1).

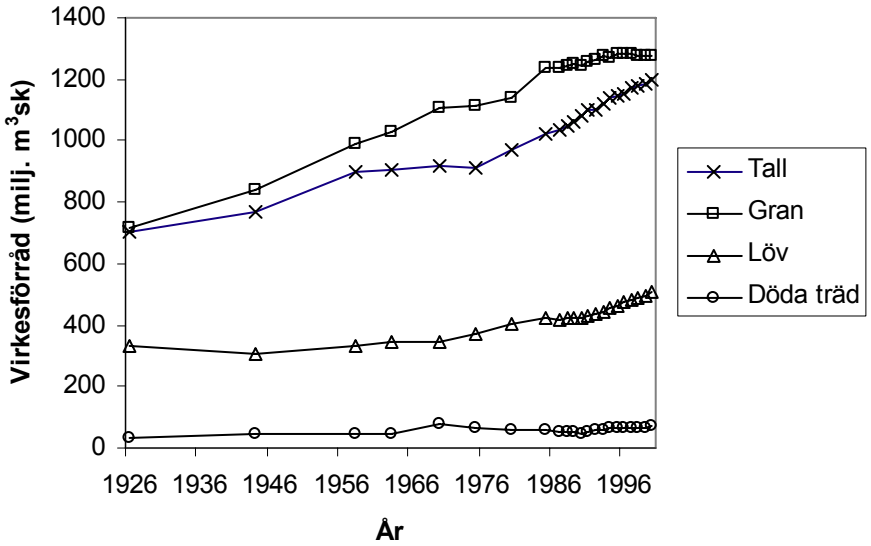
Skogsodlingen låg på en mycket låg nivå. Detta skogsbruk var ett resultat av inspiration från det tyska skogsbruket men också ett resultat av det hårda ekonomiska klimatet under depressionen. Runt 1950 förändrades skogsbruket. 1948 års skogsvårdslag bidrog till att trakthyggesbruket och skogsodlingen 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 ökat stadigt ökat under hela 1900-talet. Sedan 1920-talet har förrådet ökat med ca 70 % till ca 127 m^3sk/ha i genomsnitt för hela landet (figur 2) och i Götaland tredubblades virkesförrådet under samma tid (figur 3).

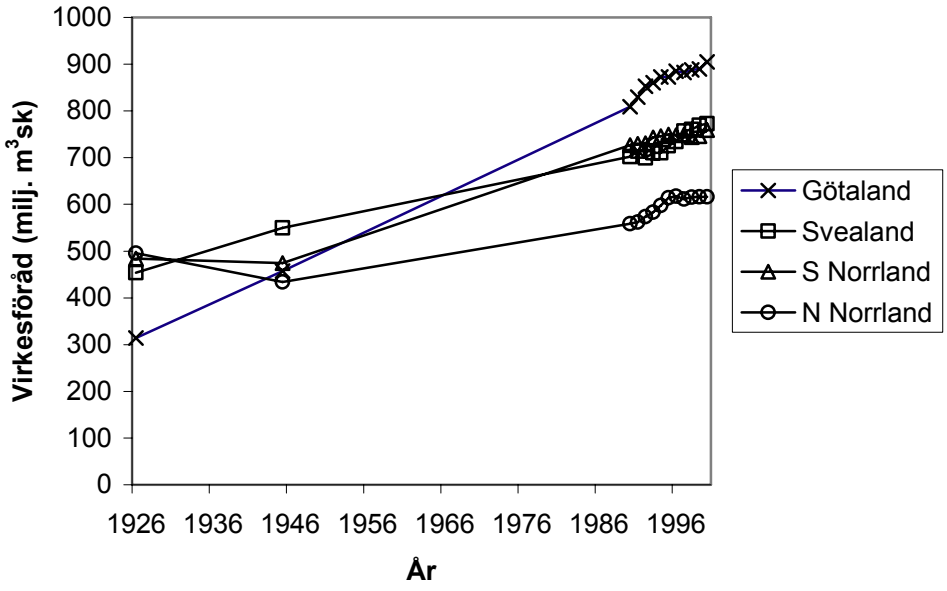
Den årliga tillväxten har ökat från 60 till drygt 100 milj. m^3sk/år. Förutom övergången till trakthyggesbruk med påföljande lyckad skogsodling beror den här ökningen på:

- den stora satsningen på skogsodling av öppna marker i början av förra seklet
- restaurering av restskogar och trasbestånd
- beskogning av betesmarker
- införande av bättre provenienser och förädlade plantor.

Figur 1.
Restbestånd från dimensionshuggen skog i 1940-talets Norrland. Ur: Norrlands Skogsvårdsförbunds tidskrift 1951, sidan 96.



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).

I Skogsstyrelsens utredning SUS 2001 kommer volymandelen lövträd i landet öka från 16 % till 22 % under perioden 2000–2100 i ett scenario där 1990–talets skogsbruksätt kombineras med dagens avverkningsnivå.

Den högsta möjliga avverkningen uppskattas i samma utredning till i genomsnitt 81 milj. m^3sk/år 2000–2009. Fram till 2100 ligger avverkningsmöjligheterna i genomsnitt på 92 milj. m^3sk/år.

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

Analys 1: Kontinuitetsskogsbruk med gran

Dagens granskogsbruk bedrivs nästan uteslutande som ett *trakthyggesbruk*. Huvuddelen av träden är likåldriga under större delen av omloppstiden. Föryngring efter slutavverkning sker huvudsakligen genom markberedning och plantering med bästa tillgängliga material. Självföryngring under skärm kan också tillämpas på lämpliga marker. Bestånden sköts sedan med röjningar och gallringar.

Kontinuitetsskogsbruk bedrivs i flerskiktade, olikåldriga bestånd som aldrig slutavverkas. Virkesuttag görs i form av återkommande avverkningar av de grövre träden vid varje avverkningstillfälle. Det finns några olika modeller för kontinuitetsskogsbruk, men i Sverige bedöms blädning vara den mest realistiska metoden och det är den metod som ligger till grund för jämförelserna i denna analys.

PRODUKTION

20 % högre produktion i trakthyggesbruk

Det finns mycket få jämförande produktionsförsök mellan blädning och trakthyggesbruk. Uppskattningar grundade på två fältförsök i Norrland och norska erfarenheter indikerar att medeltillväxten är ca 20 % högre i konventionellt trakthyggesbrukade skogar jämfört med blädade skogar. De blädade skogarna får dessutom med tiden allt högre beståndsålder, vilket sänker tillväxten ytterligare.

Ett fullskiktat blädningsbestånd beräknas kräva ett virkesförråd som är 37 % högre än genomsnittsförrådet i trakthyggesbruket för att kunna behålla produktionsförmågan.

Skillnaderna mellan blädning och trakthyggesbruk kommer att förstärkas med tiden, eftersom man i trakthyggesbruket kan plantera allt bättre genetiskt förädlat material från fröplantager. Denna effekt uppskattas för närvarande till ca 0,5 procentenheter per år.

Ett skifte till kontinuitetsskogsbruk i stor skala skulle få konsekvenser för råvaruförsörjningen för svensk skogsindustri. Om 50 % av alla granmarker skulle skötas med blädning skulle tillväxten i Sverige minska med ca 4 milj. m^3sk/år. Det motsvarar vedförbrukningen för ett större modernt massabruk.

Lång tid att skapa skiktade skogar

De redovisade produktionssiffrorna gäller för bestånd som redan är skiktade. Men merparten av dagens granskogar är uppkomna efter skogsodling och är därför likåldriga. Att transformera trakthyggesskogar till kontinuitetsskogar är sannolikt en mycket utdragen och svår process som tar minst 200 år. Under denna omvandlingsfas sjunker tillväxten, eftersom det då inte går att upprätthålla en hög produktion med någondera skogsbruksmetod. Misslyckade försök att byta skogsskötselsystem kan leda till lågproducerande restskogar – jämför med de gröna lögnerna under 1900-talets första hälft.

EKONOMI

Investeringskostnader

I ett blädningsskogsbruk slipper ägaren kostnaden för markberedning, plantering och ungskogsröjning. Det är poster som slår hårt i en beståndskalkyl. Å andra sidan får ägaren ett lägre netto vid avverkningen, eftersom det står kvar en stor virkesvolym kvar i skogen. Vid en slutavverkning faller det ut pengar som kan återinvesteras i någon annan del av rörelsen. Vid en blädning ska det kvarstående virkesförrådet därför ses som en investeringskostnad.

Högre avverkningskostnader

Avverkningen blir i genomsnitt dyrare vid blädning än vid trakthyggesbruk. Visserligen är medelträdet grövre vid blädning, men å andra sidan är uttaget per hektar lågt och maskinerna måste hela tiden ta hänsyn till de kvarstående träden. Den genomsnittliga avverkningskostnaden i blädningsskog beräknas därför vara ca 30 kr högre per m^3fub jämfört med genomsnittskostnaden under en omloppstid i trakthyggesbruket. Det är framförallt den låga slutavverkningskostnaden som slår igenom starkt i trakthyggesbrukets totala beståndsekonomi.

Sämre nettoavkastning och lägre nuvärde

På beståndsnivå ger trakthyggesbruket mer än 40 % extra i genomsnittligt årlig nettoavkastning vid 2 % kalkylränta. Enligt de kalkyler som gjorts är nuvärdet av samtliga kostnader och intäkter under en omloppstid, ca 10–12 000 kr/ha lägre med kontinuitetsskogsbruk än med trakthyggesbruk. Kalkylen bygger på dagens kostnader och virkespriser och är gjord med 2 % ränta.

En känslighetskalkyl visar att virkespriset vid väg bör höjas med ca 35 % för att få ett likvärdigt årligt resultat för de två skogsbrukssätten.

Högre logistikkostnader

Vid en storskalig övergång till kontinuitetsskogsbruk ökar kostnaden för vidaretransport till industri enligt våra beräkningar med 4 kr per m^3fub på grund av virke måste hämtas från ett större fångstområde för att kompensera den lägre produktionen. Kostnader för väghållning, mindre avlägg och mindre möjlighet till gruppkörning m.m. ökar också något eftersom den genomsnittliga volymen från varje avverkningstrakt blir mindre.

RISKER

Samma risk för stormskador?

Om man antar att risken för stormfällning är lika stor för träd av samma storlek och trädslag oberoende av skogsbruksmetod, så innebär det att risken för stora avgångar mätt i volym virke per hektar är mindre i en flerskiktad skog. Å andra sidan kan större arealer drabbas av stormskador i ett blädningsskogsbruk eftersom det då finns stora träd i alla bestånd. Det är alltså inte uteslutet att den totala mängden stormfällt virke är densamma oavsett skogsskötselsystem. Men det är dyrare att ta hand om de mer spridda vindfällena i kontinuitetsskogsbruket, och det tar längre tid. Det ökar risken för att vindfällen blir kvar i skogen alltför länge, med därpå följande insektsangrepp på fällda träd och kringstående skog och värdeförluster på det tillvaratagna virket.

Mer rotröta

Rotrötan är ett växande problem i svenskt skogsbruk. De modeller som gjorts över rotrötans spridning indikerar ett ständigt ökande problem med röta i kontinuitetsskogsbruk. Det beror bl.a. på att granandelen i beståndet alltid är mycket hög. Samtidigt går det inte att byta trädslag eller öka inblandning av andra trädslag för att minska rötans spridning.

Eftersom stora träd avverkas vid varje blädningstillfälle är det nödvändigt att använda större maskiner än vid gallring i trakthyggesbruket. Detta innebär högre marktryck och sannolikt större risk för körskador.

Sämre anpassning till klimatförändringar

Anpassning till rådande klimat är en viktig förutsättning för beståndets sundhet och en hög virkesproduktion. Träden i blädningsskogar kan långsiktigt visa sig vara sämre anpassade till prognostiserade klimatförändringar. Vid trakthyggesbruk finns möjlighet att använda förädlade plantor som är testade under varierande klimat- och ståndortsförhållanden.

NATUR- OCH MILJÖEFFEKTER

Biologisk mångfald

Trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk kompletterar varandra vad gäller den biologiska mångfalden. Ljuståliga arter som har god spridningsförmåga kan tåla trakthyggesbruk bra. Arter med dålig ljus- eller uttorkningstolerans och svag spridningsförmåga klarar sig bättre i ett kontinuitetsskogsbruk. Det är viktigt att särskilda naturhänsyn, t.ex. tillgång till gamla levande träd, beaktas i båda skötselsystemen.

På beståndsnivå är diversiteten i blädningsskogen högre än i ett väl slutet likåldrigt granbestånd. Å andra sidan är lövandelen låg i blädningsskogen, eftersom ljustillgången alltid är begränsande, vilket missgynnar lövberoende arter.

Blädningsskogarnas betydelse för diversiteten är sannolikt beroende av omfattningen och den rumsliga fördelningen i landskapet.

Kväveutlakning

Det finns få jämförande undersökningar av kväveutlakning mellan blädning och trakthyggesbruk. En förutsättning för ett lågt läckage är sannolikt att det finns ett vitalt rotsystem som täcker en stor del av marken. Teoretiskt sett kan detta utgöras av träd såväl som av hyggesvegetation. Exakt vilken roll träden spelar eller hur många träd per hektar som krävs på olika marker kan inte besvaras idag.

Kontinuitetsskogsbruk medför ökad körning med tunga maskiner. Det är oklart hur mycket det påverkar miljön.

Skogscertifiering

Större delen av den svenska skogsmarken är ansluten till något skogscertifieringssystem. Det kräver att överenskomna natur- och miljöhänsyn beaktas i båda skogsskötselsystemen.

VILT

I en blädningsskog är det ett lägre utbud av såväl vinter- som sommarfoder för hjortdjuren jämfört med hyggesfasen i traditionellt skötta skogar. En storskalig övergång till kontinuitetsskogsbruk på landskapsnivå skulle därför betyda ökade skador på omgivande tall- och lövträdsföryngringar. Det innebär att populationerna av hjortdjur måste anpassas till omfattningen av blädnings-skogsbruket.

SLUTSATSER

1. Kunskapen om kontinuitetsskogsbruk, dess skötsel, produktion och ekonomi är mycket begränsad, varför bedömningen av dess konsekvenser är osäkra.
2. Blädning passar bara på en liten mycket liten andel av granskogsarealen. Att omvandla dagens likåldriga trakthyggesskogar till blädningsbestånd tar mycket lång tid. Det bör med nuvarande kunskap betraktas som ett högriskprojekt, som riskerar att minska skogsproduktionen drastiskt under minst 200 år. Många av restskogarna från 1900-talets första hälft var missbrukade blädningsskogar och rester av dimensionshuggning.
3. Trakthyggesbruk bedrivet enligt utprovade principer, med ståndorts-anpassning och naturhänsyn, bedöms vara det mest effektiva sättet att upprätthålla och öka produktionen av gran till svensk skogsindustri. Utifrån befintlig kunskap bedöms det vara en förutsättning för att behålla en tillräcklig lönsamhet i skogsbruket - och därmed i skogsindustrin.
4. Det finns dock andra skäl som talar för ett inslag av kontinuitetsskogsbruk i skogslandskapet, bl.a. för att gynna vissa arter och för att främja kultur-miljövård och hänsyn till friluftslivet.
5. Det är angeläget att ny forskning rörande blädningsskogar initieras. Framförallt saknas lämpliga produktions- och demonstrationsytor som jämför de båda skötselsystemen, i synnerhet i södra Sverige. Naturvårds-relaterade frågeställningar och miljöeffekter är andra viktiga forsknings-områden.

Analys 2: Självföryngring av björk

TRAKTHYGGESBRUK

I denna analys jämfördes trakthyggesbruk med gran med ett trakthyggesbruk av björk. Granen föryngras med markberedning och plantering av bästa möjliga plantmaterial medan björken förväntas självföryngras efter markberedning.

Björkföryngringen antas bestå av vårtbjörk med varierande inblandning av glasbjörk. Båda alternativen sköts genom lämpliga röjnings- och gallringsprogram.

FÖRYNGRING

Björken svårföryngrad

Möjligheten att lyckas med självföryngring av björk varierar. En studie baserad på data från Riksskogstaxeringen visar att ca hälften av alla föryngringar på friska marker får tillräckligt mycket självföryngrad björk för att ge ett tillfredställande produktionsbestånd. Studien täcker hela Sverige och den merparten ytorna torde ha varit markberedda.

På fuktiga marker hade ca 75 % av objekten en tillfredsställande föryngring.

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 data från Riksskogstaxeringen visar att den självföryngrade björkens produktionspotential i genomsnitt ligger på 46 % av granens, alltså mindre än halva produktionen.

Beståndskalkyler visar att planterad gran årligen producerar 3–7 m^3sk/ha mer än självföryngrad björk. Det betyder ca 200–500 m^3sk/ha mer under en 75-årsperiod.

Till detta ska läggas att skogsträdsförädlingen kontinuerligt tar fram nya, allt mer produktiva gransorter – granens produktionspotential bedöms i genomsnitt öka med 0,5 procentenheter per år genom genetisk 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 svårt att ekonomiskt försvara, eftersom planteringarna oftast också måste hägnas mot vilt.

På landsnivå

Effekterna av en omfattande övergång till ett ökat björkskogsbruk studerades för Jönköpings och Västernorrlands län i två scenarier, där 30 resp. 60 % av dagens granareal successivt omfördes till björkskog, d.v.s. en del av den areal som skulle ha beskogats med gran självföryngrades i stället med björk och sköttes som ren björkskog. Analyserna gjordes med hjälp av Huginsystemet.

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. m^3sk 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 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 reduceras.

EKONOMI

Sämre beståndsekonomi

För markägaren är det stora skillnader i beståndsekonomi beroende på om man väljer gran eller björk. I en kalkyl blev det årliga nettoöverskottet per hektar 400–1 300 kr högre för granalternativet utan räntebelastning. Skillnaderna ökade med markens bördighet. Kalkylen gjordes med dagens virkespriser och kostnader. Bidrag eller andra subventioner ingick inte i kalkylen.

Lägre markvärde

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 självföryngringen av björk.

RISKER OCH SKADOR

Stormskador

Björken är visserligen mindre utsatt för stormskador än gran, men en simulering visade att granens ekonomi i genomsnitt är så mycket bättre att till och med stormar av Gudruns omfattning vart 5:e år inte ändrar förhållandet mellan trädslagen.

Vid en hög frekvens stormar (ca vart 12:e 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

Vad gäller andra skadegörare som kan åstadkomma storskaliga skador i björkbestånd är kunskapsläget dåligt. Det finns svampar som kan orsaka stor skada, t.ex. björkrost som kan medföra tillväxtnedsättningar och kvalitetsfel. Bland insekter som kan förorsaka 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 frostskador under försommar och höst på granplantor, snöbrott och torkskador på björkungskogar. Ekonomiska konsekvenser av dessa skaderisker är svåra att kalkylera, eftersom de uppträder mer eller mindre slumpmässigt och delvis är skötselberoende.

Markägarens värdering viktig

Risker är svåra att kalkylera på ett objektivt sätt, varför 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 och detta påverkar floran och markfaunan – även om pH inte bara beror 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.

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.

SAMSPEL MED 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 anpassas under dagens nivåer för att säkerställa produktiva och tillräckligt skadefria björkföryngringar utan hägn.

Normalt bör inte en ökad areal björkskog påverka betningen i omgivande tallungskogar nämnvärt, om inte ändrade röjningsregimer minskar foderutbudet väsentligt.

BLANDSKOG

Här har bara behandlats konsekvenser av rena bestånd av björk och gran. 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 samhället.
2. Granen är ett odlingssäkert 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 på världsmarknaden Dess långa slanka fibrer skiljer sig markant från björkens korta och är mer unika på den globala fibermarknaden. Björkens korta fibrer är utmärkta för vissa papperskvaliteter, men ofta utbytbara mot bl.a. eucalyptusfiber.
5. Det finns kunskapsbrister som kräver ytterligare forskning. Exempel på angelägna teman är kostnadseffektiv föryngring av björkbestånd, bättre utnyttjande av värdefull björkråvara samt ytterligare jämförande produktionsstudier mellan trädslagen och blandningar mellan dem.

6. För gran finns ett behov av att studera skötselsystem 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.

Trakthyggesbruket – en förutsättning för fortsatt ökad skogsproduktion

Med kontinuitetsskogsbruk och självföryngrade björkskogar är man hänvisad till markens och trädens naturliga produktionsförutsättningar. Med trakthyggesbruk kan man däremot driva ett betydligt mer intensivt skogsbruk.

Skogforsk har i annat sammanhang utrett möjligheter att öka produktionen i svenskt skogsbruk under den kommande 100-årsperioden jämfört med den produktion som skulle åstadkommas med dagens skogsbruk. De verktyg som är tillgängliga är: intensivare föryngringar, skogsträdsförädling, skogsgödsling samt användning av contortatall. Effekten fram till år 2050 sammanfattas i tabell 1 nedan.

Tabell 1.
Möjlig ökad avverkning år 2050 om produktionshöjande åtgärder tillämpas i skogsbruket.

Metod	Ökning (%)
Intensivare föryngring	3
Skogsträdsförädling	8
Användning av contortatall	2
Skogsgödsling	2
Summa	15

Under andra halvan av perioden, efter år 2050 ökar avverkningsmöjligheten ytterligare och kommer då att ligga mellan 15 och 20 % högre än dagens nivå. Det betyder, applicerat på dagens avverkning 90 miljoner m^3sk, att 13,5 miljoner m^3sk extra kan avverkas år 2050, och ca 18 miljoner m^3sk mer år 2100.

För att kunna utnyttja dessa potentialer krävs oftast trakthyggesbruk.

Kommentarer

- I undersökningen sattes målet att alla föryngringar ska klara skogsvårdslagens krav. Det kräver att markberedningen ökar med 20–25 procentenheter, att andelen planteringar ökas med ca 10 procentenheter samt att kalmarkstiden kortas eller hålls oförändrad.
- Här förutsätts att plantering sker med bästa förädlade material vid varje tillfälle. Det betyder att använda dagens fröplantager som ger 10 % merproduktion i början av perioden och successivt använda allt bättre material vilket betyder en merproduktion av ca 50 % på det som planteras i slutet av 100-årsperioden.
- Beräkningarna baseras på två scenarier: ett högt där det gödslas 220 000 ha/år och ett lägre där 60 000 ha gödslas årligen. Som jämförelse kan nämnas att det idag gödslas cirka 20 000 ha/år medan det under 1970-talet som mest gödslades på cirka 200 000 ha årligen. Här redovisas enbart det lägre alternativet.
- Analysen grundas på plantering av förädlad contortatall i norra Sverige på 15 000 ha årligen. Det är den nivå som tillåts av skogsvårdslagen och 10 gånger mer än dagens användning, men bara ungefär hälften av vad som användes under 1980-talet.

Ytterligare åtgärder

En annan åtgärd som lokalt kan öka produktionen avsevärt är rensning av skogsdiken. Dikessystemen i skogsmarken är ofta dålig underhållna och många skogar på annars produktiva marker håller på att försumpas och få en drastiskt minskad produktion. Dräneringen kan också minska risken för framtida stormskador.

En ökad intensitet i röjning av ungskogarna skulle innebära att omloppstiderna kan minskas och dimensionerna i framför allt första gallring ökas. Omloppstiden kan kortas och lönsamheten ökar.

En viltförvaltning som anpassar stammarna av framför allt älg och rådjur till tillgänglig fodermängd är ett annat exempel på åtgärd som resulterar i ökad produktion och förbättrad kvalitet och därmed ökad lönsamhet i våra skogar.

Erkännanden

Denna rapport är synteser av 15 delrapporter författade av forskare vid Skogsfakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) och Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut (Skogforsk).

Författarna ansvarar för innehållet i sina respektive bidrag, medan synteserna 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, Torbjörn Brunberg, Skogforsk, Per Magnus Ekö, SLU, Björn Elfving, SLU, Lars Högbom, Skogforsk, Göran Kempe, SLU, Lars Lundqvist, SLU, Anders Lundström, SLU, Urban Nilsson, SLU, Eva Ring, Skogforsk, Ola Rosvall, Skogforsk, Ola Sallnäs, SLU, Lars-Göran Stener, Skogforsk och Jan Weslien, Skogforsk.

Bilaga

Former för kontinuitetsskogsbruk

Lars Lundqvist, SLU

TERMINOLOGI OCH DEFINITIONER

Skogsskötsel kan indelas på flera olika nivåer. Den lägsta nivån är de enskilda skogsskötselåtgärderna och den högsta nivån är skogsskötselsystemen, d.v.s. det man tidigare kallade skogsbrukssätt. För att indela åtgärder och system på ett logiskt sätt utgår man från vad som finns kvar efter ingreppet, dels det *kvarvarande beståndets täthet*, och dels *beståndsformen*.

Tätheten kan uttryckas med grundyta eller virkesförråd (volym). Med beståndsform avses skogens höjdskiktning, och man brukar normalt bara urskilja tre huvudtyper: enskiktad, tvåskiktad och fullskiktad skog. I den *enskiktade* skogen är alla träd ungefär lika höga och det finns ett tydligt krontak. I den *tvåskiktade* skogen finns det två stycken, från varandra tydligt avgränsade höjdskikt med varsitt krontak – ett överbestånd och ett underbestånd. I den *fullskiktade* skogen finns träd av alla höjder blandade med varandra, det saknas ett tydligt krontak, och det finns fler små än stora träd. Vi förutsätter normalt att skogen är enskiktad och därför anger man sällan beståndsformen explicit. Däremot använder vi begrepp som övre höjd, medelhöjd och beståndsålder, vilka alla egentligen förutsätter att skogen är enskiktad/likåldrig.

Om man definierar skogsskötselåtgärder enligt ovanstående principer så blir blädning och gallring delvis samma sak, d.v.s. en utglesning av skogen, men skogen har olika beståndsform efter avverkningen. Om skogen efter avverkningen är enskiktad så var det en gallring, men om den är fullskiktad så var det en blädning. Skillnaden mellan skärmar (föryngringsavverkning) och gallring blir däremot, precis som i SVL, en fråga om det kvarvarande beståndets täthet.

En viktig punkt när det gäller skogsskötselåtgärder är att de nästan alltid är oberoende av varandra. Att man har gjort en viss åtgärd vid en given tidpunkt gör inte att man är tvingad att utföra en viss annan åtgärd vid en senare tidpunkt. Framtida valmöjligheter påverkas visserligen av vad man gjort tidigare, men faktorer som beståndets utveckling, förändringar i virkespriser och kostnader, teknisk utveckling, etc. gör att det egentligen är en ny beslutssituation inför varje åtgärd.

Enligt skogsordlistan är ett skogsbrukssätt/skogsskötselsystem ett ”system enligt vilket skogsbestånd vårdas, skördas och ersätts med ny skog”. Eftersom de enskilda skogsskötselåtgärderna är oberoende och fristående från varandra så finns det inget tvingande system som man som skogsägare är tvungen att följa. Skogsskötselsystemen finns därför egentligen inte annat än som tankekonstruktioner, men de hjälper skogsskötaren att dels begränsa antalet tänkbara åtgärder vid olika tidpunkter och dels att komma ihåg det långsiktiga målet med åtgärderna.

Skogsskötselsystemen indelas efter den *beståndsform* (höjdskiktning) de upprätthåller. Det skogsskötselsystem som upprätthåller *enskiktad* skog heter *trakthyggesbruk*. Systemet bygger på att en ny, jämnhög trädgeneration etableras under ett fåtal år. Under uppväxten sköts skogen med röjning och gallring för att till slut slutavverkas, varpå hela processen upprepas. I samband med generationsväxlingen kan skogen tillfälligt vara tvåskiktad om man föryngrar under fröträd eller skärm. För den *fullskiktade* skogen finns också ett skogsskötselsystem etablerat – *blädningsbruk*. Där sköts skogen med återkommande blädningar, d.v.s. man gallrar så att skogen förblir fullskiktad. Rent hypotetiskt, principiellt, borde det kunna finnas ett skogsskötselsystem som bygger på att skogen kontinuerligt är tvåskiktad, men något sådant system finns inte etablerat, accepterat och dokumenterat.

Utöver skogsskötselsystem och skogsskötselåtgärder så har det från tid till annan florerat vad man enklast skulle kunna sammanfatta under begreppet ”skogsbruksfilosofier”, d.v.s. någon form av grundläggande moraliska, filosofiska riktlinjer för hur skogsbruk bör bedrivas. Det är idéer som New Forestry och Pro Silva. Två aktuella exempel är Naturkultur och Continuous Cover Forestry.

Den grundläggande filosofin bakom begreppet Naturkultur är att det i äldre skog ofta finns undertryckta träd med potentiellt hög framtida kvalitet som skulle kunna tas tillvara om man höggallrade istället för att slutavverka. Man ska dessutom ha det enskilda trädet och den lilla trädgruppen som behandlingsenhet, och inte beståndet. Genom att göra ekonomiska nuvärdesberäkningar på små grupper av träd skulle man synliggöra dessas framtida värde. Naturkultur leder därmed inte till någon bestämd beståndsform, eller garanterar att marken alltid är skogklädd (se nedan). Hur tät eller gles eller skiktad skogen blir efter ett ingrepp utfört enligt Naturkulturs principer styrs av vilken förräntning man kräver av skogskapitalet.

Continuous Cover Forestry bygger på grundfilosofin att det i naturskogen, som är opåverkad av skogsbruk, aldrig förekommer kalmark, utan skogsmarken är ”kontinuerligt täckt med skog” i någon form. Begreppet är idag accepterat i stora delar av Europa som vägledande princip för hur skogsbruk bör bedrivas. Däremot är man inte alltid överens om hur det ska tolkas. Pro Silva är en variant på samma tema, där tanken är att skogsbruket ska bedrivas på skogens villkor.

KONTINUITETSSKOGSBRUK

Om man med kontinuitetsskogsbruk avser ett långsiktigt, uthålligt skogsbruk där marken kontinuerligt är skogklädd, d.v.s. där det aldrig förekommer kal mark, så finns det idag bara två vägar att uppnå detta om man begränsar sig till åtgärder/system som är någorlunda utprovade och undersökta: dels trakthyggesbruk där generationsväxlingen görs genom föryngring under högskärm, och dels blädningsbruk. Skärmföryngring kan i princip bedrivas med samtliga trädslag, på samtliga marktyper och oavsett utgångsbeståndets sammansättning, om man kompletterar med plantering under skärmen där det blir för lite naturlig föryngring. Blädningsbruk förutsätter att skogen är fullskiktad, och det i sin tur förutsätter i princip att skogen är dominerad av gran.

BYTE AV SKOGSSKÖTSELSYSTEM

Ett byte av skogsskötselsystem, från trakthyggesbruk till blädningsbruk, förutsätter att skogen omvandlas från enskiktad till fullskiktad. Detta är en process som tar mycket lång tid eftersom de plantor och småträd som kommer upp under den äldre skogen kommer att växa allt långsammare ju mer skogen sluter sig. Ett ytterligare problem är att träden i överbeståndet, d.v.s. det gamla enskiktade beståndet, riskerar att ta slut innan omvandlingen fullbordats. Sammantaget gör det att omvandlingen från enskiktat till fullskiktat kan beräknas ta mellan 100 och 200 år. Man kan också förvänta sig att produktionsnivån sjunker under omvandlingsfasen, eftersom det inte går att upprätthålla ett optimalt producerande bestånd för vare sig trakthygges- eller blädningsbruk.

Att byta från blädningsbruk till trakthyggesbruk är däremot synnerligen enkelt, eftersom det bara är att slutavverka skogen.

Produktionseffekter av byte från trakthyggesbruk till blädningsbruk på Sveriges granmarker

Björn Elfving SLU – inst. för skogsskötsel

BAKGRUND

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 genomförs av SLU och Skogforsk på uppdrag av Skogsindustrierna och LRF Skogsägarna. I denna uppsats görs ett försök att bedöma den långsiktiga inverkan på produktionen av en övergång till blädningsbruk på Sveriges alla granmarker. Scenariot är hypotetiskt men kan tjäna som underlag för att ge insikt i och diskutera problematiken.

Med blädning avses utgallring av mogna träd i skiktad skog. Blädningsartade huggningar tillämpades allmänt i Sverige fram till 1950 då de utdömdes för att ha givit upphov till glesa och lågproduktiva restskogar. Resultat och erfarenheter av ordnad blädning har dock sällan dokumenterats i mer gripbar form. Kunskapen är därför begränsad om hur ett långsiktigt blädningsbruk fungerar och bör utformas under skilda förutsättningar. En övergång från trakthyggesbruk till blädningsbruk på alla granmarker i landet kräver en relativt lång omställningsperiod och en uppbyggnad av virkesförrådet. I en produktiv blädningsskog bör förrådet troligen ligga 30–50 % högre än medelförrådet vid trakthyggesbruk. Prognosfunktionerna i Huginsystemet är inte användbara för att göra en mer detaljerad analys av konsekvenserna. I stället har en överslagmässig kalkyl genomförts med en enkel produktionsmodell som utvecklats speciellt för detta projekt.

Produktionsmodellens byggnad

Skogsmarken indelades i bonitets- och åldersklasser med stöd av riksskogstaxeringens permanenta provytor, och arealer, förråd, tillväxt och avgång beräknades i de olika klasserna. Tillväxten beräknades utifrån en enkel schablon enligt vilken produktionen till given övre höjd motsvarar höjden i kvadrat, d.v.s. $V_{prod}=H_{dom}^2$. Systemet kontrollerades med uppgifter i publikationen Skogsdata 1988 som baseras på data från tidpunkten för utläggning av de permanenta ytorna (1983–1987). Totalt urskildes 4 bonitetsklasser samt 9 åldersklasser á 20 år, tabell 1. Tillväxterna beräknades med höjdutvecklingsfunktioner för tall i de två lägre bonitetsklasserna och för gran i de två högre. För att uppnå en avgång (naturlig avgång samt avverkning) i nivå med tillväxten fördelades uttag i gallring och slutavverkning schablonmässigt med ledning av beräknade, normala omloppstider och gallringsandelar.

Bonitetsklasserna avser ståndortsindex enligt ståndortsbonitering: under 18 m, 18–22 m, 22–26 m samt över 26 m. Arealvägt medelindex i den lägsta klassen är 15 m och i den högsta 30 m. Omloppstiderna har satts till 140, 120 100 och 80 år i de olika klasserna. Den naturliga avgången sattes till 6 % av bruttotill-

växten och en genomsnittlig gallringsandel (av årligt virkesuttag) på 30 % eftersträvades. I en första ansats utvecklades ”produktionstabeller” för de olika bonitetsklasserna under förutsättning av jämn åldersklassfördelning och inga väntetider för föryngring, tabell 1. Den beräknade, arealvägda medeltillväxten blev 5,01 m³sk per ha och år, vilket väl överensstämmer med medelboniteten enligt Skogsdata 1988. Med en total skogsmarksareal på 23 milj. ha beräknas bruttotillväxten till 115 milj. m³sk och totala virkesförrådet till 3,1 miljarder m³sk.

Kommentarer till tabell 1. SIS avser ståndortsindex enligt ståndortsbonitering. Med Åkl avses ålder mitt i klassen för 20-åriga åldersklasser. Hdom avser den övre höjd som svarar mot angiven ålder, enligt kurvor för planterad tall (Elfving & Kiviste 1997) i SIS-klasserna 15 och 20 och för planterad gran (Elfving 2003) i SIS-klasserna 24 och 30. CAI avser löpande tillväxt, m³sk per ha och år, Tot.prod avser totalproduktion (m³sk per ha) till övre klassgräns för respektive åldersklass, beräknad som Hdom². T.ex. är CAI(10)=(14,89–1,20)/20=0,68. Volym är genomsnittlig kvarvarande volym per ha efter gallring och naturlig avgång. Nat.avg. är naturlig avgång, Gallr. är utgallrad volym och Slutavv. är slutavverkad volym, alla uttryckta som medeltal m³sk per ha under 20 år. iVtot avser total tillväxt per ha och 20-årsperiod. Avverkningen beräknas i medeltal utföras vid övre klassgräns i högsta åldersklass. Det innebär att hela den avverkade arealen återfinns i åldersklass 0–20 efter 20 år. MAI avser medeltillväxt och Areadel den arealandel av Sveriges 23 milj. ha skogsmark som enligt tax.data finns i respektive SIS-klass.

I ett andra steg utvecklades modellen med en kalmarksklass och en överhållningsklass och utvecklingen beräknades med arealer och volymer enligt Skogsdata 2003, avseende skogstillståndet vid sekelskiftet, tabell 2. Trots att all skog i äldsta åldersklass har slutavverkats och gallringsandelen har höjts till mellan 40–50 % så uppnås bara en årlig avverkning på 84 milj. m³sk, medan bruttotillväxten beräknas till 108 milj. m³sk. Programmet innebär att andelen skog i äldsta åldersklass reduceras från 14,7 till 11,8 %. Om denna andel sänks ytterligare kan naturligtvis högre avverkning uppnås.

Tabell 1.
Produktionstabell för Sveriges skogar. Jämn åldersklassfördelning, optimal omloppstid, ingen föryngringstid.

SIS	Åkl	Hdom	CAI,	Tot.prod	Volym	Nat.avg.	Gallr	Slutavv	iVtot	MAI/ gallr.del	Area-del
15	10	0,37	0,68	1,20	1,20	0,00	0,00		1,20		
15	30	2,95	2,01	14,89	11,40	0,82	2,67		13,69		
15	50	6,44	3,14	55,19	39,91	2,42	9,36		40,29		
15	70	10,06	3,56	118,00	80,16	3,77	18,80		62,82		
15	90	13,44	3,44	189,28	119,20	4,28	27,96		71,28		
15	110	16,45	3,06	258,11	148,96	4,13	34,94		68,82		
15	130	19,06	2,80	319,32	206,50	5,35		232,82	89,21		
					607,32	20,77	93,74			2,48	0,325
gallr-andel		0,19	Medelvolym, m³/ha		101,22		tillväxt		347,32	0,287	
20	10	1,06	1,95	3,20	3,20	0,00	0,00		3,20		
20	30	6,14	4,61	42,17	31,47	2,34	8,36		38,97		
20	50	11,57	5,67	134,40	93,35	5,53	24,81		92,23		
20	70	15,80	5,22	247,82	157,97	6,81	41,99		113,42		
20	90	18,84	4,27	352,23	202,33	6,26	53,78		104,40		
20	110	20,98	3,79	437,65	282,63	7,40		318,25	123,32		
					770,94	28,34	128,96			3,96	0,252
gallr-andel		0,21	Medelvolym, m³/ha		154,19		tillväxt		475,55	0,288	
24	10	0,90	2,35	3,20	3,20	0,00	0,00		3,20		
24	30	6,64	6,02	50,18	30,31	2,82	17,05		46,98		
24	50	12,97	8,09	170,50	91,78	7,22	51,63		120,32		
24	70	18,26	8,22	332,37	156,12	9,71	87,82		161,87		
24	90	22,35	7,93	496,71	310,60	14,62		385,14	243,63		
					592,02	34,37	156,50			5,76	0,186
gallr-andel		0,36	Medelvolym, m³/ha		148,00		tillväxt		576,01	0,289	
30	10	1,65	5,86	10,00	10,00	0,00	0,00		10,00		
30	30	10,90	11,74	127,13	62,45	7,03	57,65		117,13		
30	50	19,12	12,26	361,93	147,25	14,09	135,92		234,81		
30	70	24,79	11,18	607,21	377,81	21,42		482,90	357,07		
					597,51	42,54	193,57			8,99	0,237
gallr-andel		0,48	Medelvolym, m³/ha		149,38		tillväxt		719,01	0,286	
	Medelförråd, m²sk/ha				134,68	Sjg %·iV	5,76		Medelprod, m²sk/ha		5,01
	Totalt förråd (area 23 milj ha), m²sk				3097,71				Tillväxt, milj m²sk/år		115,1

Tabell 2.
Produktionstabell för Sveriges skogar. Prognos i 20 år utifrån uppmätt tillstånd vid sekelskiftet.

SIS	Åkl	Hdom	Arealandel		CAI, m³	Volym per ha		Nat.	Gallr.	Slut-	iVtot	MAI/	Area-	Avv.
m		m	år 0	år 20	per ha, år	år 0	år 20	avg.		avv.		gallr. del	del	
15	0	0,00	0,035	0,013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00			
15	10	0,56	0,175	0,106	0,68	10,00	10,00	0,00	0,00		1,75			
15	30	3,51	0,175	0,175	2,01	37,00	22,87	0,14	0,00		2,40			
15	50	7,30	0,146	0,175	3,14	86,00	74,88	0,42	0,00		7,05			
15	70	10,83	0,107	0,146	3,56	114,00	116,04	0,55	4,24		9,17			
15	90	13,77	0,093	0,107	3,44	126,00	144,80	0,46	3,87		7,63			
15	110	16,09	0,094	0,093	3,06	142,00	152,56	0,38	3,55		6,40			
15	130	17,89	0,091	0,094	2,61	149,00	159,63	0,35	3,75		5,75			
15	150	19,30	0,084	0,091	2,19	139,00	198,15	0,40		13,41	6,60			
			1,000					2,70	15,41	13,41		2,34	0,325	1,44
Gallr-andel		0,20		Medelvolym, m³/ha		83,28	97,83		tillväxt		46,75	0,535		
20	0	0,00	0,033	0,023	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00			
20	10	1,06	0,240	0,164	1,95	15,00	15,00	0,00	0,00		3,60			
20	30	6,14	0,185	0,240	4,61	76,00	51,63	0,56	0,00		9,35			
20	50	11,57	0,095	0,185	5,67	148,00	122,02	1,02	7,52		17,06			
20	70	15,80	0,078	0,095	5,22	187,00	190,96	0,65	6,05		10,78			
20	90	18,84	0,102	0,078	4,27	202,00	213,85	0,49	5,56		8,14			
20	110	20,98	0,113	0,102	3,35	222,00	211,72	0,52	7,20		8,71			
20	130	22,51	0,154	0,113	2,60	208,00	284,97	0,69		35,80	11,58			
			1,000					3,94	26,33	35,80		3,46	0,252	3,11
Gallr-andel		0,25		Medelvolym, m³/ha		124,03	126,04		tillväxt		69,22	0,424		
24	0	0,00	0,030	0,027	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00			
24	10	0,90	0,219	0,180	2,35	22,00	22,00	0,00	0,00		4,82			
24	30	6,64	0,222	0,219	6,02	101,00	66,17	0,62	0,00		10,29			
24	50	12,97	0,131	0,222	8,09	184,00	149,87	1,60	14,26		26,71			
24	70	18,26	0,116	0,131	8,22	239,00	235,31	1,27	13,21		21,21			
24	90	22,35	0,105	0,116	7,37	243,00	275,43	1,14	13,69		19,06			
24	110	25,44	0,177	0,105	6,26	220,00	381,53	1,59		49,35	26,55			
			1,000					6,23	41,16	49,35		5,43	0,186	4,53
Gallr-andel		0,30		Medelvolym, m³/ha		143,52	154,57		tillväxt		108,64	0,455		
30	0	0,00	0,030	0,031	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00			
30	10	1,65	0,211	0,203	5,86	28,00	28,00	0,00	0,00		5,91			
30	30	10,90	0,221	0,211	11,74	140,00	138,10	1,48	0,00		24,71			
30	50	19,12	0,163	0,221	12,26	216,00	216,43	3,11	31,89		51,89			
30	70	24,79	0,171	0,163	10,14	268,00	267,93	2,40	29,12		39,98			
30	90	28,58	0,204	0,171	7,80	280,00	458,56	3,03		72,08	50,58			
Prod.nivå		1,00	1,000					10,03	61,00	72,08		8,65	0,237	6,65
Gallr-andel		0,40		Medelvolym, m³/ha		175,00	204,75		tillväxt		173,07	0,458		
		Medelförråd, m²sk/ha				126,49	140,83		Medelprod, m²sk/ha			4,69		3,67
		Totalt förråd (area 23 milj ha), m²sk				2909,32	3239,18		Tillväxt/avv. milj m²/år			107,9		84,4

Granskogens utveckling med trakthuggning respektive blädning

I ett tredje steg specialstuderades granskogens utveckling, dels med fortsatt kalhyggesbruk, dels med en övergång till blädningsbruk. Granmarkerna urskildes såsom produktiv skogsmark utanför 2004 års reservatsgränser där gran angivits som bonitetsvisande trädslag och som inte var dominerade av övriga lövträd (utöver björk). De uppdelades på likåldrig och olikåldrig skog. Beräkningen baserades på färskaste tillgängliga data från riksskogstaxeringen (1999–2003 års inventeringar). Då klassades 43,3 % av skogsmarken som granmark utan dominans av övrigt löv. Andelen olikåldrig skog sjönk från drygt hälften i lägsta bonitetsklass till knappt 8 % i den bördigaste klassen. Medelvolymen vid given SIS-klass och ålder var 15 % lägre i olikåldrig än i likåldrig skog. Utgångslägena framgår av tabell 3–4.

För scenariot fortsatt trakthyggesbruk (tabell 3) tillämpades en relativt hög gallringsandel (35–38 %) vilket bedömdes vara realistiskt för rådande skogstillstånd och virkesbehov. Kalmarkstiden sattes genomgående till 3 år. Arealen slutavverkning beräknades så att jämn arealfördelning på åldersklasser vid optimal omloppstid uppnås på lång sikt. I första 20-årsperioden minskar andelen gammal skog mest på de bördiga markerna och avverkningen beräknas något understiga den långsiktigt uthålliga. Volymerna i de lägsta åldersklasserna är relativt höga enligt tax.data, vilket bl.a. beror på att gamla träd kvarlämnats som naturhänsyn. I beräkningen kvarlämnades 5 % av volymen vid slutavverkning. De första 40 åren efter avverkning beräknas deras tillväxt till 10 % av boniteten enligt tabell 1, därefter beräknas den samlade tillväxten följa det nya beståndets höjdkvadratökning i enlighet med grundmodellen. Beräkningen omfattar inte effekter av bättre markberedning, förädlat plantmaterial och gödsling. Medelförrådet minskar från 170 till 160 m³sk per ha under en hundraårsperiod och avverkningen på granmarkerna uppgår till i medeltal 53,9 milj. m³sk per år. På 100 år uppnås en i huvudsak jämn åldersklassfördelning.

För scenariot omställning till blädningsbruk (tabell 4) blädades de olikåldriga bestånden medan de likåldriga bestånden i de två äldsta åldersklasserna skärmställdes i den första 20-årsperioden. I skärmen kvarlämnades 50 % av volymen och skärmträden antogs växa i proportion till kvarstående volym. En fjärdedel av skärmträden antogs blåsa ner och övriga fick växa in i det olikåldriga bestånd som förväntas uppkomma på naturlig väg. Av det stormfällda virket antogs att 60 % kan tillvaratas som gagnvirke. På grundval av observationer i slutna, skiktade skogar (bl.a. urskogsytor) formulerades hypotesen att dessa växer i nivå med boniteten enligt ståndortsbonitering (tabell 1). Skärmarna utglesades i den fortsatta beräkningen med uttag motsvarande normal gallring. Enligt observationer i försök reduceras tillväxten de första åren efter blädning i direkt proportion till utgallrad andel av volymen. Sedan ökar tillväxtnivån fram till nästa blädning. Vid en blädningsstyrka på 40 % beräknas tillväxtnivån inklusive inväxning i medeltal uppgå till ca 85 % av boniteten. I beräkningen reducerades tillväxten i blädade bestånd alltså med 15 % i relation till boniteten. Med angivna förutsättningar sänks avverkningen redan i första tillväxtperioden till en nivå som något understiger den långsiktigt uthålliga. Tillväxtnivån ligger kvar på ungefär samma nivå som i trakthuggningsalternativet de första 60 åren och det sker en snabb förrådsuppbyggnad. En fullständig omställning till blädningsbruk beräknas ta drygt 200 år att genomföra, och medelförrådet beräknas då ligga 37 % över det i trakthyggesbruket. Tabellerna 3–4 visar utvecklingen de första perioderna, tabeller för fler perioder finns i separat bilaga.

Tabell 3.
Produktionsprognos för Sveriges granskogar vid fortsatt trakthyggesbruk

SIS	Åkl	Hdom	Area-del	Area-del	Tillväxt	Vol år 0	Vol år 20	Sjg	Gallr.	Slutavv.	iVtot	M-tillv	Areal-	Avv.
m		m	år 0	år 20	m³sk/ha,år	m³sk/ha	m³sk/ha	A-vägd	A-vägd	A-vägd	A-vägd	Ga-del	andel	
15	0	0,00	0,022	0,021	0,00	11,00	8,63	0,00	0,00		0,00			
15	10	0,56	0,094	0,141	0,68	24,00	10,88	0,00	0,00		0,26			
15	30	3,51	0,086	0,094	2,01	58,00	41,37	0,10	0,00		1,71			
15	50	7,30	0,093	0,086	3,14	93,00	95,88	0,21	0,00		3,47			
15	70	10,83	0,089	0,093	3,56	144,00	129,24	0,35	2,12		5,84			
15	90	13,77	0,132	0,089	3,44	154,00	179,35	0,38	2,82		6,34			
15	110	16,09	0,140	0,132	3,06	166,00	185,89	0,55	4,33		9,08			
15	130	17,89	0,151	0,140	2,61	166,00	190,01	0,51	4,69		8,57			
15	150	19,30	0,193	0,204	2,19	152,00	209,45	0,80		22,96	13,29			
Prod.nivå		1,00	1,000					2,90	13,96	22,96		2,43	0,122	1,85
And gallr/kalh		0,15	0,140	Medelförråd, m³sk/ha		126,92	135,70		tillväxt		48,56	0,378		
20	0	0,00	0,04	0,024	0,00	19,00	14,59	0,00	0,00		0,00			
20	10	1,06	0,172	0,176	1,95	25,00	18,59	0,00	0,00		0,85			
20	30	6,14	0,155	0,172	4,61	76,00	69,63	0,48	0,00		8,08			
20	50	11,57	0,112	0,155	5,67	141,00	130,15	0,86	5,04		14,30			
20	70	15,80	0,101	0,112	5,22	209,00	198,09	0,76	5,55		12,70			
20	90	18,84	0,140	0,101	4,27	216,00	245,71	0,63	6,20		10,54			
20	110	20,98	0,133	0,140	3,35	258,00	237,04	0,72	8,30		11,96			
20	130	22,51	0,147	0,120	2,60	253,00	320,97	0,74		44,36	12,30			
Prod.nivå		1,00	1,000					4,19	25,09	44,36		3,54	0,076	3,47
And gallr/kalh		0,20	0,160	Medelförråd, m³sk/ha		155,49	154,48		tillväxt		70,73	0,361		
24	0	0,00	0,043	0,029	0,00	22,00	19,22	0,00	0,00		0,00			
24	10	0,90	0,181	0,205	2,35	52,00	24,98	0,00	0,00		1,29			
24	30	6,64	0,205	0,181	6,02	95,00	107,69	0,64	0,00		10,59			
24	50	12,97	0,158	0,205	8,09	180,00	155,45	1,48	10,79		24,67			
24	70	18,26	0,136	0,158	8,22	231,00	248,12	1,53	13,28		25,58			
24	90	22,35	0,133	0,136	7,37	293,00	287,95	1,34	13,26		22,35			
24	110	25,44	0,144	0,087	6,26	313,00	431,53	1,51		69,38	25,23			
Prod.nivå		1,00	1,000					6,50	37,33	69,38		5,48	0,064	5,34
And gallr/kalh		0,25	0,190	Medelförråd, m³sk/ha		173,73	172,92		tillväxt		109,70	0,350		
30	0	0,00	0,043	0,036	0,00	21,00	22,36	0,00	0,00		0,00			
30	10	1,65	0,211	0,247	5,86	45,00	31,36	0,00	0,00		2,29			
30	30	10,90	0,248	0,211	11,74	155,00	173,10	1,71	0,00		28,51			
30	50	19,12	0,213	0,248	12,26	268,00	263,00	3,49	27,95		58,23			
30	70	24,79	0,160	0,213	10,14	326,00	348,99	3,13	31,86		52,24			
30	90	28,58	0,125	0,045	7,80	374,00	516,56	1,83		101,94	30,53			
Prod.nivå		1,00	1,000					10,17	59,81	101,94		8,59	0,171	8,09
And gallr/kalh		0,30	0,240	Medelförråd, m³sk/ha		204,83	207,88		tillväxt		171,80	0,370		
													0,433	
		Medelförråd, m²sk/ha				169,62	173,00		Medelprod, m²sk/ha			5,51		5,11
		Totalt förråd (area 23 milj ha), m²sk				1689,26	1722,92		Tillväxt,/avv. milj m²sk/år			54,9		50,9

Tabell 4.
Produktionsprognos för Sveriges granskogar vid omställning till blädningsbruk

SIS	Åkl	Hdom	Areadel år 0		Areadel år 20		Tillväxt	Volym år 0		Volym år 20		Sjg	Gallr.	iVtot	Medel-	Areal-	Avv.
m		m	trakth.	blädn.	trakth.	blädn.	m³sk/ha,år	trakth.	blädn.	trakth.	blädn.	A-vägd	A-vägd	A-vägd	tillväxt	andel	
15	0	0,00	0,022	0,000	0,000	0,000	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
15	10	0,56	0,093	0,000	0,022	0,000	0,68	44,00	0,00	13,13	0,00	0,00	0,00	0,07			
15	30	3,51	0,075	0,011	0,093	0,000	2,01	86,00	32,00	56,87	12,87	0,08	0,00	1,27			
15	50	7,30	0,065	0,028	0,075	0,011	3,14	114,00	113,00	123,88	69,88	0,21	0,00	3,47			
15	70	10,83	0,047	0,041	0,065	0,028	3,56	151,00	140,00	133,25	132,48	0,35	3,70	5,84			
15	90	13,77	0,059	0,073	0,047	0,041	3,44	168,00	139,00	167,86	159,39	0,38	4,31	6,27			
15	110	16,09	0,053	0,088	0,059	0,073	3,06	188,00	145,00	179,18	156,85	0,55	6,58	9,08			
15	130	17,89	0,047	0,104	0,053	0,088	2,61	177,00	154,00	189,07	155,96	0,52	7,09	8,63			
15	150	19,30	0,034	0,160	0,081	0,264	2,19	177,00	144,00	105,38	146,51	0,91	20,42	15,15			
Prod.nivå		1,00	0,495	0,505	0,495	0,505						2,99	42,09	49,79	2,49	0,122	2,10
Andel gallr/blädn		0,23	0,235		Medelförråd, m³sk/ha			120,17	141,03	122,32	148,25						
20	0	0,00	0,040	0,000	0,000	0,000	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
20	10	1,06	0,172	0,001	0,040	0,000	1,95	21,00	4,00	13,76	4,00	0,01	0,00	0,16			
20	30	6,14	0,145	0,009	0,172	0,001	4,61	84,00	66,00	57,63	13,16	0,40	0,00	6,74			
20	50	11,57	0,094	0,018	0,145	0,009	5,67	148,00	124,00	128,02	114,52	0,85	6,53	14,20			
20	70	15,80	0,070	0,031	0,094	0,018	5,22	218,00	188,00	190,96	172,96	0,76	7,02	12,70			
20	90	18,84	0,088	0,052	0,070	0,031	4,27	230,00	207,00	237,10	214,60	0,63	7,75	10,54			
20	110	20,98	0,084	0,049	0,088	0,052	3,35	278,00	225,00	232,72	215,47	0,72	10,56	11,96			
20	130	22,51	0,053	0,094	0,137	0,143	2,60	286,00	238,00	162,16	222,26	0,96	32,92	15,97			
Prod.nivå		1,00	0,746	0,254	0,746	0,254						4,34	64,79	72,29	3,61	0,076	3,24
Andel gallr/blädn		0,25	0,252		Medelförråd, m³sk/ha			139,56	207,95	142,45	211,80						
24	0	0,00	0,043	0,000	0,000	0,000	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
24	10	0,90	0,181	0,000	0,043	0,000	2,35	64,00	0,00	33,03	0,00	0,03	0,00	0,46			
24	30	6,64	0,195	0,010	0,181	0,000	6,02	116,00	117,00	108,17	44,17	0,51	0,00	8,50			
24	50	12,97	0,135	0,023	0,195	0,010	8,09	180,00	181,00	162,66	163,37	1,48	13,62	24,67			
24	70	18,26	0,104	0,031	0,135	0,023	8,22	238,00	203,00	235,83	236,54	1,53	15,23	25,58			
24	90	22,35	0,100	0,034	0,104	0,031	7,37	305,00	260,00	278,66	253,81	1,33	15,05	22,18			
24	110	25,44	0,087	0,057	0,187	0,091	6,26	316,00	310,00	201,60	284,80	1,75	48,29	29,15			
Prod.nivå		1,00	0,845	0,155	0,845	0,155						6,63	92,18	110,54	5,53	0,064	4,61
Andel gallr/blädn		0,29	0,290		Medelförråd, m³sk/ha			168,33	246,04	178,98	263,61						

Gran-blädning

Åkl-fördeln. och startvol. enl. permanenta taxytor 99-03

Utveckling 2000-2020

SIS	Åkl	Hdom	Areadel år 0		Areadel år 20		Tillväxt	Volym år 0		Volym år 20		Sjg	Gallr.	iVtot	Medel-	Areal-	Avv.
m		m	trakth.	blädn.	trakth.	blädn.	m³sk/ha,år	trakth.	blädn.	trakth.	blädn.	A-vägd	A-vägd	A-vägd	tillväxt	andel	
30	0	0,00	0,043	0,000	0,000	0,000	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
30	10	1,65	0,210	0,001	0,043	0,000	5,86	54,00	63,00	20,33	63,00	0,02	0,00	0,40			
30	30	10,90	0,243	0,005	0,210	0,001	11,74	156,00	143,00	164,10	173,10	1,48	0,00	24,71			
30	50	19,12	0,194	0,020	0,243	0,005	12,26	252,00	212,00	248,63	240,05	3,49	31,74	58,23			
30	70	24,79	0,133	0,027	0,194	0,020	10,14	320,00	271,00	318,49	292,09	3,15	34,84	52,49			
30	90	28,58	0,099	0,025	0,232	0,052	7,80	376,00	312,00	235,59	302,81	2,44	62,77	40,71			
Prod.nivå		1,00	0,922	0,078	0,922	0,078						10,59	129,35	176,54	8,83	0,171	6,47
Andel gallr/blädn		0,34	0,340		Medelförråd, m³sk/ha			193,58	258,14	230,15	294,37					0,433	
		Medelförråd, m²sk/ha						169,47		187,51		Medelprod, m²sk/ha			5,64		4,40
		Totalt förråd (area 23 milj ha), m²sk						1687,72		1867,40		Tillväxt,/avv. milj m²sk/år			56,2		43,8

Tabell 4. forts

SIS	Åkl	Hdom	Areadel år 0		Areadel år 20		Tillväxt	Volym år 0		Volym år 20		Sjg	Gallr.	iVtot	Medel-	Areal-	Avv.
m		m	trakth.	blädn.	trakth.	blädn.	m³sk/ha,år	trakth.	blädn.	trakth.	blädn.	A-vägd	A-vägd	A-vägd	tillväxt	andel	
15	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
15	10	0,56	0,022	0,000	0,000	0,081	0,68	13,13	0,00	13,13	96,66	1,37	0,85	1,43			
15	30	3,51	0,093	0,000	0,022	0,000	2,01	56,87	12,87	26,00	12,87	0,02	0,00	0,30			
15	50	7,30	0,075	0,011	0,093	0,000	3,14	123,88	69,88	94,75	50,75	0,22	0,00	3,75			
15	70	10,83	0,065	0,028	0,075	0,011	3,56	133,25	132,48	140,85	99,27	0,32	3,48	5,40			
15	90	13,77	0,047	0,041	0,065	0,028	3,44	167,86	159,39	154,19	153,60	0,40	4,28	6,63			
15	110	16,09	0,059	0,073	0,047	0,041	3,06	179,18	156,85	179,07	172,55	0,36	4,63	6,06			
15	130	17,89	0,053	0,088	0,059	0,073	2,61	189,07	155,96	182,27	165,08	0,48	6,81	8,08			
15	150	19,30	0,081	0,264	0,053	0,352	2,19	105,38	146,51	111,37	144,45	1,01	21,52	16,86			
Prod.nivå		1,00	0,495	0,505	0,414	0,586						4,19	41,57	48,50	2,43	0,122	2,08
Andel gallr/blädn		0,23	0,235		Medelförråd, m³sk/ha			122,32	148,25	132,95	141,97						
20	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
20	10	1,06	0,040	0,000	0,000	0,137	1,95	13,76	4,00	13,76	149,82	3,56	2,22	3,86			
20	30	6,14	0,172	0,001	0,040	0,000	4,61	57,63	13,16	22,92	13,16	0,09	0,00	1,56			
20	50	11,57	0,145	0,009	0,172	0,001	5,67	128,02	114,52	108,24	74,89	0,96	6,23	15,96			
20	70	15,80	0,094	0,018	0,145	0,009	5,22	190,96	172,96	175,98	165,85	1,05	9,00	17,47			
20	90	18,84	0,070	0,031	0,094	0,018	4,27	237,10	214,60	216,83	203,33	0,70	8,01	11,69			
20	110	20,98	0,088	0,052	0,070	0,031	3,35	232,72	215,47	238,05	221,18	0,52	7,84	8,63			
20	130	22,51	0,137	0,143	0,088	0,195	2,60	162,16	222,26	137,93	212,71	1,04	26,11	17,30			
Prod.nivå		1,00	0,746	0,254	0,609	0,391						7,92	59,42	76,46	3,82	0,076	2,97
Gallr-andel		0,25	0,252		Medelförråd, m³sk/ha			142,45	211,80	154,74	189,48						

Gran-blädning

Åkl-fördeln. och startvol. enl. permanenta taxytor 99-03

Utveckling 2020-2040

Tabell 4. forts

SIS	Åkl	Hdom	Areadel år 0		Areadel år 20		Tillväxt	Volym år 0		Volym år 20		Sjg	Gallr.	iVtot	Medel-	Areal-	Avv.
m		m	trakth.	blädn.	trakth.	blädn.	m³sk/ha,år	trakth.	blädn.	trakth.	blädn.	A-vägd	A-vägd	m		m	trakth.
24	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
24	10	0,90	0,043	0,000	0,000	0,187	2,35	33,03	0,00	33,03	192,09	6,11	3,77	7,65			
24	30	6,64	0,181	0,000	0,043	0,000	6,02	108,17	44,17	77,20	44,17	0,12	0,00	2,02			
24	50	12,97	0,195	0,010	0,181	0,000	8,09	162,66	163,37	157,10	111,66	1,31	11,61	21,78			
24	70	18,26	0,135	0,023	0,195	0,010	8,22	235,83	236,54	223,52	224,03	1,99	18,72	33,18			
24	90	22,35	0,104	0,031	0,135	0,023	7,37	278,66	253,81	277,12	277,62	1,56	17,89	25,96			
24	110	25,44	0,187	0,091	0,104	0,122	6,26	201,60	284,80	186,78	262,42	1,35	32,50	22,53			
Prod.nivå		1,00	0,845	0,155	0,658	0,342						12,44	84,49	113,12	5,66	0,064	4,22
Gallr-andel		0,29	0,290		Medelförråd, m³sk/ha			178,98	263,61	200,88	223,87						
30	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
30	10	1,65	0,043	0,000	0,000	0,232	5,86	20,33	63,00	20,33	240,14	9,08	5,47	14,72			
30	30	10,90	0,210	0,001	0,043	0,000	11,74	164,10	173,10	130,43	173,10	0,30	0,00	5,04			
30	50	19,12	0,243	0,005	0,210	0,001	12,26	248,63	240,05	253,98	259,92	2,97	27,61	49,54			
30	70	24,79	0,194	0,020	0,243	0,005	10,14	318,49	292,09	316,27	310,60	3,65	40,39	60,83			
30	90	28,58	0,232	0,052	0,194	0,072	7,80	235,59	302,81	224,51	292,81	2,28	54,42	37,96			
Prod.nivå		1,00	0,922	0,078	0,690	0,310						18,28	127,88	168,08	8,40	0,171	6,39
Gallr-andel		0,34	0,340			Medelförråd, m³sk/ha		230,15	294,37	259,93	253,57					0,433	
		Medelförråd, m²sk/ha						187,51		201,22		Medelprod, m²sk/ha			5,51		4,26
		Totalt förråd (area 23 milj ha), m²sk						1867,40		2003,93		Tillväxt,/avv. milj m²sk/år			54,9		42,4

Skogstillståndets förändring 1985–2001

Det är främst två företeelser som speciellt bör uppmärksammas i samband med långsiktiga tillväxtprognoser: bonitetsökningen och skogens förtätning. Skogsmarkens medelbonitet enligt ståndortsbonitering har ökat från 5,07 till 5,34 m³sk under perioden 1985–2001, och virkesförrådet per hektar har ökat med ca 15 % i alla bonitets- och åldersgrupper, i både brukad och obrukad skog. På 13 specialstuderade urskogsytor har tillväxten varit mer än dubbelt så stor som avgången under perioden 1987–2003.

Ståndortsboniteringen bygger i hög grad på variabler som är invariata över tiden: ståndortens latitud och altitud, markens lutning, fuktighet och textur. Dock ingår även markvegetationstypen, och det måste vara den som indikerat allt högre bördighet. Detta kan delvis bero på att arealen kalmark och ungskog ökat och att vissa lågproduktiva områden avsatts som reservat. I äldre bestånd är blåbär den vanligaste vegetationstypen, och blåbärsmarkerna tenderar att bli gräsbevuxna efter slutavverkning. Gräs rankas högre än blåbär i bördighetsskalan. Det kan ligga något genuint i detta. Stagnerad mark i gamla bestånd vitaliseras i hyggesfasen och behåller vitaliteten bättre med ett välväxande trädbestånd. Det s.k. Undret på Dundret är ett gott exempel på detta. En del av sydsluttningen brändes 1950 och planterades med tall. Tallen växer bra och vegetationstypen är nu blåbär medan obrända delar med ett glest och trögväxande blandbestånd av gran och björk delvis uppvisar den betydligt svagare vegetationstypen kråkbär. Utöver dessa effekter är det också troligt att den ökade koldioxidhalten i luften och den ökade depositionen av kväveföreningar från främst bilavgaser generellt bidragit till en ökad bördighet. För granmarkerna var medelboniteten 5,67 m³sk 1985 och 5,82 m³sk 2001. Andelen olikåldrig skog minskade från ca 28 % till 24 % av arealen under perioden. På 1980-talet var olikåldrig skog 50 % vanligare inom småskogsbruket än inom storskogsbruket.

Blädning i ett internationellt perspektiv

Det första dokumenterade försöket att systematiskt bedriva blädning gjordes i Schweiz, där man redan 1902 förbjöd kalhuggning i alla allmänna skogar och i privata skyddsskogar sedan man upplevt omfattande översvämningar och lavinskador efter kalhuggningar på slutet av 1800-talet (Zingg & Erni 1997). En föregångsman var Biolley, som redan på slutet av 1880-talet påbörjade en övergång till blädningsbruk i kantonen Neuchatel. Trots en långsiktig, idog strävan och ideala förutsättningar hade man efter 100 år bara lyckats uppnå fullskiktad skog på 40 % av arealen i denna kanton (Schütz 2001). Enligt Schütz (l.c.) är blädningsbruk lättast att genomföra inom områden där flera skuggtåliga trädslag (bok, gran, silvergran) växer i naturlig blandning. Full skiktning är dock inget naturligt tillstånd ens i dessa skogar. Långsiktigt blädningsbruk kräver stor påpasslighet för att hålla skogen lagom gles för att ge nya plantor ljus att etableras och växa och äldre träd möjlighet att utveckla långa kronor, och samtidigt upprätthålla en spatiell ojämnhet så att inte alla plantor blir träd samtidigt och beståndet blir tvåskiktat.

I Danmark antogs 2002 ett nationellt skogsprogram för naturnära skogsbruk (Skov- og Naturstyrelsen, 2005). Syftet är att skapa mer varierande skogar av främst inhemska lövträd, i första hand genom att främja naturlig föryngring. På så sätt väntas skogsbrukets kostnader minska, skogen bli mindre känslig för störningar och mer attraktiv för friluftslivet, samtidigt som den biologiska mångfalden ökas och skogens funktion för vatten- och luftvård förbättras. Principerna utvecklas inom statens skogar för att tjäna som föredömen för det enskilda skogsbruket. Larsen (2005) urskiljer här tre strategier för att konvertera likåldriga barrträdskulturer till ”naturlig” skog: den naturliga vägen, den direkta vägen och den naturnära genvägen. Den naturliga vägen omfattar processerna stormfällning, inväxning av pionjärarter, inväxning av successionsarter, differentiering och stabilisering. Den direkta vägen omfattar skärmställning med underplantering. Den naturnära genvägen omfattar stabiliserings- och strukturhuggning, successiv utglesning och gruppvis inplantering av önskade trädslag. De senare metoderna anses bara tillämpbara om utgångsbeståndet är någorlunda stabilt, d.v.s. inte alltför högt, tätt, exponerat eller ytligt rotat. Ogallrade bestånd med övre höjd över 18 m bör få växa ostörda till slutavverkning och förnyas genom plantering. Liknande program kan troligen tillämpas på sådana marker i Sydsverige där skogens övriga funktioner väger betydligt tyngre än virkesproduktionen. På större delen av granmarkerna är dock virkesproduktionen viktig och granen det naturliga och mest produktiva trädslaget. Om man då av tunga skäl vill undvika trakthyggesbruk måste man tillgripa blädningsbruk.

Reella förutsättningar för en storskalig övergång till blädningsbruk i Sverige

I Sverige har vi fortfarande olikåldrig skog (= skog med mindre än 80 % av huvudbeståndets volym inom en 20-årig åldersklass) på en betydande del av granmarkerna, troligen ofta uppkommen genom successiv igenväxning av gamla hagmarker, brännor och restskogar efter hårda dimensionshuggningar. I redovisade beräkningar förutsattes att blädning direkt kan tillämpas på dessa marker. På övriga marker tillämpades skärmställning, som på sikt genom naturlig föryngring antogs ge upphov till skiktad och blädningsbar skog. Hur realistiska är dessa antaganden?

Försök i både Finland (Lähde et al 2002) och Sverige (Lundqvist et al 2006) visar att en måttlig uthuggning av grövre träd i skiktad skog ger en relativt liten tillväxtreduktion på beståndsnivå om det kan klaras utan omfattande skador på kvarvarande bestånd. Det är dock svårt att fälla de större träden i beståndet utan att åstadkomma skador på kvarvarande träd och plantor. I norska blädningsförsök (Granhus & Fjeld 1998, 2001) uppmättes skador på 12,5 % av träden och 41 % av de beståndsföryngrade plantorna efter 44 % uttag med engreppsskördare. Skadorna kan möjligen minskas något med en utvecklad avverkningsteknik. Andra frågetecken kan sättas för inverkan av vindskador, rotröta och ogynnsamma betingelser för plantetablering.

Ifråga om vindskador får man räkna med ökad risk för nedblåsning de första åren efter huggning, precis som efter gallring i likåldrig skog. Skillnaden är att blädning utförs i äldre bestånd med högre höjd, vilket gör dem mer vindutsatta, och att det ofta är de största och stabilaste träden som huggs bort. I ett omfattande försök i Kanadensisk granskog ökade den årliga avgången av stamantalet från 0,45 % i ogallrad skog till ca 1 % i trakthuggen skog (skador i hyggeskanter) och 1,5 % i blädad skog de första tre åren efter uthuggning av 33 % av volymen (Huggard et al 1999). Tyvärr saknas bakgrundsdata för en djupare tolkning av dessa uppgifter.

Rotröta återfinns i uppemot 20 % av de äldre och grövre granarna i skogen, och rötan kan spridas från rötade träd och stubbar till angränsande träd via rotkontakter (Thor et al 2005). Teoretiskt kan detta innebära att skadenivån på sikt ökar i blädade skogar, men direkta studier av detta saknas.

Under goda fröår sprids stora frömängder i ett granbestånd men plantbildningen kan vara nyckfull p.g.a. ojämna groningsbetingelser och känslighet för uttorkning. Speciellt i kärva klimatlägen, där det är långt mellan fröåren, tjocka råhumuslager ger dåliga groningsbetingelser och rotkonkurrensen är stor kan plantbildningen och inväxningen bli för liten för att en hög och uthållig produktion ska kunna uppnås med blädning. Här kan möjligen markberedning och kvävegödsling hjälpa upp situationen.

I yngre, likåldriga granskogar kan inte mycket göras för att påskynda en transformation till blädningsskog. Även efter stark utglesning sluter sig skogen snabbt igen vilket gör det omöjligt för nya plantor att etablera sig. I litteraturen anges att ankarträd bör frihuggas i detta skede, så att de kan utbilda långa kronor och god stabilitet inför en senare skärmställning. Den egentliga transformationen inleds med en skärmställning. Skärmen bör vara relativt tät för att minimera risken för vind- och torkskador och, på bördiga marker, uppkomsten av ymnig fältvegetation som hindrar granplantornas etablering och tillväxt. På svaga marker i kyligt klimat, med tjock råhumus och långt mellan fröåren, kan precis som i blädningsfallet särskilda åtgärder krävas för att tillräcklig plantbildning ska uppnås. Avgången i granskärmar har bl.a. studerats av Sikström (1997) och Sikström & Pettersson (2005). I medeltal för 77 granskärmar i länen W-X och F-G-P uppmättes totala avgången de första 5 åren till 16 %. Andra data tyder på att ca 2/3 av den förhöjda skadenivån efter skärmställning uppkommer de först 5 åren, varför den extra avgången p.g.a. skärmställning totalt kan beräknas till ca 25 %. Hånell & Ottosson-Lövenius (1994) noterade 40 % avgång i 9 skärmar på dikad torvmark 6 år efter skärmhuggning. Den högre avgången i dessa försök bedöms främst bero på att skärmträden utsetts bland medhärskande och inte bland härskande träd och att bestånden var mycket täta före skärmställning. Gran anses annars vara stabilare på dikad torvmark än på fastmark p.g.a. större rotningsdjup.

SLUTSATSER

Med rätt tillämpning och utvecklad avverkningsteknik kan man med blädning troligen uppnå en produktionsnivå på ca 85 % av boniteten enligt ståndorts-bonitering. Med trakthuggning och utnyttjande av förädlade plantor och bästa planteringsteknik bör man dock kunna nå en produktion som avsevärt överstiger boniteten. Blädning anses av experterna kräva stor påpasslighet och en långsiktigt stabil organisation för att lyckas. En omläggning till blädningsbruk beräknas få omedelbart genomslag i avverkningsnivån. Tillväxten förblir visserligen hög de första 60 åren, men mycket virke binds i den förrådsökning som krävs för ordnad blädning. Det beräknas ta mer än 200 år att fullt ut ställa om Sveriges granmarker till blädningsbruk.

Granskogsbruk med och utan kalhyggen – produktion och ekonomi

Björn Elfving, SLU
Torbjörn Brunberg, Skogforsk
Bo Karlsson, Skogforsk

BAKGRUND

Skog kan brukas med två principiellt skilda system, traditionellt benämnda trakthyggesbruk och blädningsbruk. Vid trakthyggesbruk tas huvuddelen av virkesproduktionen ut genom traktvis kalhuggning. De nya bestånd som uppkommer på hyggena, genom naturlig föryngring eller kultur, blir likåldriga. För att uppnå jämn och uthållig avkastning erfordras jämn fördelning av beståndsarealerna på åldersklasser. Vid blädningsbruk tas virkesproduktionen ut genom upprepad utgallring av främst grövre träd. Nya träd tillkommer genom inväxning, vanligen av naturligt uppkomna plantor. Skogen blir olikåldrig. För att uppnå en jämn och uthållig avkastning erfordras en till varje ståndort och trädslag väl avpassad balans mellan beståndstäthet och huggningsomdrev.

Vilket system som är att föredra i olika situationer har varit under ständig debatt i minst 250 år. Regelrätta försök är svåra att göra, dels därför att lång försökstid erfordras, dels därför att skogens värden och de tekniska möjligheterna att bruka den förändras med tiden. Flera blädningsytor i granskog anlades omkring år 1920 och har trots brister och tidig nedläggning p.g.a. lågt intresse givit viss information om produktionen (Lundqvist 1989, Chrimes & Lundqvist 2004). I Norge har motsvarande försök indikerat en produktionsnivå som ligger 15–20 % under vad man beräknar för trakthyggesbruk (Andreassen 1994, Andreassen & Öyen 2002). För särskilda försök med ”fjellskogshogst” har en liknande produktionsskillnad beräknats (Nilsen & Öyen 2004).

Många försök har gjorts att utvärdera ekonomin för virkesproduktionen med de två skogsbrukssätten. Hanewinkel (2002) ger en översikt av en mängd studier, främst från Centraleuropa. Som slutsats anges att systemen ger ungefär samma årliga nettoinkomst. Trakthyggesbruket binder dock mer kapital vid de långa omloppstider som anses erfordras för högsta värdeproduktion (140 år). Under dessa förhållanden blir markvärdet därför högst med blädningsbruk. Analysen baseras på en modell som förutsätter lika produktion i de två systemen. Wikström (2000) jämförde produktion och nuvärde för tre olika modellbestånd vid tillämpning av trakthuggning respektive blädning. Nuvärdet beräknades bli 4–11 % lägre med blädning. På lång sikt beräknades blädning också halvera produktionen, vilket bedömdes bero på en orealistisk tillväxtmodellering. Hagner (2004) har lanserat begreppet Naturkultur, som inte är ett skogsbrukssätt utan en ekonomisk princip, men som enligt Hagner oftast leder till blädningsbruk. I kalkyler påvisas strålande lönsamhet med skogsskötsel enligt denna princip. I en kritisk granskning påvisar dock Lexeröd (2004) betydande brister i kalkylerna och framlägger en egen kalkyl

baserad på beståndsdata från ett skiktat granbestånd i Norge. För ett normal-alternativ beräknas volymproduktionen bli 16 % lägre och nuvärdet vid 2 % avkastningskrav 13 % lägre med blädningsbruk jämfört med trakthyggesbruk. För en fullständig värdering måste naturligtvis även andra skogliga värden beaktas, såsom natur- och rekreationsvärden samt skogens roll för den globala miljön.

Avsikten med denna uppsats är att ge ytterligare kalkylexempel på produktion och ekonomi för granskogsbruk med och utan kalhyggen. De två systemen benämns i det följande MH (=med hyggen) respektive UH (=utan hyggen).

TILLVÄXTKALKYLER

Utgångspunkten är ett avverkningsmoget, skiktat granbestånd. Som underlag används de ogallrade parcellerna i Lars Lundqvists gallringsförsök i skiktad granskog: yta 2279 Ätnarova/Norrbotten och yta 2280 Fagerland/Jämtland, tabell 1. Behandlingarna består av renodlad höggallring respektive låggallring med 3 olika styrkor, och utvecklingen har följts under en 10-årsperiod. Den observerade utvecklingen följer relativt väl den prognos som gjorts med Heureka-systemets prognosfunktioner. Prognoser för en 35-årsperiod i Jämtland indikerar att höggallring med lägsta styrka (35 % av grundytan, 43 % av volymen) upprätthåller en hög tillväxt och ger möjlighet till en ny avverkning av samma karaktär efter 20–25 år. Detta program förefaller intuitivt vara det bästa och används i kalkylen.

Tabell 1.
Beståndsdata före huggning 1990/91.

Lokal	Lat.	Alt.	SIS	Hdom	N	G	V
	ºN	m.ö.h.	m	m	st/ha	m²/ha	m³sk/ha
Ätnarova	67,0	425	15,0	22,5	890	28,8	217
Fagerland	63,4	485	19,2	21,6	1 350	32,8	255

Gallringarna på försöksytorna har utförts utan stickvägsupptagning. I praktiken erfordras stickvägar om man vill tillämpa UH. Med 35 % uttag blir uttaget utöver vägvirket begränsat i den första gallringen. Stickvägarna kan troligen återanvändas vid kommande gallringar, varvid höggallringsmomentet kan skärpas. Vidare har gallringarna i försöket genomförts med särskild försiktighet, så att skador på kvarvarande träd och plantor i möjligaste mån undvikits. Tyvärr kan inte uppkomna skador kvantifieras. Norska studier av avverkningsskador vid höggallring i skiktad granskog (Granhus & Fjeld 1998, 2001) visar att skadorna varierar med gallringsstyrkan. I medeltal skadades 12,5 % av träden och 41 % av plantorna vid helmekaniserad gallring med 44 % uttag.

För en rättvis jämförelse av MH och UH bör man utgå från ett redan anpassat UH, d.v.s. det förutsätts att stickvägarna redan finns där. Systemjämförelsen förutsätter också normalskogskoncept, d.v.s. att den årliga avverkningen hela tiden motsvarar produktionsförmågan med respektive system. Praktiskt genomförs detta

genom att uttrycka värdet som avkastningsvärde, d.v.s. i kronor per ha och år (utan diskonteringar) vid evig upprepning. För full jämförbarhet bör detta dock reduceras med räntekostnaden på uppbundet virkeskapital. Omställningskostnader mellan systemen är en sak för sig som måste hanteras separat.

I beräkningen förutsätts att stickvägarna i ett längre perspektiv har försumbar inverkan på beståndsstrukturen och att våra utgångslägen och prognosfunktioner därför gäller fullt ut. I tabell 2 visas observerade diameterfördelningar för ogallrade och höggallrade ytor i Ätnarova och Fagerland samt beräknad fördelning efter höggallring enligt Heurekamodell. Utvecklingen med blädning har alltså beräknats med en preliminär version av Heurekamodellen, varvid beståndsåldrarna satts till 140 år i Ätnarova och 90 år i Fagerland.

Tabell 2.
Diameterfördelningar före och efter höggallring

Lokal	Spec.	Andel träd (%) i olika diameterklasser (cm)									
		5-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	45+	s:a
Ätnarova	före gallring	27	25	16	10	9	6	3	2	2	100
	obs efter gallr.	36	28	18	11	6	1	0	0	0	100
	ber efter gallr.	31	29	16	10	7	4	2	1	0	100
Fagerland	före gallring	42	21	14	6	9	5	2	1	0	100
	obs efter gallr.	52	22	12	6	4	2	2	0	0	100
	ber efter gallr.	48	23	13	6	6	3	1	0	0	100

Problemet att beräkna jämförbara utvecklingar för alternativet trakthuggning är nog så svårt att tackla. Unga granplanteringar indikerar generellt sett högre ståndortsindex enligt höjdbonitering (SIH) än vad ståndortsboniteringen (SIS) indikerar, i medeltal 4,6 m högre enligt Elfving & Nyström (1996). I Ätnarova beräknas SIS till G15 och i Fagerland till G19.2. Dessa värden kan enligt boniteringshandboken översättas till boniteterna 2,7 respektive 4,0 m^3sk. Beståndet i Fagerland ligger på bördig, silurpåverkad mark och har nått övre höjden 21,6 m på ca 100 år vilket svarar mot boniteten 4,8 m^3sk. Baserat på funktionen i Elfving & Nyström (1996), tabell 5 beräknas plantering i Ätnarova ge ett SIH på 4,2 m över SIS, alltså 15,0+4,2=19,2 m. Motsvarande värde för Fagerland blir 21,6+4,3=25,9 m. Med plantering av genetiskt förädlat material på höglagd mark blir lyftet troligen ännu högre. Unga granplanteringar vid Fagerland indikerar G28. Det är dock osäkert i vilken utsträckning en snabbare start p.g.a. god markberedning ger en fortsatt gynnsam utveckling i förhållande till ”den normala”.

Som generellt utgångsläge för granplanteringar används grundytan 11,6 m^2/ha, som svarar mot övre höjden 10 meter och stamantalet 2 000 st/ha enligt Elfving & Nyström 1996 (tabell 6, funktion 2, praktiska planteringar 400 m.ö.h., obs! variabeln Hrel ska vara ln(1+Hrel) vid tillämpningen av denna funktion, felskrivet i tabellen). Mot övre höjden 10 m svarar brösthöjdsåldrarna 37 år i Ätnarova och 22 år i Fagerland. Tillväxtberäkningen genomförs med produktionsmodellen ProdMod (Ekö 1985).

EKONOMISK VÄRDERING

I tabell 3 presenteras förutsättningar för de ekonomiska kalkylerna. Erfarenheterna från drivning vid kontinuitetsskogsbruk är ännu så länge mycket begränsade. De erfarenheter som finns är utnyttjade för beräkning av intäkter och kostnader i tabell 4.

Timmerandelen har beräknats som funktion av medelstamvolymen med ett generellt samband.

Kostnaderna har beräknats utifrån de produktionsnormer som gäller för vanligt skogsbruk (Brunberg 1995, 1997, 2004). Därvid har blädning likställts med höggallring. Dessutom har antagits att det krävs en skördare i samma storleksklass som vid slutavverkning. Förutom kostnaderna och intäkterna i tabell 4 har antagits att anläggningskostnaden för ett bestånd är 9 000 kr/ha och att en röjning utförs för 2 110 kr/ha

Tabell 3.
Data från tillväxtberäkningarna samt beräknade utbyten vid tidpunkt för avverkning. Utgångsbestånd avser data för det bestånd som ska blädas alt. slutavverkas. Ålder för K-skogsbruk anger omdrevet (tiden mellan två blädningar).

Benämning	Åtgärd	Ålder (år)	SUT (st/ha)	SEG (st/ha)	VOL (m^3fub/ha)	MSTAM (m^3fub/ha)	TIM (%)
Ätnarova MH	Gallring 1	74	772	1 157	53	0,07	0
”	Gallring 2	94	366	744	61	0,17	27
”	Slutav-verkning	129	672	0	253	0,38	67
UH	K-Skogs-bruk	45	140	750	66	0,471	79
	Utgångs-bestånd	-	602	0	172	0,286	54
Fagerland MH	Gallring 1	46	789	1 193	47	0,06	0
”	Gallring 2	61	382	777	60	0,16	24
”	Slutav-verkning	91	730	0	305	0,42	73
UH	K-Skogs-bruk	22	199	1 105	78	0,393	70
	Utgångs-bestånd	-	615	0	202	0,328	60

Förklaringar och förutsättningar:

MH	Med hygge	SEG	Antal kvarstående stammar per ha
UH	Utan hygge	VOL	Uttagen volym per hektar
SUT	Antal uttagna stammar per ha	MSTAM	Uttagen medelstamvolym
		TIM	Timmerandel

Tabell 4.
Kostnader, intäkter och netton för avverkningsaktiviteter. Alt. slutavverkning avser slutavverkning i stället för kontinuitetsskogsbruk vid tidpunkt för blädning

Benämning	Åtgärd	Kostnad (kr/m^3fub)	Intäkt (kr/m^3fub)	Netto (kr/m^3fub)	Netto (kr/ha)
Ätnarova MH	Gallring 1	186	277	91	4 823
”	Gallring 2	134	307	173	10 568
”	Slutavverkning	75	352	277	70 091
UH	K-Skogsbruk	124	365	241	15 938
	Värdering av utgångsbestånd	87	337	250	43 083
Fagerland MH	Gallring 1	203	277	74	3 478
”	Gallring 2	137	304	167	10 013
”	Slutavverkning	72	359	287	87 462
UH	K-Skogsbruk	123	355	232	18 127
	Värdering av utgångsbestånd	81	344	263	53 166

Förklaringar och förutsättningar:
MH Med hygge
UH Utan hygge
Kost Drivningskostnad
Intäkt Virkesintäkt Timmer = 389 kr/m3fub och Massaved = 277 kr/m3fub
Netto Intäkt – Drivningskostnad

Vid beräkning av nuvärden har kalkylen startat med det befintliga utgångsbeståndet. För trakthyggesbruket har beståndet slutavverkats varvid nettot lagts till i kalkylen. För blädningsbetsåndet är detta bestånd en förutsättning för produktionen. Nuvärdet av det bestånd som återstår vid kalkylens slut har då tillgodoräknats resultatet för blädningsalternativet. För Ätnarova har tre och för Fagerland har fem blädningshuggningar utförts under kalkylens gång. Räntan har satts till 2 %.

För att jämföra de båda skogsbrukssätten gjordes en känslighetsanalys där det genomsnittliga virkespriset vid bilväg ökades för blädningsalternativet. Syftet var att studera hur stor ökning av virkespriset som krävs för att uppnå samma ekonomiska resultat per hektar och år för båda alternativen. Jämförelsen gjordes för nuvärdet vid 2 % ränta.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Omdrevet vid blädningsbruk beräknas till 45 år i Ätnarova och 22 år i Fagerland. Prognosen anger att både stamantal och volymer uppnår ursprungsvärden med dessa omdrev. Gallringsuttagen beräknas till 78 respektive 93 m³sk/ha och medeldiametern på uttagna träd till 26 respektive 30 cm. Det genomsnittliga virkesförrådet vid upprepat blädningsbruk beräknas till 169 m³sk/ha i Ätnarova och 205 m³sk/ha i Fagerland. Medeltillväxterna beräknas brutto till 2,3 resp. 4,8 m³sk/ha och år (tabell 5). Beräknad tillväxt den första 10-årperioden efter blädning har beräknats också för ogallrat bestånd. Denna överensstämmer väl med den observerade. För blädat bestånd överskattas tillväxten, vilket främst beror på att avgången varit större än beräknat, d.v.s. kvarvarande bestånd har blivit glesare än avsett och därför haft lägre tillväxt.

Den högre medeldiametern i Ätnarova beror dels på att beståndet är glesare, dels på att det troligen stått orört länge varvid några träd har uppnått mycket höga diametrar. Det är troligt att uttagets medeldimension blir lägre vid upprepad blädning. Speciellt för denna prognos gäller att tillväxten för inväxta träd underskattats. Det beror bl.a. på att de får för hög ålder vid ålderstilldelningen. Detta ska korrigeras senare men bedöms inte påverka prognosen särskilt mycket. Viktigare att notera är att beståndsåldern ökar mellan omdreven, vilket troligen medför successivt sjunkande produktivitet. Om detta är riktigt är det ett extra memento för UH. Korrelationen mellan diameter och ålder är dock svag i olikåldrig skog och om man automatiskt inriktar gallringsuttaget på gamla (oväxtliga, färdigvuxna) träd så är det något vi inte får fram med dagens modeller.

Tabell 5.
Jämförelse av observerade och beräknade tillväxter, m³sk/ha, år

Lokal	Obs. tillväxt 10 år		Ber. Tillväxt 10 år		Ber. medeltillv., brutto		Rel.tillv. %
	Ogallrat	Blädat	Ogallrat	Blädat	Blädning	Trakthuggn.	blädn/trakth
Ätnarova	2,7	1,6	2,7	2,1	2,3	3,7	62
Fagerland	6	4,3	5,8	4,6	4,8	5,8	83

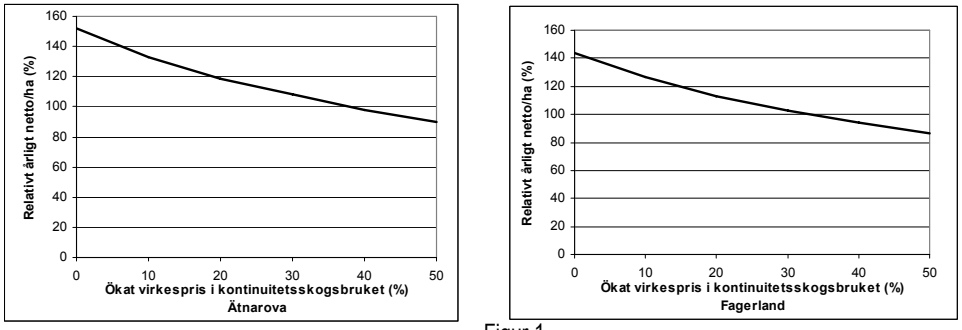
I produktionskalkylen för trakthyggesbruk har ”normala” gallringsprogram och omloppstider tillämpats. Medeldimensionen för avverkade träd beräknas i Ätnarova till 19 cm och i Fagerland till 21 cm, medan medelförråden under omloppstiden beräknas till 101 resp. 142 m³sk/ha. Medeltillväxterna beräknas brutto till 3,7 resp. 5,8 m³sk/ha vilket kan jämföras med de boniteter som enligt boniteringshandboken svarar mot beräknade SIH-värden efter plantering: 4,0 resp. 6,3 m³sk/ha. Beräknade tillväxter ligger alltså något under boniteten. Blädningsbruk beräknas brutto producera 62 % av trakthyggesbruk i Ätnarova och 83 % i Fagerland. Skillnaderna i nettoproduktion blir större därför att den naturliga avgången beräknas bli större med blädning.

Blädning ett årligt resultat som motsvarar 66 % av resultatet vid trakthuggning i Ätnarova och 69 % i Fagerland, tabell 6. Som framgår av tabellen skiljer sig nuvärdet väsentligt mellan de två systemen. Detta under förutsättning att inga andra värden (t.ex. diversitet, kulturmiljö) påverkas av systemet.

Tabell 6.
Nettoproduktion och ekonomi

Lokal	Avverkningsform	Nettoprod. (m^3sk/ha)	Resultat (kr/ha år)	(%)	Nuvärde (kr/ha)
Ätnarova	MH	3,5	316	(100)	40 802
	UH	1,7	209	(66)	28 161
Fagerland	MH	5,5	673	(100)	61 279
	UH	4,2	467	(69)	51 386

Förklaringar:
Avverkningsform MH=med hygge, UH=utan hygge
Nettoprod. Genomsnittligt årligt virkesuttag
Nuvärde Summan av framtida intäkter och kostnader under hela omloppstiden, diskonterade till år 0 med 2 % ränta.
Resultat Nuvärdet dividerat med antal år.



Figur 1.
Resultat från känslighetsanalys. Graferna visar den relativa förändringen (trakthyggesbruk/blädning) av det årliga nuvärdesnettot per hektar när det genomsnittliga virkespriset vid bilväg ökas i kontinuitetsskogsbruket. Kalkylränta 2%.

Känslighetsanalysen (figur 1) visar att kontinuitetsskogsbruket kräver ett virkespris (brutto) vid bilväg som är ca 35 % högre än dagens för att resultatet räknat i årligt nuvärdesnetto per hektar ska bli likvärdigt.

Hur tillförlitliga och generaliserbara är då dessa typfall? Det måste framhållas att osäkerheten är stor, både ifråga om beståndsutveckling efter blädning och produktionsnivå för alternativet trakthyggesbruk. I Ätnarova är ståndorten mosaikartad, med högörtsrika drog omväxlande med mer försumpade partier med skogsfräken och hjortron. Vid bedömningen av SIS har beståndets höjd, ålder och tillväxt beaktats. Markerna runt försöket är betydligt magrare. De försöksplanteringar med gran som finns inom området är fortfarande unga och växer på andra marktyper. I Fagerland är marken jämnare och närbelägna granplanteringar har kunnat utnyttjas för kontroll. I Wibecks förbandsförsök på Frösön (pl 2/0 gran 1918) på likartad mark som i Fagerland (G26) har tvåmetersförbandet vuxit helt enligt ProdMod-prognos under mätperioden 1952–1993. Beräkningen för Fagerland är alltså

stadigare förankrad. Den beräknade produktionsminskningen med blädning (17 %) är av samma storleksordning som beräknats i refererade norska studier. Den högre reduktionen i Ätnarova är alltså osäkrare men inte orimlig då den relativa effekten av skogliga åtgärder som markberedning och plantering med utvalt material kan förväntas öka i kärva lägen. I analogi med detta kan man anta att den relativa produktionsskillnaden blir lägre på bördiga marker i gynnsamma lägen. De norska studierna ger dock inget stöd för dessa hypoteser.

Effekter storskaligt systemskifte från trakthyggesbruk till kontinuitetsskogsbruk

Bo Karlsson, Skogforsk

BAKGRUND

Den stora blädnings och plockhuggningsepoken som avslutades i och med 1950-talets inträde lämnade stora arealer restskogar med mycket låg produktion. Nya forskningsrön visar att gran i trakthyggesbruk producerar 15–20 % större virkesvolym än granskogar som sköts med kontinuitetsskogsbruk (blädning) (Elfving m.fl. opubl.).

Det finns granbestånd där det är viktigt att bevara skogskontinuiteten av naturvårdsskäl eller andra anledningar. Skogsstyrelsen genomför en omfattande utredning om kontinuitetsskogar som haft en skogskontinuitet på över 300 år (Skogsstyrelsen, 2005).

ANALYS OCH RESULTAT

En mer omfattande övergång till kontinuitetsskogsbruk kan få konsekvenser för den långsiktiga virkesförsörjningen. En enkel systemkalkyl har därför utförts för att belysa ett sådant scenario. Förutsättningar för kalkylen redovisas i tabell 1.

Figur 1 visar hur virkesförrådet av gran påverkas långsiktigt om varierande andelar av den grandominerade skogsmarken blädas i stället för att skötas med trakthyggesbruk. Skattningen gäller vid jämvikt d.v.s. när dessa skogar är fullskiktade. Innan det stadiet uppnåtts kan förlusten betydligt större. Tiden för att nå denna jämvikt är ofta mycket utdragen i tid om ens möjlig att genomföra (Lundqvist 2005).

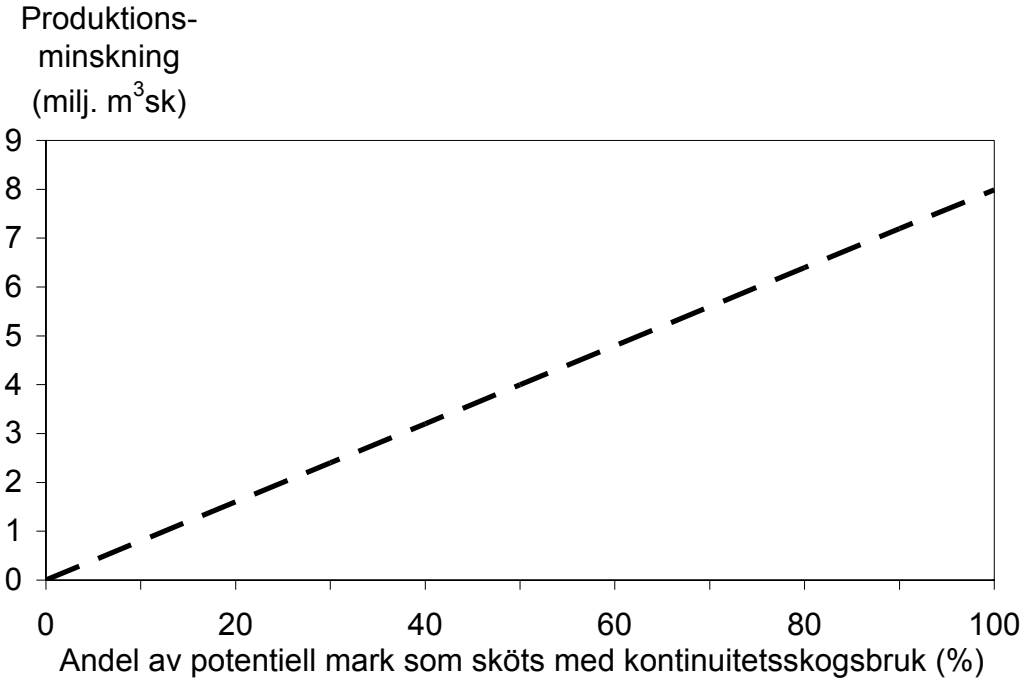
Tabell 1.
Antagande om potentiell mark för kontinuitetsskogsbruk (blädning) i Sverige.
Totalt förutsätts 22,7 milj. ha produktiv skogsmark i Sverige.

	Andel av skogsmarken[1]	Potential för kontinuitetsskogsbruk	
	(%)	(%)	(milj. ha)
Granskog (>7/10 gran)	27	100	6,1
Barrblandskog (>7/10 barr)	16	50	1,8
Blandskog (4-6/10 löv, resten barr)	8	30	0,5
Summa			8,4

1. Källa: Skogsdata 2004.

Resultatet blir en avsevärd virkesförlust om skogsbrukssystemet för gran ändras. För varje procentenhet mark som konverteras till kontinuitetsskogsbruk görs en produktionsförlust av 80 000 m^3sk/år. Om 50 % (4,2 milj. ha) av den möjliga arealen skulle skötas med blädning uppgår produktionsförlusterna till 4,0 milj. m^3sk årligen d.v.s. lika mycket som förbrukningen i en av våra största massaindustrier.

I ett längre tidsperspektiv ökar denna förlust efterhand som ett allt bättre genetiskt förädlat skogsodlingsmaterial används i konventionellt trakthyggesbruk.



Figur 1.
Produktionsförlust vid varierande andel av lämplig mark som brukas med blädning i stället för trakthyggesbruk. Medeltillväxten på dessa marker antas vara 5,7 m^3sk/ha år vid trakthyggesbruk.

Trakthyggesbruk kontra kontinuitetsskogsbruk – naturvårdsaspekter

Jan Weslien, Skogforsk

TEORETISK BAKGRUND

Den teoretiska bakgrunden rörande landskapsfragmentering, organismers spridning, abundans och överlevnad är mycket omfattande. Som en grundsten till nästan alla senare teorier finns MacArthurs och Wilsons (1967) klassiska ö-teori. Mycket kortfattat så innebär teorin att stora öar nära fastlandet har många arter medan små öar långt från fastlandet har få arter. Flera senare teorier har försökt utveckla teorin att gälla för ”habitatöar” på fastland. Men många av de teorier som har följt ö-teorin går isär och är inte lätta att förena. Särskilt gäller detta neutrala spridningsteorier (t.ex. Bell 2001, Hubbel 2001), som säger att växt- och djursamhällen är mer eller mindre slumpvis sammansatta och i ständig förändring (en neutral drift av artabundans) och nischteorier som säger att arter finns där de finns därför att de är anpassade till sin miljö (för diskussion se McGill 2003, Nee & Stone 2003). Lortie m.fl. (2004) menar att ingetdera av synsätten i renodlad form speglar hur de flesta ekologer tänker idag och de har gjort ett försök att kombinera dessa i en ny modell ”integrated community (IC) concept”. Huvudsakligen utifrån detta koncept har Appelqvist (2005) sammanställt en modell som han kallar för ”filtermodellen”. Den utgår ifrån den regionala artstocken, det som Hubbel kallar för ”metasamhället”. En långsiktigt artrik lokal måste först och främst vara belägen i ett artrikt landskap. En isolerad eller liten lokal kommer att få en utarmad flora och fauna (spridningsfilter). Den lokala artstocken på en plats vid en tidpunkt beror också på den enskilda lokalens kvalitéer (habitatfilter), arters livshistoria och interaktioner mellan arter (ekologiskt filter) samt slumpmässiga faktorer (stokastiskt filter).

Det som är bra med dessa ekologiska teorier är inte att de förklarar verkligheten särskilt bra (de gör de sällan). Värdet utifrån ett praktiskt perspektiv, är att de hjälper att ”hålla ordning” på vilka förutsättningar som måste uppfyllas för att arter ska kunna överleva långsiktigt. Enligt min uppfattning är ”filtermodellen” särskilt väl lämpad för detta. Bl.a. följer att (min tolkning):

1. Skogsbruk och naturvård måste till att börja med sikta på att åtminstone kortsiktigt bevara ”metasamhället” genom t.ex. avsättningar och anpassad skötsel av lokaler med särskilda naturvärden.
2. Skogsbruk och naturvård måste rikta åtgärder mot missgynnade enskilda arter eller artgrupper. Observera att sådana åtgärder är effektiva endast om omfattningen är så stor att arterna kan överleva långsiktigt i landskapet d.v.s. överleva inom bestånden och sprida sig mellan bestånden. Att avsätta små isolerade lokaler är långsiktigt meningslöst om inte ytterligare åtgärder görs.

SYFTE

Med denna kortfattade teoretiska bakgrund kan målet med denna sammanställning formuleras: att bedöma om kontinuitetsskogsbruk kan öka antalet arter som långsiktigt kan överleva i landskapet.

ARTPERSPEKTIVET

Ett sätt att se på hur skogsbruk kan kombineras med artbevarande är att utgå ifrån enskilda arter. I Sverige används ofta rödlistade arters habitatkrav. Enligt Berg m.fl. 1995 som analyserade dåvarande rödlistor (Ahlén & Tjernberg 1991, Anonymus 1991, Ehnström m.fl. 1993) skiljer sig olika artgrupper åt ifråga om tolerans för huggningsingrepp. tabell 1 sammanfattar deras resultat som visar att gruppen kryptogamer är känsligast. Inom gruppen kryptogamer fanns endast små skillnader i tolerans mellan de ingående organismgrupperna mossor, lavar och svampar. I denna studie analyseras 1 201 rödlistade skogsarter (för 286 arter saknades kunskap). Men det finns ca 23 000 skogslevande arter inom dessa artgrupper (Gustafsson & Ahlén 1996). Bland de ej rödlistade arterna finns med säkerhet en större tolerans mot huggningsingrepp. I denna studie gjordes bedömningen huvudsakligen efter hur arterna klarar att leva kvar lokalt och lite eller ingen hänsyn togs till om arterna har förmåga att flytta på sig och etablera sig någon annanstans. Analysen ger dock en fingervisning om vilka organismgrupper som är mest ljus- och/eller uttorkningskänsliga.

Tabell 1.
Tolerans mot huggningsingrepp för olika grupper av rödlistade arter. Efter Berg m.fl. (1995). Siffror anger procenta av arterna inom varje grupp.

	Kryptogamer	Kärlväxter	Ryggradslösa djur	Ryggradsdjur
Tål ej huggning	71	27	35	46
Tål plockhuggning	28	72	60	50
Tål kalhuggning med naturhänsyn	2	22	44	43

Ljus- eller uttorkningskänsliga arter klarar inte att leva kvar på en plats som kalavverkats. För att överleva i ett landskap med trakthyggesbruk måste de därför ha en tillräckligt god spridnings- och etableringsförmåga. Rolstad & Gjerde (2003) analyserade skogslevande organismers spridningsförmåga. Det är en mycket bra studie som sammanfattar nuvarande kunskap och identifierar kunskapsluckor. De fann att arter med dålig spridnings- och eller etableringsförmåga finns inom följande organismgrupper och skogsmiljöer.

- Fröplantor i ädellövskog och andra rika vegetationstyper.
- Skalbaggar knutna till död ved och ihåliga träd huvudsakligen i rika lövskogar.

- Epifytiska lavar, d.v.s. lavar som växer på levande träd. Dessa finns huvudsakligen inom två grupper hänglavar på gamla barrträd och lunglavssamhället (Lobarion) som växer så på lövträd i Boreal barrskog, tempererade lövskog och både på barr- och lövträd i kustnära skogar.
- Mossor i fuktiga miljöer. Bland dessa finns uppenbarligen arter som enbart sprider sig vegetativt.

Om man kombinerar Rolstads & Gjerdes studie med studien av Berg m.fl. (1995) så finner man ”överlappningar” av dålig tolerans mot huggning och dålig spridningsförmåga inom alla artgrupper utom ryggradsdjur. Mest påtaglig är dock överlappningen för mossor och lavar. Svampar identifieras inte som en grupp med dålig spridningsförmåga av Rolstad & Gjerde, men som en grupp med låg tolerans mot huggning av Berg m.fl. Men det finn tecken på att vissa mykhorriza svampar har dålig etableringsförmåga (Risberg 2003, Nitare m.fl. 2004 och referenser däri).

För de starkast hotade arterna hjälper dock inte anpassningar av skogskötsel utan här krävs speciella avsättningar och/eller lokalt anpassade restaurerings och skötselplaner. En anledning till detta är att alla (lönsamma) skogsbrukssätt är dåliga på att skapa kontinuerlig tillgång på död ved, gamla träd och grova träd i stora mängder (Angelstam 2005).

STÖRNINGSPERSPEKTIVET

Ett annat sätt att kombinera olika skogsbruksätt med artbevarande är att utgå ifrån naturliga störningsregimer (Angelstam 1998, Hunter 1999, Lindenmeyer & Franklin 2002). ASIO modellen (Rülcker m.fl. 1994) är exempel på ett sådant synsätt. Här utgår man inte från enskilda arters habitatkrav utan från antagandet att arter är anpassade till olika störningsregimer. Skogsbruk som efterliknar naturliga störningar skapar också de habitat som naturligt förekommande arter kräver. Trakthyggesbruk efterliknar i viss mån storskaliga beståndsomvälvande störningar t.ex. brand och storm där trädsiktet till största delen dör men är ganska dåligt på att efterlikna oregelbundet förekommande småskaliga störningar inom bestånd (Angelstam 2003).

Trakthyggesbruk medför att flera successionsstadier passeras vilket skapar flera olika habitat med ganska kort varaktighet på samma plats under en omloppstid. Kontinuitetsskogsbruk medför färre men mer långvariga habitat och har ett relativt konstant växt och djursamhälle.

Det finns också starka kopplingar mellan organismers spridningsförmåga och varaktigheten på deras habitat (Rolstad & Gjerde 2003, Appelqvist 2005). Arter som utnyttjar korta successioner t.ex. brandfält måste ha god spridningsförmåga för att kunna överleva på denna fläckvis och slumpvis uppkommande resurs, medan andra organismer som lever i samma habitat under flera decennier kan invänta att lämpligt habitat uppstår i närheten (t.ex. hänglavar eller hålträdsarter).

Sammanfattningsvis så uppvisar trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk olika men kompletterande egenskaper som har betydelse för biodiversiteten i landskapet (tabell 2).

Tabell 2
Skillnader mellan trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk. plus anger bra tillgodoseende, minus anger dåligt tillgodoseende av variabeln ifråga för resp. skogsbrukssätt.

	Storskaliga störningar	Småskaliga störningar	Många kortvariga habitat	Få långvariga habitat
Trakthyggesbruk	+	–	+	–
Kontinuitets-skogsbruk	–	+	–	+

NATURHÄNSYN I KONTINUITETSSKOGSBRUK

För att kontinuitetsskogsbruk ska vara ett bra komplement till trakthyggesbruk måste omfattningen vara så stor att de gynnade arterna kan överleva långsiktigt inom bestånden och sprida sig mellan bestånden Var denna kritiska gräns går är okänt. Sannolikheten för att arter ska kunna överleva långsiktigt ökar troligen om bestånd med kontinuitetsskogsbruk planeras att ingå i s.k. stabila nätverk tillsammans med nyckelbiotoper och andra avsatta bestånd samt kant- och förstärkningszoner.

Det är inte alldeles lätt att översätta certifieringskrav från trakthyggesbruk till kontinuitetsskogsbruk och sannolikt är det heller inte biologiskt optimalt. Exempelvis så lämnar man, vid trakthyggesbruk mycket stående död ved (högstubbar och torrträd). Detta är exempel på relativt kortvariga habitat som i huvudsak utnyttjas av organismer med god spridningsförmåga (insekter, svampar). Det vore förmodligen bättre att kraftsamla naturvårdsåtgärder till habitat som trakthyggesbruket är dåligt på att leverera, förslagsvis en kontinuerlig förekomst av gamla träd (viktigt för hänglavar) och grova lågor (förstörs ofta vid slutavverkning och markberedning). Sannolikt krävs mer omfattande artgruppspecifika analyser för vilka naturhänsyn som krävs i bestånd med kontinuitetsskogsbruk.

SLUTSATSER

Många arter med dålig ljus/uttorkningstolerans och dålig spridningsförmåga är idag hotade och alternativet till trakthyggesbruk har hittills varit avsättning av skogsbestånd med förekomst av någon sådan art. Här kan kontinuitetsskogsbruk fylla en funktion. Kontinuitetsskogsbruk som komplement till trakthyggesbruk och till avsättningar av bestånd med höga naturvärden är alltså positivt för den biologiska mångfalden. Det är sannolikt viktigt att utforma särskilda åtgärder för naturhänsyn i kontinuitetsskogsbruk som framförallt säkerställer långvariga habitat t.ex. kontinuerlig förekomst av gamla levande träd. Omfattningen av ett sådant skogsbruk måste dock vara så stor och ha en rumslig fördelning i landskapet så att den möjliggör en långsiktig överlevnad av aktuella arter på landskapsnivå. Sannolikt bör man planera rumsliga fördelningen av bestånd med kontinuitetsskogsbruk så att de ingår i s.k. stabila nätverk.

Kväveutlakning vid olika grader av avverkningsuttag: en sammanfattning med koppling till kontinuitetsskogsbruk

Eva Ring, Skogforsk

BAKGRUND

Kväveutlakningen från svensk skogsmark är generellt sett låg jämfört med utlakningen från jordbruksmark. Utlakningen från skogsbevuxen mark är i storleksordningen 0,5–5 kg totalkväve per hektar och år, varav mindre än ca 1 kg utgörs av oorganiskt kväve (d.v.s. nitrat och ammonium) (Löfgren & Olsson 1990; Nohrstedt 1993).

En ökad kväveutlakning strider mot flera av de nationella miljömålen och kan medföra att vattenkvaliteten försämras och eutrofieringen och försurningen ökar. Åtgärder eller processer som medför att nitrifikationen ökar är oftast negativa för mark och vatten. En ökad produktion och utlakning av nitrat medför ofta att pH-värdet sjunker och utlakningen av baskatjoner och aluminium ökar. Även tungmetaller vars löslighet är pH-beroende kan öka exempelvis kadmium. Eftersom kvävet spelar en så viktig roll i våra ekosystem ligger fokus i denna sammanställning på effekterna på kväve, främst nitrat (NO_3^-) som är den lättrörliga formen av kväve.

Effekter av skogsbruksåtgärder såsom avverkning har studerats i inströmningsområden (markvatten) och i avrinningsområden. De flesta markvattenstudier visar utlakningen från rotzonen till grundvattnet, eller halten i markvattnet under rotzonen, medan studier i avrinningsområden visar transporten via vatten till andra ekosystem. Man bör vara lite försiktig med att göra direkta jämförelser av utlakning som bestämts i markvattenstudier respektive i avrinningsområden. Vissa variabler exempelvis organiskt kväve kan påverkas genom att slutavverkningen påverkar de hydrologiska förhållandena i anslutning till vattendragen. Sådana effekter syns inte i markvattenundersökningar, eftersom dessa sker främst i inströmningsområden.

KVÄVEUTLAKNING FRÅN KALHYGGEN

Det är välkänt att slutavverkning, med vissa undantag, ökar utlakningen av kväve under ett antal år (Ring 2001). Under svenska förhållanden har endast ökningar av kväveutlakningen uppmätts eller beräknats (Grip 1982; Wiklander 1983; Wiklander m fl 1991; Ring 1996; Rosén m fl 1996; Berdén m fl 1997; Örlander m fl 1997; Ring m fl 2001 & 2003; Akselsson m fl 2004). Det är framför allt utlakningen av nitrat som ökar vid slutavverkning. Ovan nämnda studier representerar både markvattenstudier och mätningar i avrinningsområden.

Då helträdsuttag jämförts med konventionell slutavverkning har man observerat lägre nitrathalter i markvattnet vid helträdsuttag (Staaf & Olsson 1994; Ring m.fl. 2001). Det finns få studier över hur utlakningen påverkats. Om vattenflödet är högre genom mark där det inte ligger några avverkningsrester, motverkar detta effekten av de lägre nitrathalterna. Örlander m.fl. (1997) beräknade utlakningen från rotzonen under sju år på två sydsvenska hyggen med och utan ristäkt. I det ena fallet var kväveutlakningen 228 kg ha^{-1} med riset borttaget och 264 kg ha^{-1} med riset kvarlämnat. På det andra hygget var motsvarande siffror 21 resp. 35 kg ha^{-1}.

KVÄVEUTLAKNING I SKÄRMSTÄLLNINGAR OCH LUCKOR

För att belysa möjliga effekter av kontinuitetsskogsbruk har jag tagit med studier som visar effekter av skärmställning och olika stora luckor i beståndet (s.k. ”gaps” eller ”openings”). Eventuella skillnader till följd av trädslag är svåra att bedöma men de största effekterna erhålls troligtvis mellan lövhållande och lövfällande trädslag, exempelvis mellan gran/tall- och björkskog. Även klimatet spelar troligtvis en viktig roll dels för skillnaderna mellan olika trädslag, dels för funktionen under olika årstider. Man måste även beakta att det är ett dynamiskt system som man studerar. Effekterna varierar över tiden.

En svensk studie visar att talldominerade skärmar på frisk mark kan minska kväveläckaget under vegetationsperioden under de första åren efter att skärmen lämnats jämfört med kalavverkning (Nilsson m.fl. 2000). Vad som händer när skärmen avvecklas är inte klarlagt. Förutom att halterna var lägre i skärmarna än på hyggena torde även vattenflödet i marken under skärmen ha varit lägre än på hyggena p.g.a. högre evapotranspiration. Vad som händer under vinterperioden är dock inte klarlagt. Mätningarna gjordes under vår/försommar och hösten. Under vintern är det risk för ett högre läckage från skärmarna eftersom depositionen kan ha varit högre i skärmarna än på hygget. Vattenflödet i skärmarna bör dock ha varit mindre även under vintern. De tre provytorna i studien representerar inströmningsområden eller övre delen av sluttningar. Vilken effekt som en skärm i ett utströmningsområde eller på fuktigare mark ger vet vi heller inte mycket om. En studie av granskärmar på torvmark i Uppland och Dalarna redovisar inga större skillnader i vattenkemi mellan kalavverkad mark och skärmar under de första tre-fyra åren (Lundin 1999). Jämfört med skogen så var utlakningen alltid högre från skärmen beroende på det högre vattenflödet. Lundin (1999) nämner skärmträdens höga ålder, försämrad trädvitalitet till följd av ökad grundvattennivå och den korta mätperioden som möjliga förklaringar till att avrinningen från skärmen och hygget inte skiljde sig nämnvärt.

I en tysk studie av 12 granbestånd fann man ett positivt linjärt samband mellan nitrathalten i markvattnet under rotzonen (ett medelvärde) och det procentuella uttaget av beståndet som gjorts under de föregående fem åren (r^2=0,69) (Rothe & Mellert 2004). I samma bestånd fann man ett negativt samband mellan nitrathalten och markvegetationens täckningsgrad. Det finns många exempel som visar att markvegetationens utveckling efter slutavverkning påverkar nitratutlakningen (se sammanställning av Ring 2001). Ett snabbt och stort uppslag av hyggesvegetation efter avverkning kan markant minska nitratutlakningen. Hur en skärmställning

påverkar markvegetationen är därför av stort intresse och kan förklara eventuella skillnader mot kalhyggen. I en studie från södra Sverige fann Karlsson och Nilsson (2005) att grästäcket under talldominerade skärmar var mindre än på kalhyggena, men fältskiktsvegetationens totala täckningsgrad var inte signifikant olika. I snitt hade 60 % av den stående volymen skördats i skärmarna. I denna studie mättes inte kvävehalter eller utlakning.

I tabell 1 ges en förenklad sammanfattning av resultaten från ett antal studier som har anknytning till kontinuitetsskogsbruk. Ofta syntes tendenser till effekter men den stora rumsliga variationen gjorde att effekterna inte kunde bekräftas statistiskt. Sammanställningen visar att effekterna varierar.

Tabell 1.
En sammanfattning av resultat på kväve från studier av olika avverkningsmetoder. ”År” anger vilka år efter avverkning som studien omfattar. ”≈”: ej signifikant skiljd ifrån

Land	Trädslag	Undersökt variabel	År	Resultat	Referens
Sverige	tall	N-halt i mark-vatten (50 cm)	ca 1-4	skärm<hygge	Nilsson m.fl. (2000)
Sverige	gran	N i avrinnande vatten (halt+ utlakning)	0-4	skärm≈hygge	Lundin (1999)
Tyskland	gran	NO_3^--halt i markvatten (40-100 cm)	0-5	småskalig avverkning <hygge	Rothe & Mellert (2004)
Tyskland	gran	NO_3^--halt i markvatten (40 cm)	1	partiell avverkning <hygge	Weis m.fl. (2001)
British Columbia, Kanada	douglas-gran	NO_3^--halt i organiska skiktet och mineraljord	3,5	50 % minskning av krontaket ≈hygge	Hope m.fl. (2003)
British Columbia, Kanada	*Tsuga hetero-phylla & Abies amabilis*	netto-nitrifikation	0-2	små hyggen resp. skärm≈skog	Prescott (1997), Feller m.fl. (2000)
		NO_3^--utlakning	ca 0-3	små hyggen resp. skärm≈skog	
				Ingen sign. skillnad mellan olika skörduttag.	
British Columbia, Kanada	gran	NO_3^-- halter i marken	0-7	skörd av enstaka träd<skörd av samma andel träd i form av en lucka	Prescott m.fl. (2003)
Washington, USA	douglasgran	N-mineralise-ring och nitrifikation	*	partiell avverkning resp. kalavverkning ≈skog	Barg & Edmonds (1999)

* Behandlingarna gjordes 2-5 år innan mätningarna påbörjades. Mätperioden var drygt 1 år.

DISKUSSION

Den kvantitativa betydelsen av enskilda processer i ett skogsekosystems kväveomsättning varierar vid olika skörduttag. Dessa processer är exempelvis trädens och markvegetationens kväveupptag, nitrifikation, kvävemineralisering och deposition. Ett slutavverkningsbart bestånd representerar skörduttaget noll och ett kalhygge representerar 100 % uttag. Hur kväveutlakningen påverkas vid olika skörduttag styrs troligen av olika processer vid olika skörduttag. Ökad avrinning och minskat kväveupptag i träden är kanske de viktigaste processerna som leder till ökad kväveutlakning vid slutavverkning, d.v.s. vid 100 % uttag, medan kväveupptaget i träden i det gamla beståndet sannolikt styr kväveutlakningen. Hur kväveutlakningen styrs vid skörduttag mellan 0 och 100 % vet vi inte så mycket om, men någonstans finns det uppenbarligen en brytpunkt då kväveutlakningen ökar. Resonemanget ovan bygger på ett jämnt fördelat uttag i beståndet areellt sett. Troligen spelar avståndet mellan träden roll för effekterna. I en kanadensisk studie i douglasgranskog i torrt klimat fann Hope m.fl. (2003) att ökningen av andelen nitrat av det oorganiska kvävet skedde 2–10 m från skogskanten.

SLUTSATSER

Det är möjligt att kontinuitetsskogsbruk med gran kan ge mindre kväveutlakning och därtill kopplade effekter på vissa marker än trakthyggesbruk, men kunskapsunderlaget är magert och motsägelsefullt. En förutsättning för minskad utlakning är sannolikt att man har ett vitalt rotsystem som täcker en stor del av marken. Teoretiskt sett kan detta utgöras av träd såväl som hyggesvegetation. Hur många träd per hektar som krävs på olika marker kan inte besvaras idag. Exakt vilken roll träden spelar är heller inte klarlagt. Slutligen finns det en risk för att den ökade körning, som ett kontinuitetsskogsbruk förväntas innebära, ger oönskade miljöeffekter, men vilka kan jag inte bedöma.

Effekter av och på vilt – Trakthyggesbruk jämfört med kontinuitetsskogsbruk för gran

Roger Bergström, Skogforsk

BAKGRUND

Nedan diskuterar vi vad en partiell övergång till kontinuitetsskogsbruk kan betyda för några viltarter, främst hjortdjur, och för skaderisker. Dessa frågor kan dels betraktas för områden med ändrat skogsbruk och dels för omgivande områden.

Skogsviltet påverkas starkt av det skogsbruk som tillämpas i Sverige. Sätt att slutavverka, ungskogsarealer, trädslagsval vid föryngring, röjning och skogarnas slutenhet torde vara de faktorer som starkast påverkar viltproduktionen, framför allt genom att åtgärderna påverkar tillgång på mat och skydd. Trakthyggesbruket har bidragit till att skapa nära optimala förhållanden för vårt viktigaste viltslag, älgen (Cederlund & Bergström 1996). Denna art, liksom rådjuret, är anpassade till skogens tidiga utvecklingsstadier och kan snabbt tillgodogöra sig de resurser som ställs till förfogande efter kalavverkning (Liberg & Wahlström 1995). Bra sommar- och vinterföda, i form av örter och vedartade växter, finns ofta i riklig mängd i plant- och ungskogar (Cederlund & Bergström 1996). Samtidigt är dagens avverkningsytor av den storleken att det för dessa rörliga djur alltid finns nära tillgång till skydd mot opassande väder och mot rovdjur. Räknat per arealenhet så är fodertillgången på träd och buskar i ungskogar 5–10 gånger så hög som den i äldre skogar (Bergström m.fl. 2005). Men samtidigt är arealen övrig skog betydligt större än ungskogsarealen så fodertillgång i de äldre skogarna kan inte negligeras, speciellt inte om man beaktar vissa viktiga födoväxter i fältskiktet, t.ex. ljung och bärris. Vinterutnyttjandet, mätt som antal spillningshögar per ytenhet, är också 5–10 gånger så hög i ungskogar som i äldre skogar (Bergström opubl.).

När skogen växer upp och blir högre än 4–5 m avtar tillgången på föda på enskilda träd och buskar (Kalén 2004, Bergström m.fl. 2005). Ett mer slutet krontak minskar också utvecklingen av buskskikt. Bärriset, en annan viktig resurs för älg och rådjur (Cederlund m.fl. 1980), tilltar dock, i alla fall på vissa marker. Här intar dock äldre granskogar med tätt kronskikt en särställning då de nästan helt kan sakna fält- och buskskikt.

De övriga två hjortdjursarterna, kron- och dovhjort, är inte på samma sätt kopplade till skogens tidiga utvecklingsstadier utan utnyttjar i större utsträckning föda från äldre skogar och andra mer eller mindre stabila miljöer (Lavsund 1976, Liberg & Wahlström 1995).

EFFEKTER PÅ VILTET

Trots att inga studier finns tillgängliga på kontinuitetsskogsbrukets effekter på foderproduktion kan vi med stöd av ovanstående dra slutsatsen att en övergång mot kontinuitetsskogsbruk skulle påverka fodersituationen negativt för älg och rådjur på de områden där sådan skötsel tillämpas. En kontinuerligt mer slutet krontak skulle ge mindre produktion av både sommar- och vinterföda, möjligen med undantag av bärrisproduktion. Utvecklingen av den sistnämnda födoresursen blir starkt avhängig av kontinutitetsskogarnas slutenhet. Värdet av denna resurs kan också variera över landet då snö starkt kan påverka åtkomligheten för älg och rådjur som båda är dåliga grävare i snö. Då man i blädningsskogsbruk eftersträvar hög slutenhet (Lundqvist 2005) kommer inväxning av lövträd, som ofta är begärliga för de stora växtätarna, att bli måttlig. Dessutom kommer troligen sådana självföryngrade lövträd att ha en dålig tillväxt med påföljande låg smaklighet för växtätarna (Danell m.fl. 1985; Hiekkilä 1991). En minskning av ungskogsarealer, genom övergång mot alltmer kontinuitetsskogsbruk, skulle därför framför allt drabba älgar och rådjur, medan kron- och dovhjort förmodligen påverkas i mindre utsträckning.

SKOGSSKADOR

Skaderisken i flerskiktade skogar skulle troligen bli måttlig, då det visat sig att betet på plantor och ungträd av gran är normalt svag, inte minst på självföryngrade plantor (Bergström 1998). Av älg och kronhjort orsakade barkgnag på gran kan lokalt vara ett svårt problem. Kunskapen är dock för bristfällig för att prognostisera eventuella förändringar av barkgnagfrekvensen i kontinuitetsskogar jämfört med i skogar föryngrade genom trakthyggesbruk.

Vid en given älg- eller rådjurstäthet skulle en övergång till kontinuitetsskogar medföra högre betestryck i omkringliggande befintliga plant- eller ungskogar, med påföljande ökad risk för skador på ekonomiskt intressanta trädslag. Hur stor den riskökningen blir naturligtvis beroende på omfattningen av ändrat skogsbruk.

Självföryngring med björk på granmarker

Göran Kempe, SLU
Lars-Göran Stener, Skogforsk

INLEDNING

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 florerar 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.
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 (Anon, 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.

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

Landsdel	Mark-fuktighet	Andel av areal, %					Tot areal 100 ha
		Björkplantor/ha					
		-1 000	-2 000	-3 000	>3 000	Total	
N:a Norrland	Frisk	26	9	5	60	100	199
	Frifu-blöt	14	4	5	78	100	154
S:a Norrland	Frisk	37	9	8	46	100	566
	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

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 per ha före röjning.

Av tabell 1 framgår att utifrån de uppställda urvalskraven finns en total plantskogsareal i Sverige om 148 300 ha på friska marker och 104 000 ha på friskfuktiga 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 2 000 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

kantträd 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

BAKGRUND

Detta arbete är en beställning och ska tjäna som underlag för en diskussion om trädslagsval efter den senaste och inför framtida stormar. 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 jämför 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 halvseklet har bekämpats med alla till buds stående medel och det sydsvenska landskapets ”förgranats”. Med en viss omskrivning skulle kunna man säga att det är som att sparka på någon som fortfarande står.

Hur som helst är det viktigt att jämförelsen görs så genomskinlig som möjligt. Därför den ganska ingående beskrivning nedan och den bifogade ”programvaran” så att den som så önskar kan modifiera gjorda antaganden, om denne nu alls kan acceptera kalkylmodellen.

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 produktions-normer (ung. boniteter) är bl.a. publicerade i Skogsstyrelsens ”boniteringshäften” (del 2).

Den norm som gäller för björk, avser vårtbjörk i Svealand och södra Norrland (Fries, 1964) (figur 3). I Fries (1964) finns också en produktionsjämförelse mellan gran och björk. Vårtbjörk på medelgod mark i mellersta Sverige (Jonssonbonitet III) anses producera 85 % av granens volymproduktion (men 100 %, om istället torrsubstansproduktionen 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 m^3sk/ha.

Men, 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 m^3sk/ha (Mielikäinen, 1991), medan andra långsiktigt följda provbestånd på bördig mark på Tönnersjöhedens försökspark inte uppvisare en medeltillväxt stort mer än 5 m^3sk/ha. (Johansson pers. com.).

Allmänt anses björken 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 antagande om det geografiska lägets samvariation i fråga om proportion av de båda björkarterna, skogskötsel, betestryck m.m.

Det går naturligtvis att utöka diskussionen om björkens produktion till att omfatta förädlat 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 trädslagens 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 och 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 respektive 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 sydöstliga Sverige, i områden med relativt låg humiditet. Granens produktion i Sverige har analyserats av Eriksson (1976). Hans undersökning stämmer väl med de produktionsprognoser som kan göras med den ofta använda produktionsmodell en ”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).

SPECIFIKATION AV KALKYLERNA

Björk

Beståndsetablering:

Vid plantering (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 föryngring.

Naturlig föryngring 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 föryngring. Föryngring kan mycket väl utebli eller etablera sig ställvis. För att stimulera ett björkuppslag 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 ide om beståndet från början är tätt. Härvid 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 röningstillfälle. 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 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 av en övre höjd av ca 8–10 m. För att beräkna tillståndet i utgångsläget används funktioner av Frisk (1998) (tabell 1).

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

Si	Ålder (brh)	Hdom (m)	Slutenhet	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

Produktionsprognoser:

Beslutat 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, eftersom 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 Oikarainen. Gallringen utförs relativt hårt, men inom de av 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 gagnvirkes-volymer. I de tillämpande sambanden används grundytevägd medeldiameter (dgv). Denna erhålls inte direkt ur produktionsprognoserna, utan antages här vara 10 % högre än grundytemedelstammens 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. Skattingarna 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 uttagna och kvarlämnade stammar, granandel, lövandel och volymmedelstam är variabler som erhålls från produktionsprognosen och som också är nödvändiga för kostnadsskattningarna.

I grundalternativet används aktuella priser, vid tidpunkt före stormen. Dessa har bestämts utifrån publicerade prislistor från några björksågverk i södra Sverige. För att kunna beräkna en intäkt måste dessutom det kvalitetsmässiga utfallet skattas.

Enlig 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 det två tillämpade kvalitetsklasserna.

För både björk och gran antas att 5 % av virkesvärdet försvinner till följd av framförallt röta.

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. Häri 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

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

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

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 beroende av ståndortsindex mellan 55 och 73 år.

Beräkning av kostnader och intäkter:

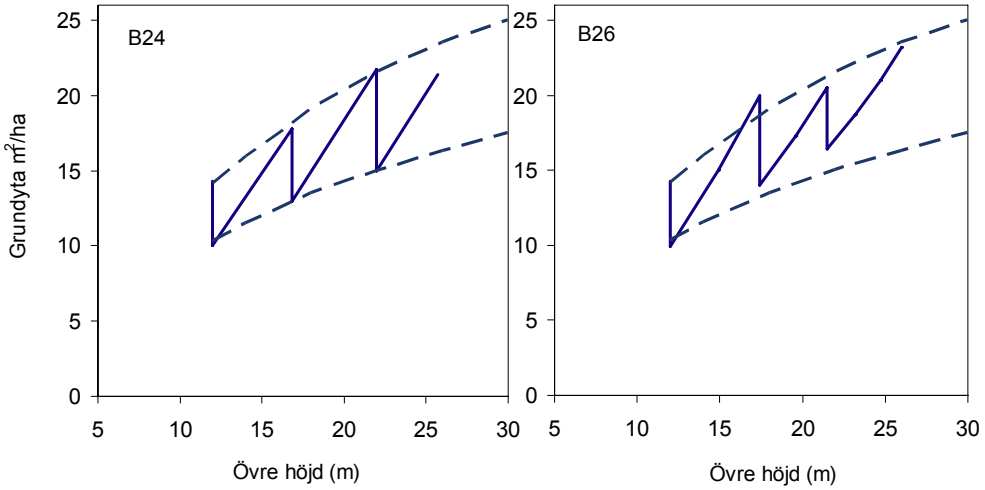
Samma rutiner för beräkning av kostnader användes som för björk. I grund-alternativet används aktuella priser, vid tidpunkt före stormen. Av timret beräknas 70 % hamna i kvalitetsklass I–III medan resterande 30 % tillskrevs klassen IV.

Ekonomisk utvärdering

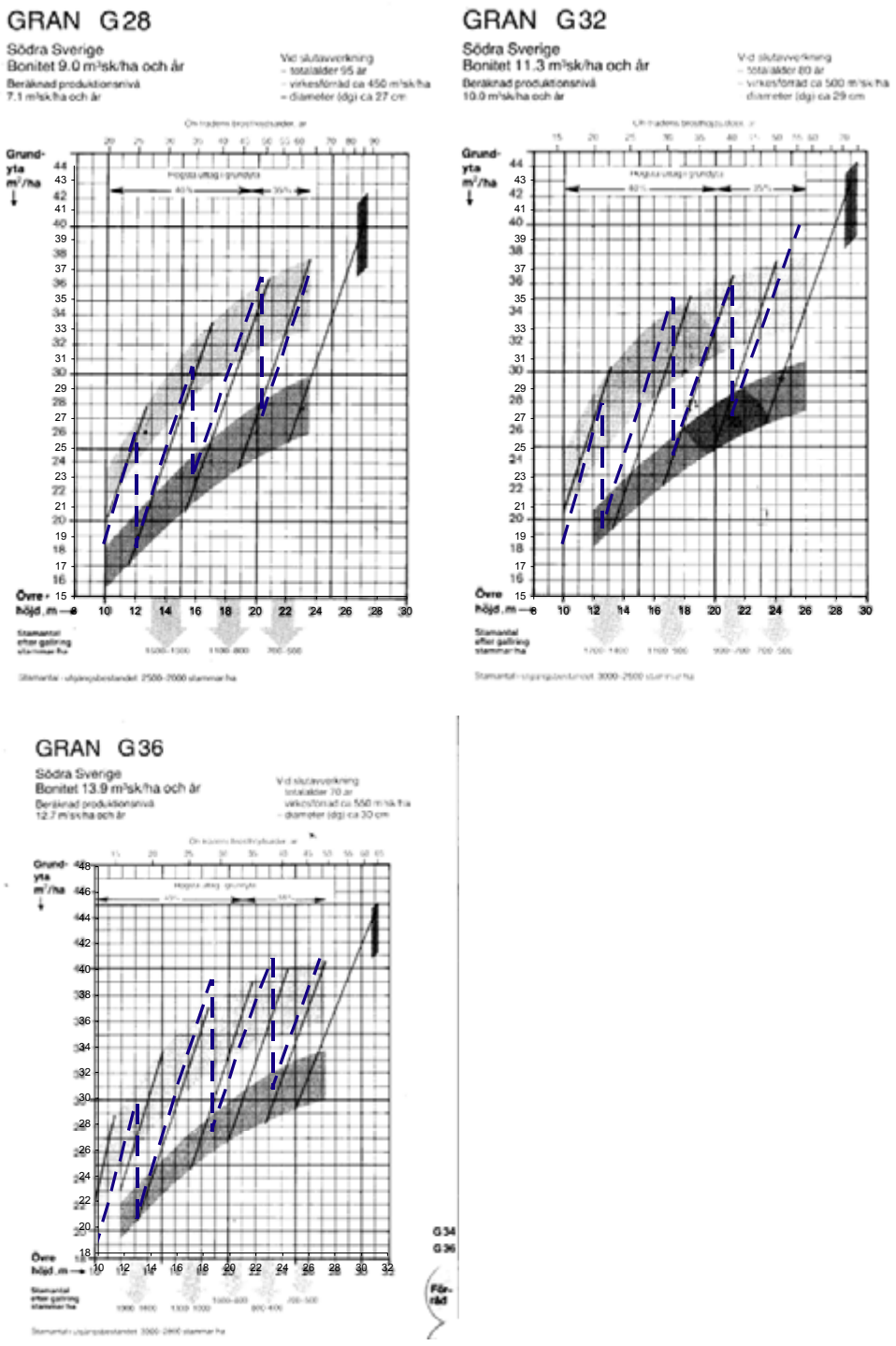
Den ekonomiska utvärderingen görs på traditionellt sätt genom beräkning av kassaöverskott (genomsittlig årlig avkastning) och markvärde. Vid markvärdeberäkningarna används kalkylräntor varierande mellan 1 % och 5 %.

RESULTAT

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 emellertid inte möjligt att slaviskt följa de begränsningslinjer som anges i mallen. En sammanfattning av prognosresultaten redovisas i tabell 3, 4 tillsammans med de ekonomiska utvärderingarna. Det framgår att även beståndsutvecklingarna i övrigt väl följer de uppsatta intentionerna.



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



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

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

B24	Total ålder	Övre höjd (m)	Stamant (st/ha)	Dg (cm)	Volym (m^3ska/ha)	Andel timmer (%)	Kostnader	Intäkter	Netto
Hyggesrensning	0						1000	0	-1000
Markberedning	0						3000	0	-3000
Röjning	13						5500	0	-5500
Gallring 1	24	12	810	8,2	21	0	6200	3300	-2900
Gallring 2	34	16,8	329	13,6	36	1	4300	6700	2400
Gallring 3	49	22	170	22,1	67	27	4900	16700	11800
Slutavverking	64	25,7	368	27,2	233	41	10700	66600	55900

Årlig medeltillväxt (m3sk/ha)	6,1					
Kalkylränta	1%	2%	3%	4%	5%	
Makrvärde (kr/ha)	58400	16000	3500	-1600	-3900	
Kassaöverksott (kr/ha)	900					

B26	Total ålder	Övre höjd (m)	Stamant (st/ha)	Dg (cm)	Volym (m^3ska/ha)	Andel timmer (%)	Kostnader	Intäkter	Netto
Hyggesrensning	0						1000		-1000
Markberedning	0						3000		-3000
Röjning							5500		-5500
Gallring 1	20	12	810	8,2	20	0	6200	3300	-2900
Gallring 2	30	17,4	329	15,2	47	3	4900	9000	4100
Gallring 3	40	21,5	174	17,3	37	17	3500	8200	4700
Slutavverking	55	26	377	28	257	43	11500	74200	62700

Årlig medeltillväxt (m3sk/ha)	7,2					
Kalkylränta	1%	2%	3%	4%	5%	
Makrvärde (kr/ha)	74200	22900	7400	800	-2500	
Kassaöverksott (kr/ha)	1080					

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

G28	Total ålder	Övre höjd (m)	Stamant (st/ha)	Dg (cm)	Volym (m^3ska/ha)	Andel timmer (%)	Kostnader	Intäkter	Netto
Plantering	0						15000		-15000
Röjning	9						1500		-1500
Gallring 1	33	12,1	1103	9,5	49	14	9900	8000	-1900
Gallring 2	43	15,8	390	15,8	64	43	6900	12700	5800
Gallring 3	58	20,4	215	23,3	93	62	7600	23400	15800
Slutavverking	73	23,8	608	28	391	70	17400	111400	94000

Årlig medeltillväxt (m3sk/ha)	8,9				
Kalkylränta	1%	2%	3%	4%	5%
Makrvärde (kr/ha)	78200	16200	-1700	-9000	-12400
Kassaöverksott (kr/ha)	1300				

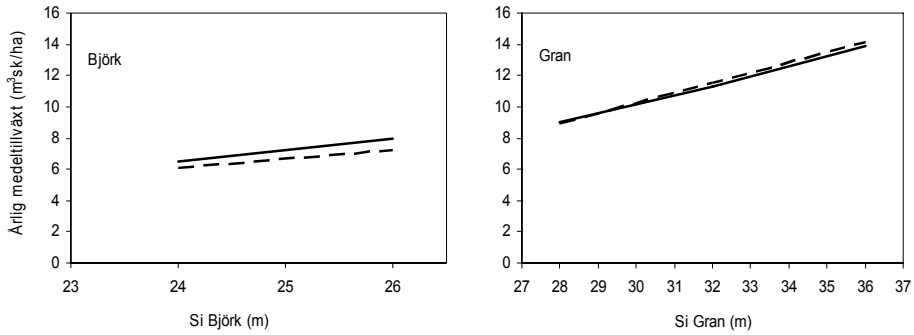
G32	Total ålder	Övre höjd (m)	Stamant (st/ha)	Dg (cm)	Volym (m^3ska/ha)	Andel timmer (%)	Kostnader	Intäkter	Netto
Plantering	0						15000	0	-15000
Röjning	8						1500	0	-1500
Gallring 1	28	12,5	961	10,4	55	19	9700	9400	-300
Gallring 2	38	17,2	496	16,4	91	45	9100	20100	11000
Gallring 3	48	21,1	239	22	92	59	7600	22800	15200
Slutavverking	63	25,6	610	28,9	438	72	19000	126000	107000

Årlig medeltillväxt (m3sk/ha)	11,5				
Kalkylränta	1%	2%	3%	4%	5%
Makrvärde (kr/ha)	123500	35500	8900	-2600	-8400
Kassaöverksott (kr/ha)	1850				

G36	Total ålder	Övre höjd (m)	Stamant (st/ha)	Dg (cm)	Volym (m^3ska/ha)	Andel timmer (%)	Kostnader	Intäkter	Netto
Plantering	0						15000		-15000
Röjning	7						1500		-1500
Gallring 1	25	12,9	1103	10,1	54	17	10200	8900	-1300
Gallring 2	35	18,6	454	18,2	107	50	9900	24500	14600
Gallring 3	45	23,2	203	25,3	112	66	8700	30500	21800
Slutavverking	55	26,9	585	29,8	459	74	19500	133300	113800

Årlig medeltillväxt (m3sk/ha)	14,1				
Kalkylränta	1%	2%	3%	4%	5%
Makrvärde (kr/ha)	172400	56400	20500	4500	-3900
Kassaöverksott (kr/ha)	2400				

Den skattade produktionen överensstämmer tämligen väl med den förväntade. (figur 3) För björk ligger produktionsnivåerna 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.

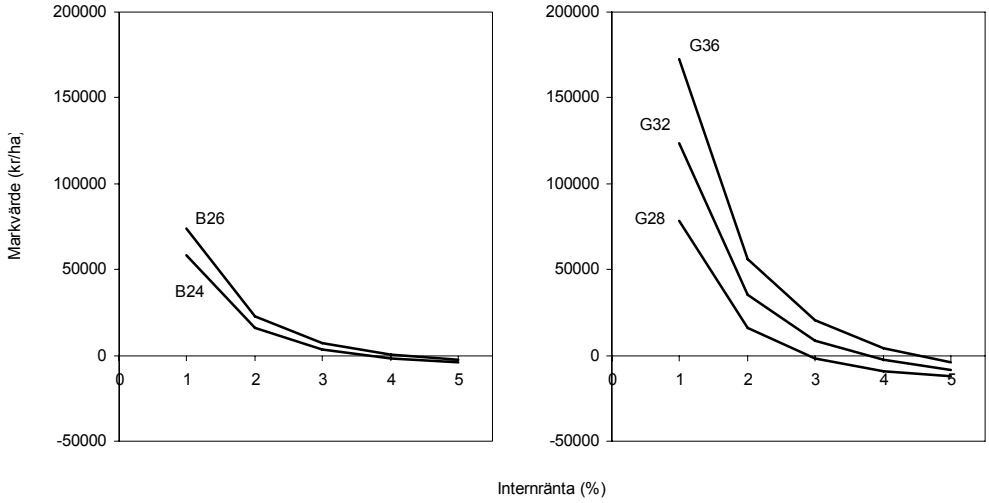


Figur 3.
Beräknade produktionsnivåer (streckad linje) och bonitetsvärden (heldragen linje) för björk respektive gran.

För gran är de beräknade markvärdena vid en ränta av1 % högre än de som beräknats för björk (figur 4 tabell 3, 4). Vid 2 % ränta är markvärdena för G32 och G36 högre än marvärdena 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 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 % respektive 4,5 %

Kassaöverskotten för björk utgör mellan 38 % och 83 % av kassaöverskotten för gran (tabell 1, 2)



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

DISKUSSION

Produktion

Att den skattade produktionen för gran överensstämmer väl med bonitetsvärdena är föga förvånande, eftersom dessa framräknats med den använda prognos-modellen (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 stamtätare. Fries material (”Stora P”, Näslund, 1971) representerar i stort trädslagsrena bestånd, medan björken i riksskogstaxeringsmaterialet utgörs av provytor med björk som den förekommer i Sverige, i trädslagsrena 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 som underkastats en skötsel som i varje fall rekommenderades före det att den senaste stormen i januari 2005 inträffade. Notera att prognoserna har gjorts under förutsättning av att inga omfattade 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.

Eftersom kostnader vid tidiga avverkningar är starkt korrelerade med storleken på volymmedelstammen kan mycket väl 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 försämra 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. Höggallring 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 låggallring. Om vi istället gör en höggallring 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 avverkningarna.

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 prislistor 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 kritisk 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. Detta 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 missvisade, 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 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 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 vid en kalkylränta av 2 %. för björkalternativen hävdar sig väl mot alternativet G28. Däremot är markvärdet för de högre granboniteterna betydlig högre än för björkboniteterna, för G32 146 % respektive 55 % högre än för B24 och B26, för G36 250 % respektive 122 % högre.

Beräkningar visar att gran på höga ståndortsindex, jämfört med björk på höga ståndortsindex, i dag har betydligt högre ekonomiskt värde 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.

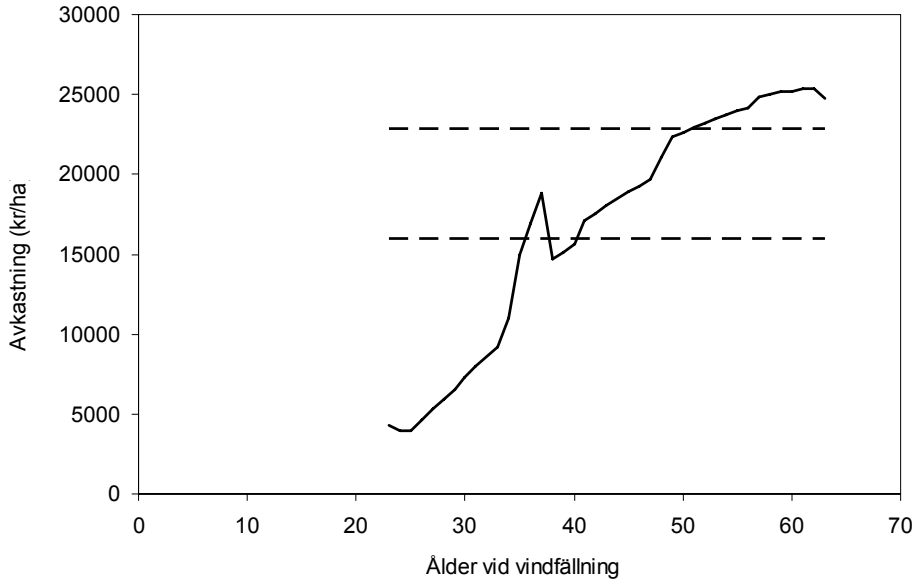
Vad händer om det stormar?

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 ”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 avverkningen, om detta är positivt, minskar med 30 %. Vidare antas att föryngringskostnaderna 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 %.

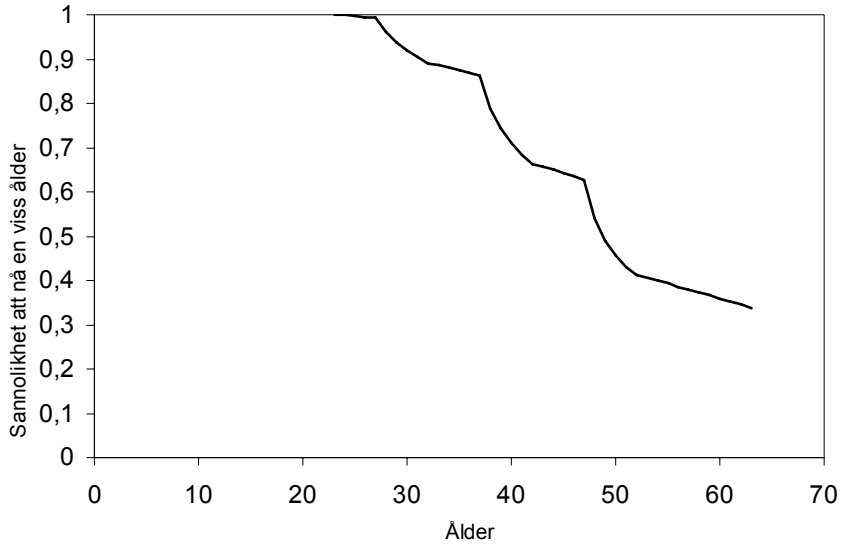
Kalkylerna ger vid handen att avkastningen vid stormfällning före ca 35–40 års ålder, ungefär vid tidpunkt för den andra gallringen, blir lägre än markvärdena i de båda björkalternativen (figur 5). Endast om stormfällningen inträffar efter 50 års ålder blir avkastningen högre än i alternativ B26. Att kurvan har ett instabilt förlopp beror på att kostnaderna vid avverkning (stormfällning) värderas med funktionerna för slutavverkning. (Det har antagits att stomfällningen skett efter gallringen om dessa händelser inträffat samma år.)



Figur 5.
Scenario ”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.

Scenario: ”Bestånd har en viss sannolikhet att blåsa ner beroende på fas i beståndsutvecklingen”.

Men, alla bestånd blåser inte ner. Sannolikheten för att bestånd verkligen blåser ner beror bl.a. av utvecklingsgraden. En förutsättning är naturligtvis också att det verkligen blåser. Helt hypotetiskt antas att kombinationen av storm och utvecklingsgrad ger en ackumulerad sannolikhetsfördelning som i figur 6, d.v.s. sannolikheten att beståndet ska nå förstagallringen är i de närmaste 1, medan den är 34 % för att slutavverkningsåldern uppnås. De tre tydliga sänkningarna i kurvan beror på gallringarna, som antas påverkan 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 än för B26.

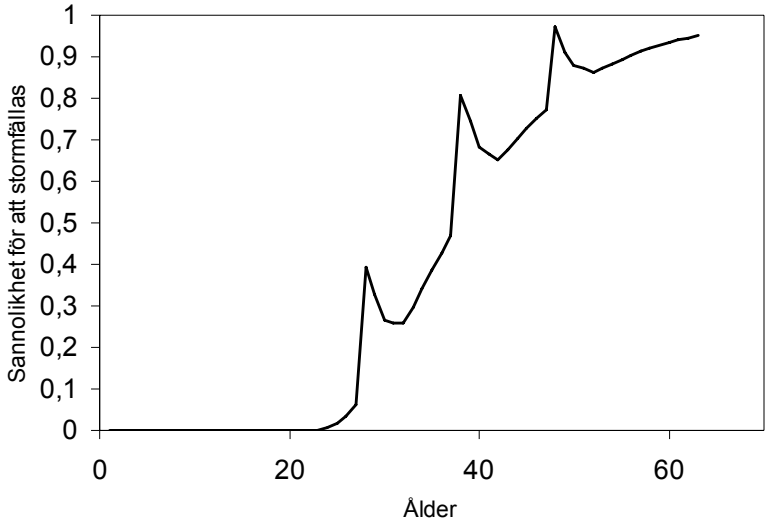


Figur 6.
Hypotetisk sannolikhet att granbestånd på G32 når en viss en ålder.
(Sannolikhet (p) för att vindfällning ett visst år (t): t< 23: p=1, t>22: $p = 0{,}0098*(t-22)^{1/2}$, vid gallring ökas sannolikheten att drabbas tiofalt året efter ingreppet, sexfalt två år efter, fyrfalt tre år efter, trefalt fyra år efter och tvåfalt fem år efter ingreppet.)

Scenario: ”Förödande stormar inträffar”

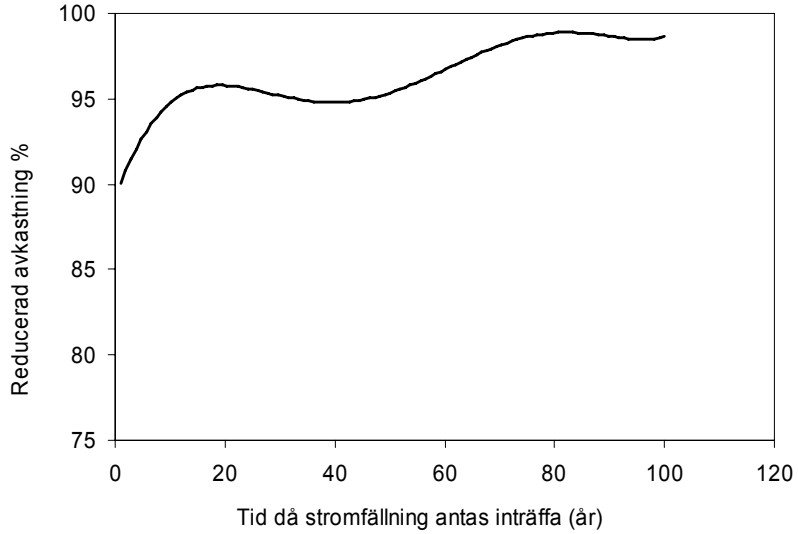
Det föregående scenariot avsåg att kasta något ljus över om vad som genomsnittligt kan tänkas inträffa om man betraktar granbestånd växande i ett större område, säg södra Sverige. Men, man kan ja emellertid utgå från ett annat perspektiv och studera hur stormen inverkar inom vid ett tillfälle hårt drabbat 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 föryngrings-

kostnader 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 betydligs större än i det tidigare alternativet (figur 7).



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

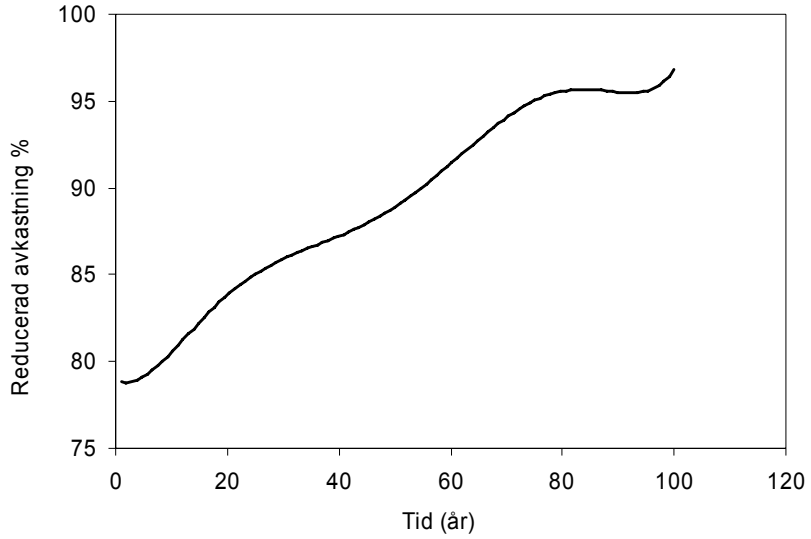
Beräkningarna visar att stormfällningen under givna antaganden minkar avkastningen med ca 10 % om denna sker omedelbart. Under diskonteringens välsignelse blir konsekvenserna av stormfällning lindrigare ju längre fram i tiden den inträffar. (figur 8).



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

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.



Figur 9.
Skogen drabbas av 4 stormar med 25 års mellanrum (se text). Reducerad avkastning e jämfört med om ingen stormfällning inträffar(G32), ränta 2 %. (Endast de 100 första åren utritade.)

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.

SLUTSATSER

- Det går för närvarande inte att översätta 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 intervallen av ståndortindex är betydig högre för gran än för björk. (Planterig 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 föryngringsåtgärder alltid leder till önskat resultat. Jämfört med en granplantering ter sig emellertid naturlig föryngring av björk som mer osäker.
- Stormfällning påverkar naturligtvis kalkylen för gran negativt. Om 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 genomför 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

INLEDNING

Syftet med projektet var att med hjälp av SLU:s prognossystem HUGIN beräkna effekten av att ersätta delar av dagens granskogar genom naturlig föryngring med björkskog. Två olika scenarier där olika stor andel av föryngringarna 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, Västernorrlands 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 föryngringsavverkning av en yta i Huginsystemet tillskapas i normalfallet ett utgångsläge för ny skog genom val av en provyta från en ungskogsdatabas med ledning av ståndortsförhållanden och planerade föryngringsåtgärder. För att skapa utgångslägen med björk på en viss andel där det normalt skulle planteras gran eller resultera i gran efter självföryngring, 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 föryngringsarealer och skogstillstånd från SKA 03 utnyttjades för att komma fram till hur stor andel som ska föryngras med björk i de olika scenarierna. Grunddata för de ingående länen, skogsmarksareal, areal granskog samt hur stor areal som föryngras med gran respektive självföryngras redovisas i tabell 1.

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

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

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 föryngringarna 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 självföryngring där lövskog gynnas och att en viss andel av tänkta självföryngringar som skulle resulterat i gran sköts så att björken gynnas. Dessa andelar måste specificeras. Åtgärden självföryngring i HUGIN resulterar i urval av ytor i ungskogsdatabasen med varierande trädslagsblandning beroende på ståndortsförhållanden, åtgärd och slumpfaktorer. Normalt eftersträvas t.ex. självföryngring 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 självföryngringar som användes för att nå målet. I Y län sker en minskning av granarealen över tiden genom att tall dominerar föryngringarna i grundscenariot. Eftersom det där således är en relativt liten areal som föryngras med gran, och att kravet som ställs på självföryngringsmarkerna utesluter alla torra marker och låga boniteter behövde en stor andel omförs från gran till björk. I Y län uppnåddes också endast knappt 50 % omställning i 60 % scenariot. I F län är andelen granföryngringar och därmed andelen granskog ungefär oförändrad under 100-årsperioden och andelen som omförs blir då mindre.

Tabell 2.
Andelar av granplanteringar och självföryngringar där björkföryngring gynnats för att omföra granskog till björkskog.

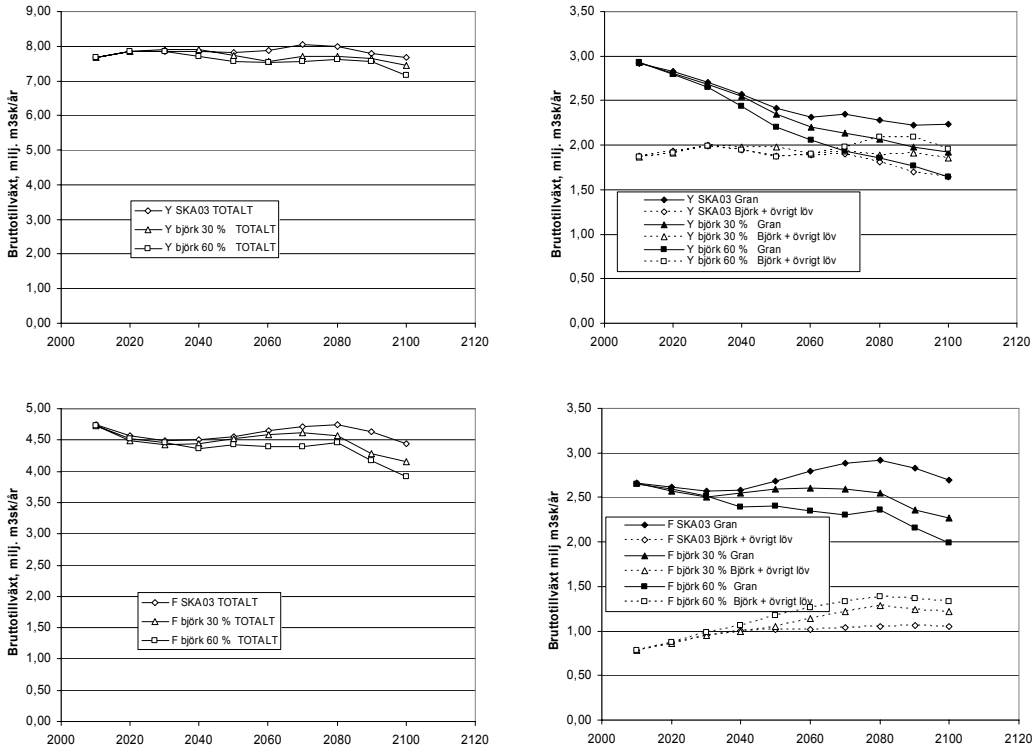
	Scenario	Gran-planteringar	Själv-föryngringar	Utfall Omförd areal	Andel av total areal	Andel av granarealen
	%	%	%	1 000 ha	%	%
Y län	30	50	40	148	8,8	27,5
	60	70	70	261	15,5	48,6
F län	30	20	10	87	12,4	28,2
	60	40	20	182	25,9	59,1

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 förändringar av andelen gran och björk över tiden. I Y län ökar lövandelen under 100-årsperioden 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 granskogsarealen med naturföryngrad björk ökar lövandelen med ytterligare 5 % till ca 30 % vid 100-årsperiodens slut för båda länen.

När en ökad andel av granföryngringarna i SKA 03 istället föryngras genom naturlig föryngring av björk (och övrigt löv) sjunker den totala bruttotillväxten successivt under 100-årsperioden (figur 1). Effekten blir påtaglig efter ca 50 år. Den totala tillväxtminskningen för Y och F län för perioden 50–100 år är i genomsnitt 3–4 % i 30 % scenariot och 5–8 % i 60 % scenariot (tabell 3). Den sista 10-årsperioden runt 2100 är tillväxtminskningen ännu större (tabell 3). Minskningen är större i F än i Y län eftersom granandelen är större i F län.

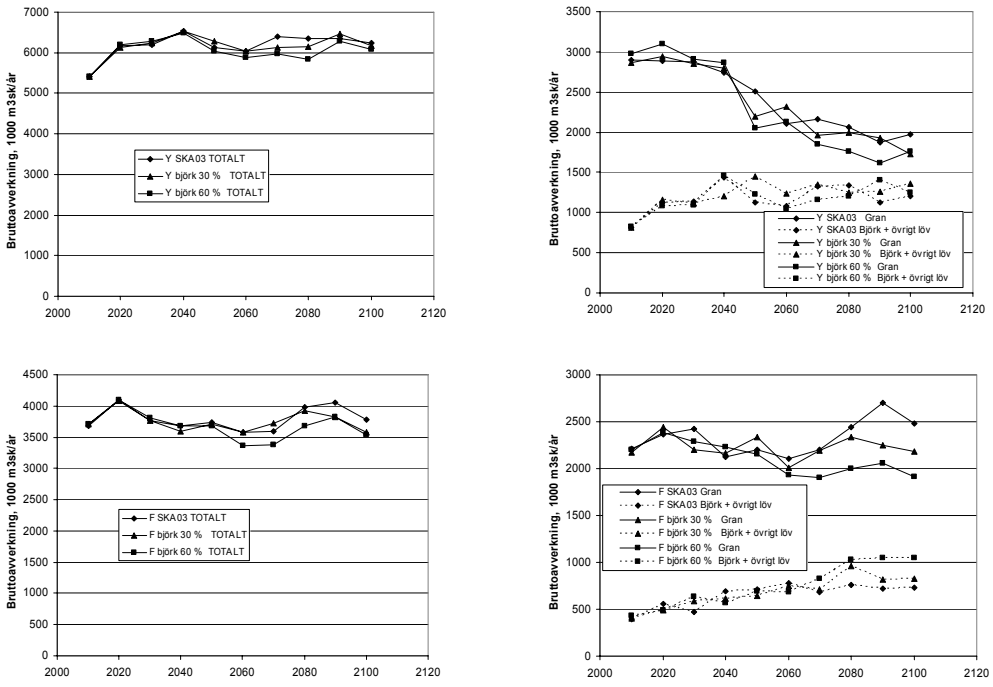


Figur 1.
Årlig bruttotillväxt i Y och F län om 30 % eller 60 % av nuvarande granarealer successivt ersätts med naturföryngrad björk under 100 år. Total tillväxt samt tillväxt av gran respektive björk+ övrigt löv.

Tabell 3.
Förändrad bruttotillväxt och bruttoavverkning (gallring + föryngringsavverkning) 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	
	Till-växt	Avverk-ning	Till-växt	Avverk-ning	Till-växt	Avverk-ning	Till-växt	Avverk-ning
	%	%	%	%	%	%	%	%
Y 30 (28)	-2	0	0	0	-3	-1	-3	-1
Y 60 (49)	-3	-2	-1	0	-5	-4	-7	-2
F 30 (28)	-3	-1	-1	0	-4	-2	-7	-6
F 60 (59)	-5	-3	-2	0	-8	-6	-12	-7

Minskad total tillväxt innebär minskad avverkningspotential men bruttoavverkningen (gallring + föryngringsavverkning) minskar något mindre än tillväxten, 1-2 % i 30 % scenariot och 4–6 % i 60 % scenariot för perioden 50–100 år (tabell 3). De högre siffrorna gäller för F och de lägre för Y län. I genomsnitt för den andra 50-årsperioden innebär det att avverkningarna i Y- och F län totalt minskar med 259 000 respektive 243 000 m^3sk per år. Avverkningsminskningen för gran under motsvarande period är 2–8 % och 10–18 % för 30 och 60 % scenarierna (tabell 4), vilket för 60 % fallet innebär 211 000 respektive 426 000 m^3sk för Y och F län. Den sista 10-årsperioden runt 2100 är minskningen ännu större (tabell 4).



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.

Tabell 4.
Förändrad bruttoavverkning av gran (gallring + föryngringsavverkning) i % under olika tidsperioder om nuvarande granarealer ersätts till 30 eller 60 % med naturlig föryngring av björk (och övrigt löv) successivt under 100 år.

	Tillväxtperiod			
	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

Tillväxtminskning på omförd areal

Effekten på den från gran till björk omförda 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).

Tabell 5.
Tillväxtminskning under den sista 10-årsperioden (runt år 2100) på den areal som successivt omförts från gran- till björkskog under 100 år.

	Sammanlagd omförd areal under 100 år	Total tillväxtminskning period 10	Tillväxtminskning på omförd areal period 10
	%	%	%
Y30	9,6	-3	33
Y60	19,2	-7	36
F30	13,1	-7	51
F60	26,0	-12	46

Effekt på landsnivå

Y och F län är tämligen representativa för norra respektive södra Sverige. Om man med norra Sverige menar balansområde 1 och 2 (balansområden enligt SKA03), 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. Med korrektion för att Y och F län har förhållandevis något större granareal än genomsnittet i respektive landsända, 14,8 % av granarealen ligger i Y län och 11,6 % i F län, och för att den omförda arealen I Y län blev 49 % och inte 60 % beräknades effekten av att omföra 30 % och 60 % av hela Sveriges granskogsareal till björkskogar.

Under sista 10-årsperioden om 100 år när omföringen till björkskogar är helt genomförd uppskattas tillväxten bli 4–9 milj. m^3sk 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. m^3sk per år, och den årliga avverkningen med 1–4 milj. m^3sk. Minskningen av granavverkning uppskattades till mellan 2–5 milj. m^3sk per år beroende på intensiteten i överföringen av gran till björkskog.

Jämförelse med produktionsintensiva 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 SKA 03 blev dock liten). Följande metoder prövades:

0. SKA 03 referens
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 1 plus ökad kvalitet i allt föryngringsarbete.
3. Förädling fröplantage: Användning av förädlade plantor i 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).

Produktionsbortfallet av ökad björkareal för perioden 50–100 år om 3–8 % är av samma storleksordning som produktionsökningen av att intensifiera skogsföryngringen till nivån intensiv eller som effekten av att använda förädlade plantor. 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 gödslingsscenariot kompenserar tillväxtförlusten av ökad björkareal men är så omfattande att det knappast är praktiskt rimligt.

Tabell 5.
Förändrad bruttotillväxt (gallring + föryngringsavverkning) 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

DISKUSSION

Eftersom omföringen görs successivt under beräkningsperioden sker den sista omställningen från gran till björk först om 100 år och något tidigare har den först omförda arealerna börjat föryngringsavverkas. De stora effekterna kommer alltså först nästa 100-årsperiod men ett jämviktsläge med nya björkskogar i alla åldersklasser bör ha uppnåtts under sista 10-årsperioden runt 2100. Resultaten från den sista beräkningsperioden bör därför bäst visa de mycket långsiktiga konsekvenserna av att omföra granskogar till björkskogar.

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 100-årsperioden i grundscenariot. 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 100-årsperioden i grundscenariot SKA 03 än genom omfördelningen i till björkskog i de simulerade scenarierna. 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 i 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

INLEDNING

Efter stormen Gudrun i januari 2005 har en diskussion kring skogsbrukets metoder och strategier kommit igång, såväl inom som utom skogsbruket. Många har hävdat 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 då den senaste stormen, accelererande skador av rotröta och eventuellt förändrat klimat har medfört att både skogsbrukare och intresserad allmänhet har insett att beslut i skogsbruket måste ske med hänsyn till risk och osäkerhet. De långa tidshorisonterna 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 tidshorisonterna innebär också att skogen kommer att vara utsatt för en lång rad osäkra faktorer som insektsangrepp, storm, rotröta, 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 kalmark till slutavverkningsåldern (normalskog) men fastigheterna skiljer sig åt med avseende på trädslag, gallringsprogram och slutålder. Samtliga fastigheter omfattar 75 ha men dessa är fördelade på olika antal åldersklasser beroende på olika slutåldrar.

På den första fastigheten består skogen av granskog som sköts med tre gallringar. Kalmarker 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.

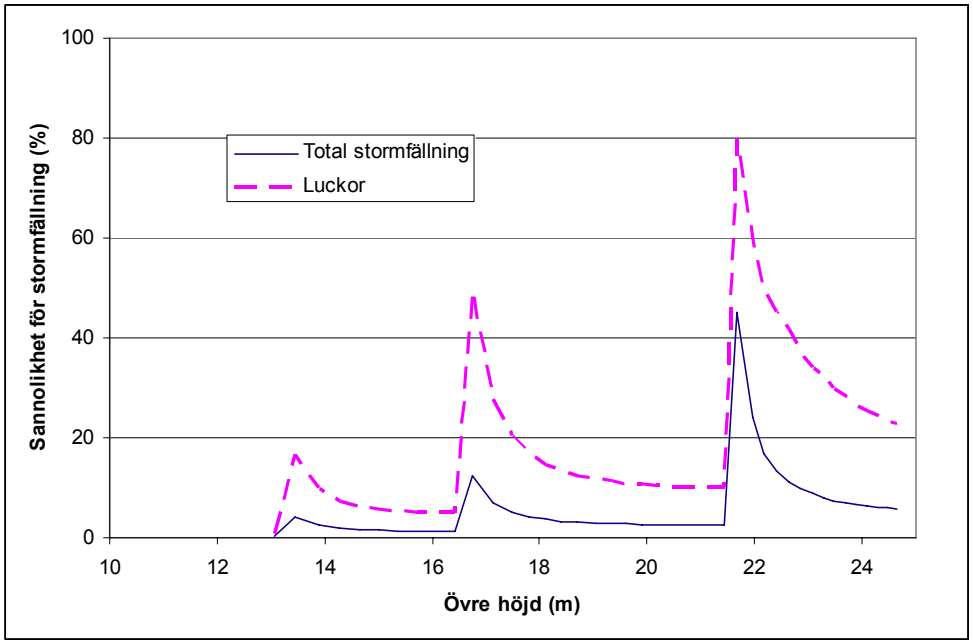
På fastighet nummer tre satsar man på blandskog av gran och björk. Plantering sker med 1 000 plantor per hektar efter inversmarkberedning med grävskopa och insekticidbehandling. Vid två röjningar försöker man spara de planterade granarna samt 1 500 utvecklingsbara björkar per hektar. Beståndsbehandlingen 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 föryngring 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 föryngras med naturlig föryngring 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 föryngringen lyckas på all mark. Kostnader och intäkter per hektar under en omloppstid för de olika fastigheterna redovisas i tabell 1.

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 3 gallringar		Gran 1 gallring		Blandskog		Björk	
	År	Netto	År	Netto	År	Netto	År	Netto
Föryngring	0	-10000	0	-7000	0	-6000	0	-1500
Röjning1	5	-1500	5	-1500	5	-1500	5	-1500
Röjning2	10	-1500	13	-2000	13	-2000	8	-2500
Brännvedsgallring			18	-500	18	-500	13	-500
Gallring1	34	4600	42	9700	33	2400	20	-1100
Gallring2	44	9000			43	7700	40	9400
Gallring3	61	16400			58	13600		
Slutavverkning	75	124800	65	106400	75	105900	60	56000
Kassaöverskott		1891		1617		1595		972
Nuvärde		26685		23340		23574		15206
Markvärde		29948		27343		26457		18314

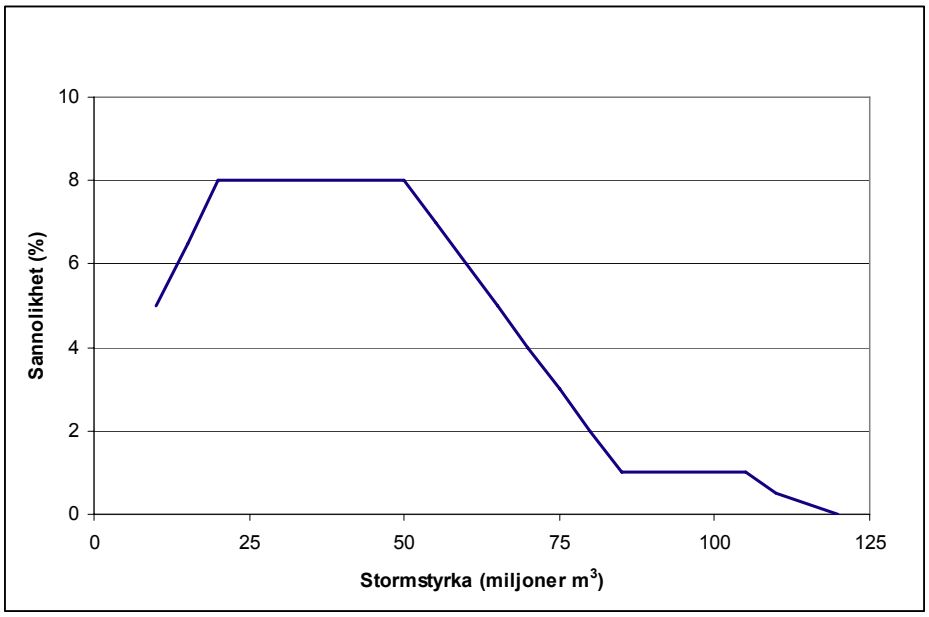
Risken för stormskador i ett bestånd beräknas från variablerna beståndshöjd och tid sedan senaste gallringsingrepp (figur 1). Risken för stormskador avser gran medan björk inte påverkas alls av storm. Vid beräkningen av stormskaderisken har funktioner som togs fram av Persson (1975) använts. Dessa funktioner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



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. m^3.

Vid simuleringarna används begreppen stormfrekvens och stormstyrka. Stormfrekvensen varierar mellan 0–20 %, där 20 % stormfrekvens motsvarar en storm vart 5:e år. Stromstyrkan mäts i antal m^3 nerblåst volym och varierar i simuleringen slumpmässigt med varierande sannolikhet mellan 10–120 milj. m^3 (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. m^3 vart 5:e år. Frekvensen av småstormar varieras 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.



Figur 2.
Sannolikhet för olika stormstyrkor (milj. m^3 stormfälld gran i Götaland).

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 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. m^3 blåser ner så att virkespriserna minskas med 30 %. Kostnaden för tillvaratagande av stormfällt 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 och olika skogsskötselåtgärder kan anges. DT beräknar också det ekonomiska utfallet av avverkningsåtgärder genom att ta hänsyn till avverkningskostnadens beroende av 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

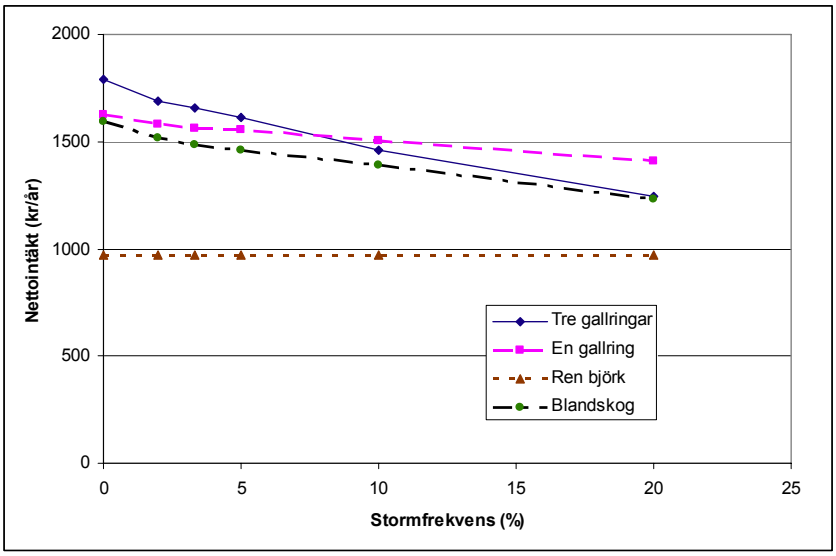
björkens medelproduktion har förutsatts vara 60 % av granens. För virkesvärde har en timmerandel av 50 % i slutavverkning och 20 % i andra gallringen förutsatts. Avverkningskostnader för björk har beräknats på samma sätt som för gran.

En tidshorisont av 10 000 år har simulerats och simuleringar av de fyra fastigheterna har gjorts med stormfrekvenserna 0, 2, 3,3, 5, 10 och 20 %. Vid simuleringarna har ett årligt netto från samtliga skogsvårds- och avverknings-åtgärder beräknats. Därefter har medelnetto för fastigheten under glidande 25-års perioder uträknats. Vi redovisar dels medelnettot för de fyra olika fastigheterna under 10 000 års perioden och dels frekvensfördelningen av 25-års medelnetton.

RESULTAT

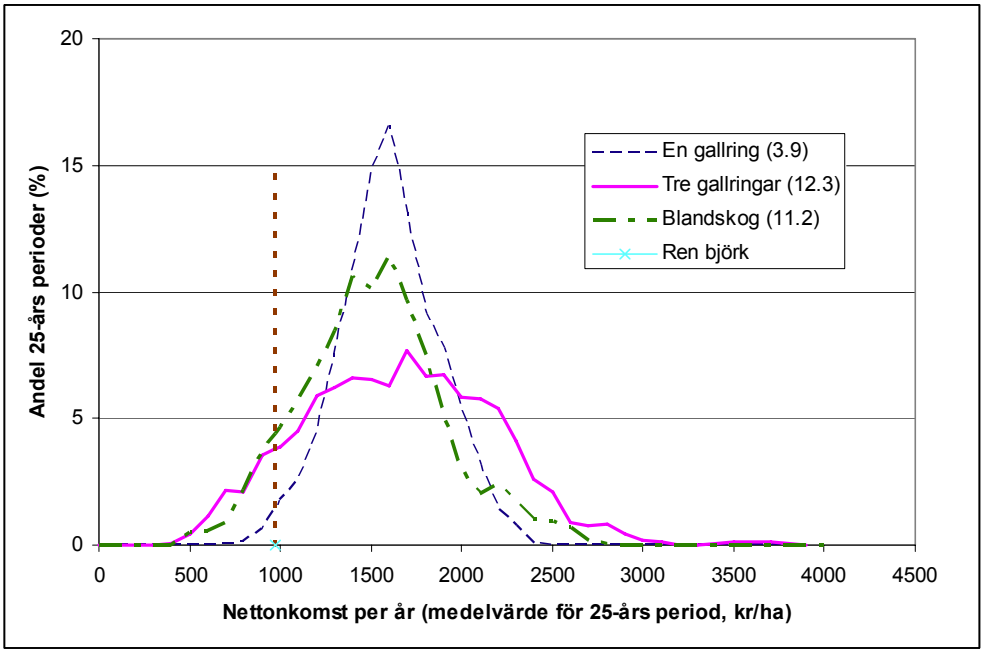
Om hänsyn inte tas till stormfällning så har alternativet med granskog som sköts med 3 gallringar högst kassaöverskott, nuvärde och markvärde (tabell 1). Alternativen med gran, en gallring och blandskog har likvärdiga ekonomiska resultat medan alternativet med ren björk är klart sämre än de övriga (tabell 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 netto-intäkten per år under 10 000-års perioden för gran och blandskogsalternativen men inte för björkalternativet eftersom björk inte påverkas av storm i simule-ringarna (figur 3). Alternativet med gran, 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, tre gallringar ungefär samma nettointäkt i medeltal. Alla tre alternativen med gran i rena bestånd eller i blandning med björk har betydligt högre medelårsnetto än det rena björkalternativet också vid höga stormfrekvenser (figur 3).

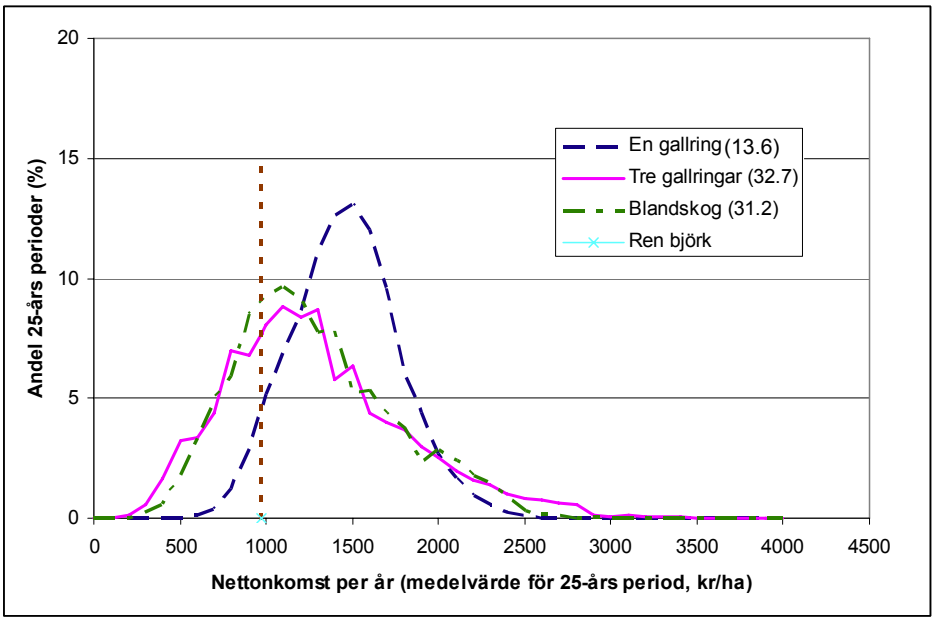


Figur 3.
Medelnettointäkt (kr/år) under en 10 000-års period för de fyra skötselalternativen vid varierande stormfrekvens.

I figur 4 och 5 redovisas den relativa frekvensen av 25-års perioder med olika medelnettoinkomster. Vid storm vart 20:e år (5 % stormfrekvens) så har 12,3 % av 25-årsperioderna 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 25-års perioder 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 utfall 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.



Figur 4.
Relativ andel (%) av 25-års perioder med olika medelnettoinkomst (kr/ha) för de fyra olika skötselalternativen vid en stormfrekvens av 5 %.



Figur 5.
Relativ andel (%) av 25-års perioder med olika medelnettoinkomst (kr/ha) för de fyra olika skötselalternativen vid en stormfrekvens av 20 %.

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 uppe avverkningarna med hjälp av den skog som inte blåst ner. För den enskilde skogsägaren är emellertid situationen annorlunda. Han är mer intresserad av risken för att just hans fastighet ska drabbas under en begränsad tidsperiod. Fördelningen av medelnetto under kortare tidsperioder för en specifik lokalisering blir då mera intressent. Vill han 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 de 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.

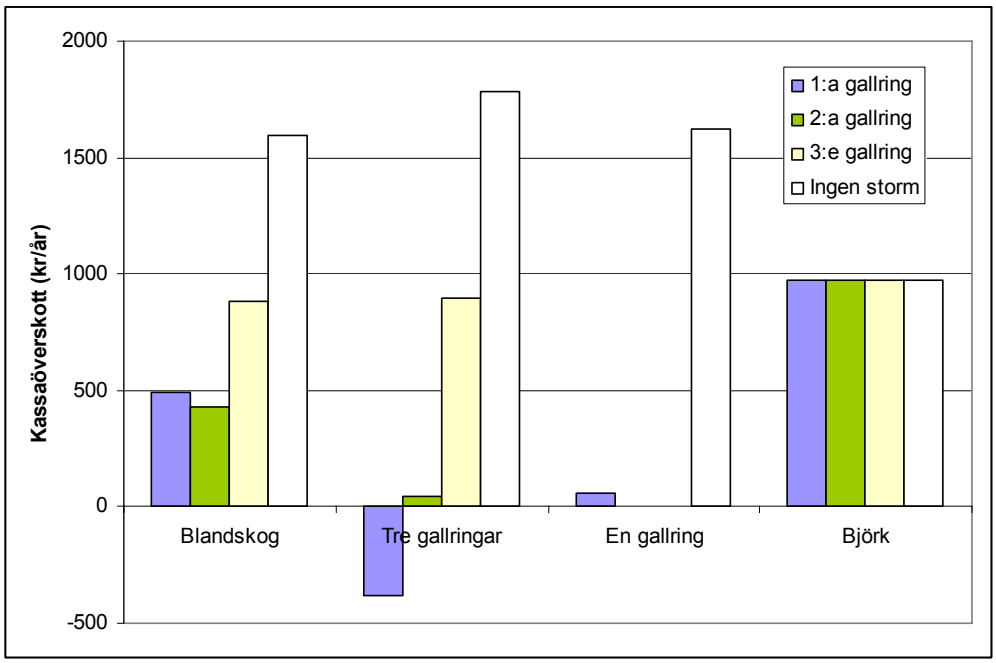
För den enskilde markägaren kan alternativet med kort omloppstid och en gallring vara ett bättre alternativ än de övriga. Även om medelinkomsten är lägre än tregallringsalternativet är också risken för riktigt låga inkomster under en ägarperiod lägre. Samtidigt innebär tregallringsalternativet en ökad sannolikhet för ett riktigt högt medelnetto under ägarperioden. Vilket val han gör är beroende på vilken riskprofil han vill ha för sitt skogsbruk. Det finns alltså här en möjlighet 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 men det beror 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 så är inte nerblåst skog helt värdelöst. Som figur 1 visar så 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 gran, 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.



Figur 6.
Kassaöverskott (kr/ha) för de fyra skötselalternativen vid stormfällning direkt efter 1:a gallring, 2:a gallring och tredje gallring. Dessutom visas kassaöverskottet för en omloppstid utan stormfällning.

Under arbetet med denna simuleringsövning har vi stött på en rad problem och 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 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 föryngringen av björk lyckas fullt ut på alla hyggen. Vi känner inte till någon undersökning av naturlig föryngring 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 föryngras 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 vilket 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 markägare 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 för 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 som 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

SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR

Syftet med studien är att jämföra granskogsbruk och björkskogsbruk vad gäller biodiversitet. Biodiversitet är ett brett koncept som i sin definition innefattar mångfalden av gener, arter och ekosystem. Denna studie innefattar 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 och dessa finns huvudsakligen bland organismer på död ved i sena förmultningsstadier. 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 framförallt 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 är 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), d.v.s. 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 habitaten i större sammanhängande områden medan för arter som är mer rörliga så är det bäst med många utspridda habitat. För kombinationen gran-björk betyder detta att de lättspridda arterna klarar sig bra i ett landskap med litet inslag av trädslagsrena bestånd och mycket blandskogar. Medan för de svårspridda arterna så är det fördelaktigt att ha större sammanhängande områden med stor dominans av ett trädslag.

Generellt kan man säga att få 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 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 där avstånden mellan habitaten ökar exponentiellt då habitatarealen understiger ca 20 % av landskapet (se t.ex. Angestam & Andrén 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 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 (kärlväxter, markfauna) som är beroende 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 försäkrar sig 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

BAKGRUND

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 nedan 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 kompenseras 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 bördig 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.

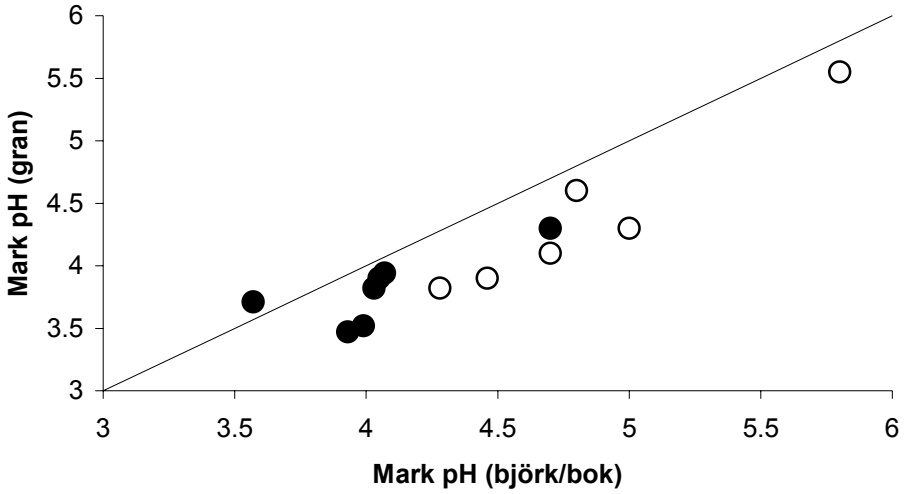
Från en undersökning av effekten av fem olika trädslag på åkermark vid Sävar, Västerbotten, hittades inga artspecifika skillnader vad gäller aciditet eller markens kolförråd. Dock var pH ca en halv enhet högre för björk och gran än för contorta och lärk (Alriksson & Eriksson, 1998).

Undersökningar på två skånska lokaler (Munkarp och Nyhem) visade att gran jämfört med både bok och björk gav en ökad markförsurning (Bergkvist & Folkeson, 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 resp. 55 år och björk 20–40 resp. 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 & Folkeson, 1995). Tillväxten skiljde sig betydligt mellan de undersökta björk- och granbestånden, grundytan var 53 resp. 42 m^2 ha^{-1} för granbestånden och 27 resp. 29 m^2 ha^{-1} 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 al. 2004). $pH_{(H_20)}$ 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 NIPHYS (Shulze, 2000) gjordes ett antal jämförelser mellan gran- och bokbestånd längs en europeisk nedfallsgradient. De parvisa jämförelserna mellan barr- och lövträd gjordes utifrån nedfalls kriterier och i bestånd med jämförbar ålder. För de undersökta bestånden var pH i markens översta 0–10 cm av mineraljorden generellt högre i bokskogslokalerna 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 mineraljordens översta skikt under lövträd tenderar att vara något högre än under motsvarande granbestånd.



Figur 1.
pH värden i mark (0-10 cm) i de jämförande undersökningarna som rapporterats i texten ovan, alla mätningar är gjorda i H_2O. 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).

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^{-1}) kan det dominerande trädslaget ha betydelse. I en jämförelse mellan gran och bok, kommer kvävenedfallet att vara högre i en granskog eftersom granen genom sin högre grönbiomassa och 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 & Folkeson, 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 flest undersökningar är gjorda i äldre skog vilket gör att kväveläckaget kan övervärderas. Under ett beståndslevnad 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 att 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 & Folkeson, 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 (32 resp. 28, gran resp. björk) 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 undersökningarna 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, exempelvis. gäller 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
(Översättning och sammanfattning av Högbom et al. (2002).

Trädslaget i den bäcknära zonen kan ha ett antal effekter på livet på i och omkring bäcken. Faktorer som: förna kvalité, ljus, temperatur och snö förhållanden 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 förna mängder och kvalité vara av avgörande betydelse för livet i bäcken.

För att studera vilken effekt trädslaget har på vattenkvalitén och art sammansättningen 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 bäcken röjdes alla tallar bort längs den ena bäcken, medan längs den andra röjdes alla lövträd bort. Mätningarna startade 1996 och behandlingen utfördes 1999. För ytterligare 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, 3) en ändrad förnasammansättning med procentuellt mer löv 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 (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

BAKGRUND

I detta kapitel diskuterar vi 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.

Gran (*Picea abies*) utnyttjas i liten omfattning som föda av stora växtätare. Undantaget är planterade granplantor, 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 (dovhjort?) betar gran men i det stora hela relativt lite. 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.).

Toppskottsbete och toppbrytning på björk är vanliga på vintern, men toppbrytning förekommer i ringa utsträckning på sommaren. Barkgnag 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 & Bergquist 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 mera av de omtyckta arterna desto lägre skadenivå; 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 ungskogsstadiet 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 ungskogar med björk i stället för gran som huvudträdslag. Huvudstammar kommer därför att utsättas mera för bete. Då björkarterna är medelprefererade arter kan vi också prognostisera att variationen i bete mellan olika bestånd kommer att vara stor.

I den mån äldre björkskogar kommer 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 huvudträdslag kommer att innebära större risk för skador orsakade av vilt, främst älg. Skadorna kommer att likna de på tall, förutom att barkgnag 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

Ahlén, I. & Tjernberg, M. 1992. Artfakta. Sveriges hotade och sällsynta vertebrater 1992. Databanken för hotade arter, Uppsala.

Akselsson, C., Westling, O., & Örlander, G. 2004. Regional mapping of nitrogen leaching from clearcuts in southern Sweden. Forest Ecology and Management 202: 235–243.

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.

Andreassen, K. & Öyen, B.-H. 2002. Economic consequences of three silvicultural methods in uneven-aged mature coastal spruce forests of central Norway. Forestry 75(4): 483–488.

Andreassen, K. 1994. Utvikling og produksjon i bledningsskog. Medd. Skogforsk 47(5): 1–37.

Angelstam, P. & Andrén, H. 1993. hur mycket är nog. Skog & Forskning 171993: 14–19.

Angelstam, P. 2003. Reconciling the linkages of land management with natural disturbance regimes to maintain forest biodiversity in Europe. In: Bissonette, J. A. and Storch, I. (eds). Landscape ecology and resource management: linking theory with practice. Island Press, Covelo CA and Washington, D.C., pp. 193–226.

Angelstam, P. 2005. Sustainability of forests and woodlands: the need to match ecological and management dimensions at the landscape level. Visnyk Lviv University, Ser. Geogr. 32: 5–21.

Anon, 2004. Skogsdata 2004. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema Föryngring.

Anonymus 1991. Databanken för hotade arter & Naturvårdsverket. Hotade växter i Sverige 1990. SBT, Lund.

Anonymus. 2001. Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitikens effekter – SUS 2001. Meddelande 2002:01.

Appelqvist, T. 2005. Naturvårdsbiologisk forskning. Underlag för områdesskydd i landskapet. Rapport nr. 5452 Naturvårdsverket, 154 s.

Barg, A.K., & Edmonds, R.L. 1999. Influence of partial cutting on site microclimate, soil nitrogen dynamics, and microbial biomass in Douglas-fir stands in western Washington. Can J Forest Res 29: 705–713.

Bell, G. 2001. Neutral macroecology, Science 293: 2413–2417.

Berdén, M., Nilsson, S.I., & Nyman, P. 1997. Ion leaching before and after clear-cutting in a Norway spruce stand – effects of long-term application of ammonium nitrate and superphosphate. Water Air Soil Pollut 93: 1–26.

Berg, Å., Ehnström, B., Gustafsson, L., Hallingbäck, T., Jonsell, M. & Weslien, J. 1995. Threat factors, distribution and habitat associations in relation to threat levels of red-listed species in Swedish forests. Conservation biology 9: 1629–1633.

Bergkvist, 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

Bergstrand K.-G., Lindman, J. & Petré E. 1986. Underlag för prestationsmål för motormanuell röjning. Forskningsstiftelsen skogsarbeten. Redogörelse 7. 21 pp.

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 northwestern 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.

Brunberg, T. 2004. Underlag till produktionsnormer för skotare. Skogforsk. Redogörelse nr 3 2004.

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 contenet analyses. – Swedish Wildlife Research 11(4):169-247.

Chrimes, D. & Lundqvist, L. 2004. Simulated volume increment of managed uneven-aged *Picea abies* stands in central Sweden. Silvestria 304 (doktorsavhandling).

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.

Ehnström, B. Gärdenfors, U. & Lindelöw, Å. 1993. Rödlistade evertebrater i Sverige 1993. Databanken för hotade arter, Uppsala.

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.

Elfving, B. & Nysröm, K. 1996. Yield capacity of planted *Picea abies* in Northern Sweden. Scand. J. For. Res. 11: 38–49.

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.

Farhrig, l. 2002. Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: a synthesis. Ecological applications 12: 346–353.

Feller, M.C., Lehmann, R., & Olanski, P. 2000. Influence of forest harvesting intensity on nutrient leaching through soil in southwestern British Columbia. Journal of Sustainable Forestry 10: 241–247.

Fjeld, D. & Granhus, A. 1998. Injuries after selection harvesting in multi-stored spruce stands. J. For. Engeneering 9(2): 33–40.

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 skogsskötsel 1998–8. Institutionen för skogsskötsel, Umeå.

Granhus, A. & Fjeld, D. 2001. Spatial distribution of injuries to Norway spruce advance growth after selection harvesting. Can. J. For. Res. 31: 1903–1913.

Grip, H. 1982. Water chemistry and runoff in forest streams at Kloten. Water chemistry and runoff in forest streams at Kloten. Department of Physical Geography, Uppsala University, UNGI Report nr 58, 144 s.

Gustafsson, L. & Ahlén, I. 1996. Geography of plants and animals. National atlas of Sweden. SNA publishing Stockholm, 160 s.

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.

Hagner, M. 2004. Naturkultur – Ekonomiskt skogsbruk kännetecknat av befriande gallring och berikande plantering. Mats Hagners bokförlag, Umeå.

Hanewinkel, M. 2002. Comparative economic investigations of even-aged and uneven-aged silvicultural systems: a critical analysis of different methods. Forestry 75(4): 473–481.

Hansson, O. 2002. Fortsatt gran eller självföryngrad björk efter stormfällning? – En ekonomisk analys. Institutionen för sydsvensk 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.

Hope, G.D., Prescott, C.E., & Blevins, L.L. 2003. Responses of available soil nitrogen and litter decomposition to openings of different sizes in dry interior Douglas-fir forests in British Columbia. Forest Ecology and Management 186: 33–46.

http://pm.knows.it/ Adress till kalkylprogram:

Hubbel, S. P. 2001. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton University Press, Princeton, NJ, US. 374 s.

Huggard, D. J., Klenner, W. & Vyse, A. 1999. Windthrow following four harvest treatments in an Engelmann spruce – subalpine fir forest in southern interior British Columbia, Canada. Can. J. For. Res. 29: 1547–1556.

Hunter, M.L. (ed.) Maintaining biodiversity in forest ecosystems. Cambridge University Press.

Hånell, B. & Ottosson-Lövenius, M. 1994. Windthrow after shelterwood cutting in *Picea abies* peatland forests. Scand. J. For. Res. 9: 261–269.

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 om 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 universtatis 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 pubescence* on Former Farmland in Southern and Central Sweden.

Karlsson, M. 2001. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden. Doktorsavhandling, Silvestria 196.

Karlsson, M., & Nilsson, U. 2005. The effects of scarification and shelterwood treatments on naturally regenerated seedlings in southern Sweden. Forest Ecology and Management 205: 183–197.

kronhjorten? – Svensk Jakt 11:62-63

Kullberg, Y. and R. Bergström. 2001. Winter browsing by large herbivores on deciduous

Larsen, B. 2005. Naturnaer skovdrift. Dansk Skovbrugs Tidsskrift 1–2. 400 s.

Lavsund, S. 1976. Kronhjortens, Cervus elaphus L., ekologi I områden med nyetablerade populationer I Syd- och Mellansverige. – Institutionen 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.

Lexeröd, N. 2004. Er prognosene for naturkultur realistiske? Samsvarer de med norske erfaringer og forskningsresultater? I: Woxholt, S. (red.): Kontaktkonferense for skogbruk og skogforskning. Aktuellt fra skogforskningen 7/04: 10–14.

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.

Lindenmeyer, D.B. & Franklin, J.F. 2002. Conserving forest diversity. A comprehensive multiscaled approach. Island Press, Washington, Covelo, London. 351 s.

Lortie J., Brooker, R.W., Choler, P.Kikvidze, Z. Michalet, R., Pugnaire, F.J. & Callaway, R.M. 2004. Rethinking plant community theory. Oikos107:433–438.

Lundin, L. 1999. Effects on hydrology and surface water chemistry of regeneration cuttings in peatland forests. International Peat Journal 9: 118–126.

Lundkvist, L. 2005. Blädningsskogsbruk. Institutionen för skogsskötsel. Rapporter 61. SLU. Umeå.

Lundqvist, L. 1989. Blädning i granskog. SLU, institutionen för skogsskötsel. Doktorsavhandling.

Lundqvist, L. 2005. Blädningsbruk. – Institutionen för skogsskötsel, SLU, Rapporter 61.

Lundqvist, L., Chrimes, D., Elfving, B. Mörling, T. & Valinger, E. 2006. Stand development in partially harvested uneven-aged *Picea abies* forests in boreal Sweden. Manuskript under publicering.

Lähde, E., Laiho, O., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 2002. Development of Norway spruce dominated stands after single-tree selection and low thinning. Can. J For. Res. 32: 1577–1584.

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.

MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Priceton University Press. Princeton.

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.

McGill, B.J. 2003. A test of the unified neutral theory of biodiversity. Nature 422: 881–885.

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.

Nee, S. & Stone, G. 2003 The end of the beginning for neutral theory. Trends Ecol. & Evol. 18: 433–434.

Nilsen, P. & Öyen, B-H. 2004. 30 års erfaring med fjellskogshogst – forsvarlig produksjon uten traer? I: Woxholt, S. (red.): Kontaktkonferense for skogbruk og skogforskning. Aktuellt fra skogforskningen 7/04: 15–18.

Nilsson, U., Örlander, G. & Karlsson, M. 2000. Naturlig föryngring av tall och anläggning av blandskog – Försöksbeskrivning, – Preliminär redovisning av resultat. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Arbetsrapport 23, 18 s.

Nitare, J. Ringagård, J., Sollander, E., Svensson, S.A., Thuresson, T. & Wallin, B. 2004. Kontinuitetsskogar – en förstudie. Medd. 1/2004, Skogstyrelsen, Jönköping.

Nohrstedt, H.-Ö. 1993. Den svenska skogens kvävestatus. Skogforsk Redogörelse nr 8, 40 s.

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*). Communicationes 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.

Pers com, Ulf Johansson, föreståndare Tönnerjöhedens 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. 1997. Effects of clearcutting and alternative silvicultural systems on rates of decomposition and nitrogen mineralization in a coastal montane coniferous forest. Forest Ecology and Management 95: 253–260.

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.

Ring, E. 1996. Effects of previous N fertilizations on soil-water pH and N concentrations after clear-felling and soil scarification at a Pinus sylvestris site. Scandinavian Journal of Forest Research 11: 7–16.

Ring, E. 2001. Nitrogen in soil water at five nitrogen-enriched forest sites in Sweden. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Agraria 267: 36 s.

Ring, E., Bergholm, J., Olsson, B.A., & Jansson, G. 2003. Urea fertilizations of a Norway spruce stand: effects on nitrogen in soil water and field-layer vegetation after final felling. Can J Forest Res 33: 375–384.

Ring, E., Högbom, L., & Nohrstedt, H.-Ö. 2001. Effects of brash removal after clear felling on soil and soil-solution chemistry and field-layer biomass in an experimental nitrogen gradient. In Optimizing nitrogen management in food and energy production and environmental protection: Proceedings of the 2nd International Nitrogen Conference on Science and Policy. Anonymous, TheScientificWorld, 1(S2): 457–466.

Risberg, L. 2003. Goliatmusseronen (*Tricholoma matsutake*) – kräver den en kontinuitet av träd? Examensarbete, Inst. f skoglig mykologi och patologi, SLU, Uppsala, 31 s.

Rolstad, J. & Gjerde, I. 2003. Skoglevende organismers spredingsevne – en litteraturgjennomgang. Aktuellt fra Skogforsk 1/2003, 40 s.

Rosén, K., Aronson, J.-A., & Eriksson, H.M. 1996. Effects of clear-cutting on streamwater quality in forest catchments in central Sweden. Forest Ecology and Management 83: 237–244.

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 avverknings-potential 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.

Rothe, A., & Mellert, K.H. 2004. Effects of forest management on nitrate concentrations in seepage water of forests in southern Bavaria, Germany. Water Air Soil Pollut 156: 337–355.

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.

Schütz, J.-P. 2001. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. For. Ecol. Manage. 151: 87–94.

seedlings in southern Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 16:371-378.

Sikström, U. & Pettersson, F. 2005. Föryngring av gran under högskärm. Skogforsk, Arbetsrapport nr 589.

Sikström, U. 1997. Avgång i skärmen och plantetablering vid föryngring av gran under högskärm. Skogforsk, Arbetsrapport nr 369.

Skogsdata 1988, 2003. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. ISSN 0280–0543.

Skogsdata. 2004. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från riksskogstaxeringen. Tema: Föryngringar. Institutionen 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 kontinuitets-skogsbruk”. Direktiv, Diarienr. 417/03 3.39. Skogsstyrelsen. Jönköping.

Skov- og Naturstyrelsen. 2005. Handlingsplan for naturnær skovdrift i statsskovene Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen. ISBN: 87-7279-602-2.

Smolander, A., Loponen, 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.

Staaf, H., & Olsson, B.A. 1994. Effects of slash removal and stump harvesting on soil water chemistry in a clearcutting in SW Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 9: 305–310.

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.

Thor, M., Ståhl, G. & Stenlid, J. 2005. Modelling root rot incidence in Sweden using tree, site and stand variables. Scand. J. For. Res. 20: 165–176.

Weis, W., Huber, C., & Göttlein, A. 2001. Regeneration of mature Norway spruce stands: early effects of selective cutting and clear cutting on seepage water quality and soil fertility. TheScientificWorld 1: 493–499.

Wiklander, G. 1983. Loss of nitrogen by leaching from fertile forest soils in southern Sweden (In Swedish with English summary). Journal of the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry 122: 311–317.

Wiklander, G., Nordlander, G., & Andersson, R. 1991. Leaching of nitrogen from a forest catchment at Söderåsen in southern Sweden. Water Air Soil Pollut 55: 263–282.

Wikström, P. 2000. A solution method for uneven-aged management applied to Norway spruce. For. Sci. 46(3): 452–463.

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/

Zingg, A., Erni, V. & Mohr, C. 1997. Selection forests – a concept for sustainable use: 90 years of experience of growth and yield research in selection forestry in Switzerland. Proceedings from an IUFRO meeting in sept.-97 in Corvallis, Oregon USA, s. 415–435.

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.

Örlander, G., Langvall, O., Petersson, P., & Westling, O. 1997. Arealförluster av näringsämnen efter ristäkt och markberedning på sydsvenska hyggen. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Swedish University of Agricultural Sciences, Arbetsrapport nr 15, 15 s.

Del 2.
Skogindustrin och samhället

Lars Lönnstedt

Strategiska skogsbruksval – analys av ekonomiska konsekvenser

SAMMANFATTNING

Syftet med föreliggande rapport är att visa effekterna på förädlingsvärde, exportvärde och sysselsättning av ändrade skogsbruksstrategier (ökad tillväxt på skogsmarken, oförändrad tillväxt resp. minskad produktion som en följd av kontinuitetsskogsbruk på granmarker). Syftet uppnås genom exemplifiering på fyra anläggningar, två mekaniska massabruk (Hylte Bruk och Ortviken) och två sågverk (Mönsterås och Sikås). Avsikten med dessa fallbeskrivningar är att visa vad förändrade skogsbruksstrategier innebär för enskilda anläggningar och för närområdena. Baserad på nationalräkenskaperna för skogsindustrin och en kalkylmodell illustreras effekterna av förändrade skogsbruksstrategier för skogsindustrin och därmed också för Sverige.

Studierna av de fyra företagen visar på påtagliga negativa resultateffekter om kontinuitetsskogsbruk på granmark införs. Detta gäller i synnerhet för sågverken. Förklaringen är att ju större andel av kostnaderna som vedråvaran utgör av de totala kostnaderna desto känsligare är det ekonomiska resultatet för förändringar av avverknings- och transportkostnader. Även råvarutillgången är viktig, speciellt gäller detta för sågverken som saknar alternativ. Många sågverk kommer att tvingas upphöra med sin produktion om tillgången på granved minskar. Massabruken klarar sig bättre, åtminstone på kort sikt. På lång sikt kan även här nedläggningar komma att ske.

Huruvida björk som virkesråvara är ett intressant alternativ eller inte beror på produktionsinriktning och konkurrensförutsättningar. I inget av de fall som studerats är björk ett alternativ. Med tanke på den svenska produktionsstrukturen för sågverk och massabruk skulle plantering av björk på granmarkerna innebära mycket omfattande nedläggningar och få påtagliga samhällsekonomiska effekter.

En ökning av virkesproduktionen är mer eller mindre en förutsättning för bibehållen konkurrenskraft. En fortlöpande ökning av produktionen sker genom s.k. vardagsrationaliseringar vilka möjliggör produktivitetsförbättringar. Detta innebär många gånger ökad produktion vilket i sin tur successivt medför en ökad förbrukning av virkesråvara.

En förändring av skogsbruksstrategi har ur ett samhällsekonomiskt perspektiv påtagliga effekter på förädlingsvärde, exportvärde och sysselsättning för sågverken och massaindustrin. Effekterna är mest påtagliga för sågverken eftersom råvaran utgör en betydande del av sågverkens produktionskostnader, en omfattande andel av sågverkens produktion exporteras och sågverken är mer sysselsättningsintensiva än massaindustrin. Påverkan på förädlingsvärde, exportvärde och sysselsättning blir än mer påtagliga om man beaktar effekterna på efterföljande led i vidareförädlingskedjan.

INLEDNING

På uppdrag av LRF Skogsägarna och Skogsindustrierna har Skogforsk/SLU gjort en utredning av konsekvenser av ändrade skogsbrukssystem i Sverige. Utredningen har studerat effekter av två alternativ till trakthyggesbruk[1] med gran. De är:

- Kontinuitetsskogsbruk[2] för gran.
- Bruk av självföryngrad björk på granmarker.

Bland möjliga konsekvenser finns ökade kostnader för skogsindustrins råvaruanskaffning och minskade råvaruvolymer. Detta kommer troligen leda till att produktionen vid befintliga anläggningar minskar samt att massabruk och sågverk läggs ned. Några direkta konsekvenser blir minskat förädlingsvärde, minskade exportintäkter och förlorade arbetstillfällen. Indirekta effekter kommer också att uppträda genom att leverantörer, åkerier, servicesektorn m.fl. kommer att påverkas.

I den nämnda utredningen ingår även att studera effekter av olika produktionshöjande åtgärder i skogsbruket. Detta kommer att ge möjlighet för en fortsatt expansion av svensk skogsindustri vilket i regel är en nödvändighet för bibehållen och förbättrad konkurrenskraft.

Jag har blivit ombedd att redovisa konsekvenserna av dessa skogsbruksstrategier på:

- Lönsamhet
- Förädlingsvärde
- Exportvärde
- Sysselsättning.

Med förädlingsvärde avses intäkter minus kostnader för insatsvaror och avskrivningar plus finansiella intäkter. En alternativ beräkning av förädlingsvärde är lönekostnader plus räntekostnader, skatt och nettovinst.

---

[1] *Trakthyggesbruk* definieras som en metod där huvuddelen av träden är likåldriga under större delen av omloppstiden. Föryngring sker huvudsakligen genom skogsodling med bästa tillgängliga material. Beståndet sköts med normal röjning och gallring samt slutavverkning. (Bo Karlsson, 2005, Strategiska skogsbruksval, Skogforsk).

[2] *Kontinuitetsskogsbruk* definieras som en skogbruksmetod (med gran som huvudträdslag) som bedrivs i flerskiktade, olikåldriga bestånd vilka aldrig kalavverkas. Virkesuttag görs i form av avverkning bland de grövre träden vid varje avverkningstillfälle. (op.cit.)

Följande riktlinjer gäller för projektet:

- De ekonomiska effekterna av tre alternativa skogsbruksstrategier ska analyseras
  - Öka tillväxt och ökade avverkningar på all skogsmark (ca 20 % om 100 år)
  - Kontinuitetsskogsbruk används på granmarker (ca 40 % av skogsarealen, drygt 40 % av volymproduktionen)
  - Björk ersätter gran.

  Som referens gäller den nuvarande skogsbruksstrategin.
- Beräkningarna ska avse hela landet med en exemplifiering av effekterna på enskilda anläggningar.

Analysen ska beakta effekterna av ökade kostnaden för virkesråvara och transporter samt av förändrad tillgång på rundvirkesvolymer och effekterna på produktionen, lönsamheten och därmed även på förädlingsvärde, exportvärde och sysselsättning. Vi har beräknat att priset på granvirke vid bilväg kan komma att öka med ca 35 % om kontinuitetsskogsbruk införs (se del 1 av denna rapport), detta för att kompensera den lägre lönsamheten i skogen. Ökningen av transportkostnaderna förklaras också av minskad virkesproduktion. Vid oförändrad industriproduktion måste således företagen skaffa den önskade volymen genom att öka sitt fångstområde. I fallbeskrivningarna utgår vi från företagens faktiska ekonomi d.v.s. från intäkts- och kostnadsstrukturen samt produktion och råvaruförbrukning:

- Faktorkostnader (råvarukostnaden, kostnaden för virkesråvara, är viktigast) (SEK/ton eller m^3 sågad vara)
- Lönekostnad (SEK/ton eller m^3)
- Övriga kostnader (SEK/ton eller m^3)
- Avskrivningar (SEK/ton eller m^3)
- Finansiella intäkter och kostnader (SEK/ton eller m^3)
- Produktion (ton alt. m^3)
- Total råvaruåtgång (m^3fub)
- Råvaruåtgång per ton massa eller m^3 sågat (m^3fub/ton resp. m^3)
- Trädslagsblandning (% eller m^3fub)
- Antal sysselsatta (1).

Kostnaden för virkesråvara behöver fördelas på avverknings-, transport-, hanterings- och övriga kostnader. Det krävs vidare information om medeltransportavstånd och radie för anläggningarnas fångstområden. Denna information kommer att användas för att med hjälp av en transportkostnadsmodell som Skogforsk utvecklat beräkna effekterna på transportkostnaderna (se bilaga 1).

Fallbeskrivningarna skulle inte ha kommit till stånd utan omfattande hjälp från Leif Wästerlund och Lars Norlander, Hylte Bruk; Peter Nilsson, Carina Olsson och Hans-Olof Elmqvist, Mönsterås såg; Tommy Sundin och Sven-Olof Jonsson, Ortviken samt Björn Skogh, Sven-Gösta Jakobsson och Sören Staaf, Sikås.

Rapporteringen kommer att ske i aggregerad form, d.v.s. enskilda kostnadskomponenter kommer inte att redovisas. Detta är nödvändigt för att jag ska få tillgång till den konfidentiella informationen.

Beräkning av effekterna av förändrade skogsbruksstrategier för förädlings- och exportvärde samt sysselsättning kommer att baseras på de uppgifter som finns i nationalräkenskaperna om skogsindustrin. Data kommer framför allt att hämtas från Skogsstatistisk årsbok. En kalkylmodell kommer att utvecklas i Excel som gör det möjligt att ändra förutsättningarna beträffande virkestillgång och kostnaderna för virkesråvara. En fördelning sker på trädslagen tall, gran och björk. Beräkningarna bygger på den nuvarande industristrukturen. Flödet av biprodukter från sågverken till massabruken beaktas liksom importen av virkesråvara. En beskrivning av kalkylmodellen återfinns i bilaga 2.

Vidare har data inskaffats från SCB:s företags- och anläggningsregister (bilaga 3). Det material som vi beställt från SCB omfattar för år 2002, senast tillgängliga året vid beställningen, samtliga företag och anläggningar som är registrerade med SNI-koderna: 20101 Sågning, 20102 Hyvling av trä, träimpregnering, 21111 Tillverkning av mekanisk massa eller halvkemisk massa, 21112 Tillverkning av sulfatmassa samt 21113 Tillverkning av sulfitmassa.

Avsikten med detta material är bl.a. att fördela anläggningarna beroende på lönsamheten. Detta ger möjligheter att illustrera vad som händer med lönsamheten om råvarukostnaden förändras. Detta ger en indikation om vilka förändringar i produktionsstrukturen som kan komma att ske.

Jag vill slutligen framhålla att skogsbruk kännetecknas för sin långsiktighet och de tröga, långsamma mekanismerna vilket innebär att det tar lång tid innan effekten blir påtaglig. I redovisningen jämförs en aktuell situation med vad som skulle gälla om omställningen gick snabbt. De beräkningar som presenteras ska därför ses som kalkylexempel. Jag har avstått från att spekulera i vilka förändringar som kommer att ske av den skogsindustriella strukturen under de kommande hundra åren. Strukturen kommer med säkerhet att skilja sig från dagens. En spekulation om utseendet på den framtida strukturen skulle ge många olika alternativ. Osäkerheten om vilket som skulle gälla blir mycket stor. Jag har i stället valt att utgå från dagens skogsindustriella struktur. Det är min övertygelse att vi även om hundra år kommer att ha en ”fiberbaserad näring” troligen med betydligt högre förädlingsvärden än de som redovisas i det följande. Omställningen skulle, om den kom till stånd, ske successivt och mycket kan hinna hända på vägen.

FYRA FALL

Inledning

Eftersom underlaget till detta avsnitt är strikt konfidentiellt har det endast kommit mig själv till del. De ekonomiska uppgifter som presenteras är därför avrundade eller justerade så att inga företagshemligheter ska avslöjas. Jag har vidare på plats eller över telefon diskuterat vad en ändring av skogsbruksstrategierna skulle komma att innebära.

Eftersom de studerade anläggningarna utgör resultatenheter eller delar inom företag fördelas inte tillgångar, eget kapital och skulder på enheterna. Jag har därför inte kunnat räkna ut traditionella lönsamhetstal såsom avkastning på eget eller totalt kapital. Jag har i stället valt att beräkna resultatmarginalen såsom enhetens resultat relaterat till bruttoomsättningen, som visar ”förtjänsten” per omsatt krona. Eftersom intresset är fokuserat på de långsiktiga effekterna har jag valt att arbeta med resultatet efter avskrivningar men före skatter. Av samma skäl som redovisas ovan framgår oftast inte finansiella intäkter och kostnader varför inte heller dessa ingår i resultatet. Om resultatmarginalen relateras till kapitalets omsättning (omsättning i förhållande till totala tillgångar) erhålls avkastningen på totalt kapital.

Ortviken

Ortviken är ett massa- och pappersbruk inom SCA-koncernen. Ortviken producerar tidnings- och LWC-papper (Lightweight coated paper). Totalproduktionen under 2005 uppskattas till ca 800 000 ton varav ca 450 000 ton LWC-papper och ca 350 000 ton tidningspapper. Produktionen av LWC-papper går till 94 % på export jämfört med ca 74 % av tidningspappersproduktionen. Antalet anställda uppgick till 876.

LWC-papper är baserat på TMP-massa, sulfatmassa, fyllmedel samt bestrykning. Sulfatmassan som används i Ortviken kommer från Östrand och produceras från framför allt tall. Ortviken använder normalt endast rundvirke av granved. Skälet är att produktion baserad på t.ex. flis med nuvarande processer skulle ge en sämre produktkvalitet till ett högre pris. Totalt förbrukas vid Ortviken ca 1,3 milj. m^3fub granmassaved.

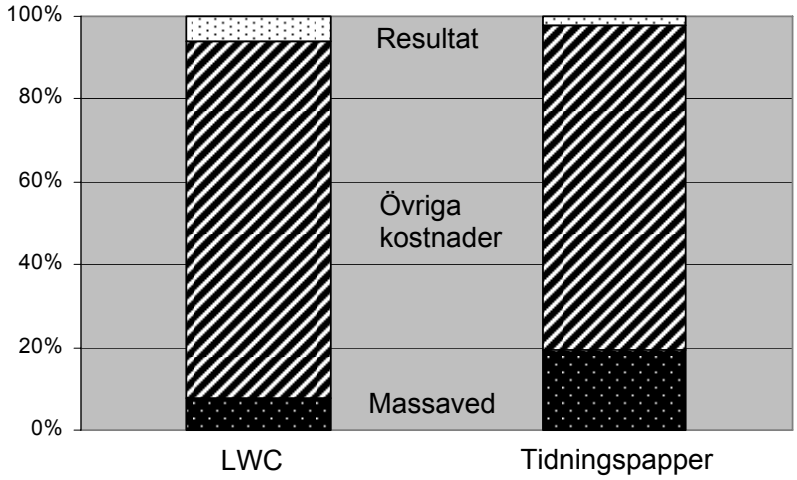
Ortvikens kostnader för granmassaved kan uppskattas till 350–450 SEK/-m^3fub. Avverkningskostnaden utgör 20–30 % av denna kostnad och transportkostnaden från avlägg till industri 15–25 %.

Ortviken virkesförsörjning av granmassaved sker genom leveranser från

1. tre egna skogsförvaltningar med varierande kostnader framför allt beroende på olika transportavstånd,
2. andra leverantörer med olika kostnader beroende på priset vid bilväg, provisioner och transportavstånd eller
3. rotposter (träköp) från privata skogsägare.

Import är en fjärde möjlighet vilken f.n. inte används av Ortviken p.g.a. kvalitetsskäl. Kvalitetskrav gör att endast frisk, färsk granmassaved används. Under sommaren är kravet på färskhet tre veckor. Det är inte lönsamt att använda returpapper.

Eftersom produktionen av LWC-papper innebär inblandning av kemikalier och bestrykning av lera utgör kostnaderna för massaved en mindre andel av totalkostnaden än för produktion av tidningspapper. Detta innebär att LWC-papper är mindre känslig för förändringar i virkeskostnaden än vad tidningspapper är (figur 1). Intäkten per ton producerad LWC uppgår till ca 6 000 SEK och per ton tidningspapper till 4 300–4 400 SEK.



Figur 1.
Kostnadsstruktur för LWC-papper resp. tidningspapper 2005.

Vad händer för Ortvikens del om …

… kontinuitetsskogsbruk införs?

Det bedöms inte ekonomiskt möjligt, med tanke på de höga fasta kostnaderna, att minska produktionsvolymen vid Ortviken. Det är motsatsen som gäller, d.v.s. en fortlöpande ökning av produktionsvolymen är nödvändig för att upprätthålla konkurrenskraften.

Om tillgången på granmassaved, till följd av införandet av ett kontinuitetsskogsbruk, minskar inom Ortvikens fångstområde skulle man troligen i första hand försöka kompensera detta genom att öka de externa leveranserna. Detta innebär att konkurrensen om virket ökar inom området. Ökande marginalleveranser från egna skogar av klenved kommer säkerligen också att bli aktuella.

Om jag antar att priset vid bilväg för massaved och transportkostnaderna från bilväg till vedgården ökar med 35 % resp. ca 7 % blir effekten på resultatmarginalerna påtagliga. Marginalen för LWC-papper blir några procent medan det för tidningspapperets del innebär att resultatmarginalen blir negativt. Med tanke på

tidningspapperets låga förädlingsgrad är det naturligt att det ekonomiska resultatet vid produktion av tidningspapper påverkas mer än resultatet vid produktion av LWC-papper av kostnadsförändringen. I framtiden förväntas LWC-papper komma att tillverkas i konkurrerande länder med inblandning av billigare fiber än den nordiska varför inte heller LWC-papper kommer att tåla kostnadshöjningar.

Betalningsförmågan hos ett bruk av Ortvikens typ är avsevärd. Snarare än att minska produktionen skulle man börja använda sågtimmer av lägre kvalitet. Detta kan ske genom minskad försäljning av sågtimmer och/eller minskade byten. Om det trots detta blev akut brist på rundvirke skulle någon av Ortvikens fyra pappersmaskiner stängas av. Detta skulle på sikt innebära nedläggning av bruket.

Medeltransportavståndet för rundvirke till Ortviken är i dag 150 km. Detta innebär, enligt en transportkalkyleringsmodell från Skogforsk, att transportkostnaden per m^3fub är 79 SEK. Vid en utvidgning av fångstområdet med 20 % kommer medeltransportavståndet att öka med 14 km till 164 km, vilket, enligt transportkostnadskalkylen, innebär en kostnadsökning med ca 7 % till 84 per m^3fub. Ortviken transporterar årligen 1,2 milj. m^3fub vilken innebär, vid oförändrad virkesanskaffningsstrategi, att bruket kommer att belastas med en årlig kostnadsökning om ca 8 milj. SEK. Detta innebär att resultatmarginalen minskar med ca 4 procentenheter. (Martin Ekstrand, Skogforsk.)

En annan effekt av minskad virkesproduktion till följd av införandet av kontinuitetsskogsbruk blir troligen ändrade virkesflöden inom SCA. Ortviken skulle förmodligen börja använda sågverksflis. En följd av detta blir att Östrands användning av flis måste minskas vilket skulle kompenseras genom ökad import av framför allt gran men även av tall. Det är vidare troligt att Ortvikens användning av sulfatmassa skulle öka liksom blekningen, det senare för att bibehålla kvaliteten hos produkterna. Detta skulle kräva investeringar om ett par hundra miljoner SEK.

… andelen björk ökar på granens bekostnad?

Ortviken kan inte använda lövfiber utan behöver barrfibrer, helst av gran. Östrands sulfatfabrik kan inte konkurrera med massa baserad på eukalyptus. SCA använder över huvud taget lite björk. En ökad produktion av björk på bekostnad av gran skulle utgöra ett mycket allvarligt hot mot flertalet av SCA:s produktionsanläggningar.

… skogsproduktionen ökar?

En ökning av skogsproduktionen bedöms vara mycket positiv och skulle innebära stora möjligheter för en fortsatt produktion i Sverige.

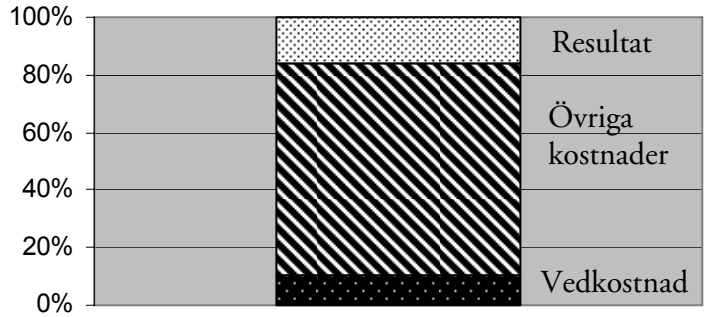
Hylte Bruk

Hylte Bruk är ett massa- och pappersbruk inom Stora Enso-koncernen. Bruket producerade under 2005 ca 800 000 ton tidningspapper, vilket gör bruket till det tredje största tidningspappersbruket i världen. Produktionen går till ca 90 % på export, merparten till Europa. Medelantalet anställda uppgick till 885 personer. Inom Stora Enso i Sverige finns det ytterligare ett bruk som producerar tidningspapper, nämligen Kvarnsveden.

Produktionen av tidningspapper baseras i Hylte Bruk på färska granfibrer och returpapper, ca 50 procents andel för var och en av dessa båda fibertyper. De färska fibrerna utgörs av massaved och sågverksflis. Returpapperet kommer till 50–60 % från insamlingar i Sverige. Ansvariga för insamling av tidningar, vilket är ålagt producenterna, är Holmen, SCA och Stora Enso. Stora Enso använder ”sina” insamlade tidningar i Sverige i Hylte Bruk. ”Priset” för svenskt returpapper bestäms av kostnaderna för insamling och transporter och är således inte marknadsprissatt. Det är däremot importen vilket innebär att prisvariationer förekommer. Danmark svarar för ca 120 000 ton av importen av returpapper till Hylte Bruk. (Det är i dagsläget något billigare att producera tidningspapper gjord på returfibrer än från färskfibrer.) Förbrukningen av färska granfibrer vid Hylte Bruk uppgår till omkring 1 milj. m^3fub och anskaffas av Sydved.

För Hylte Bruk, liksom för andra produktionsanläggningar, är det en ständig kostnadsjakt för att behålla en resultatmarginal som är tillräckligt attraktiv för att möjliggöra nya investeringar och fortlevnad. Inköpspriset för råvaror och energi är i stort sett givna. Eftersom det reala priset på tidningspapper trendmässigt har minskat med i genomsnitt 2 % per år gäller det att öka effektiviteten i råvarornas användning. Beträffande fasta kostnader såsom för anläggningar, maskiner och anställda gäller det att sköta underhållet och att sträva efter att minska antalet anställda.

Av figur 2 framgår hur bruttointäkterna fördelar sig på resultat, vedkostnader och övriga kostnader. Kostnaden för virkesråvara uppgår till ca 10 % av intäkterna. Intäkten per ton tidningspapper ligger i storleksordningen 4 300–4 400 SEK.



Figur 2.
Intäkterna fördelade på resultat, vedkostnader och övriga kostnader 2005.

Vad händer för Hylte bruks del om …

… kontinuitetsskogsbruk införs?

Om utbudet av granmassaved och flis av gran skulle minska eller avverkningskostnader och transportkostnader ökar till följd av tillämpning av kontinuitetsskogsbruk skulle Hylte Bruk ersätta dessa råvaror med returpapper. Sett som en helhet finns det en stor potential i Europa för att öka insamlingsgraden. Bruket skulle i ett läge med minskad tillgång och dyrare fibrer stimulera till ökad insamling av tidningspapper utomlands. Import av massaved och flis av gran är inget egentligt alternativ. En viktig aspekt i detta sammanhang är kravet på färskhet för att slippa en omfattande användning av blekkemikalier. Inhemsk tall är heller inget alternativ till gran. Man har prövat med inblandning av tallfibrer men det ”fungerar inte”.

En kalkyl visar vid ett antagande om oförändrad produktion och oförändrat recept att en ökning av massavedspriset vid bilväg med 35 % och av transportkostnaderna till bruket med ca 8 % till följd av längre medeltransportavstånd leder till en minskning av resultatmarginalen med ca 3 procentenheter. Förklaringen till att resultatmarginalen inte påverkas mer är att kostnaden för virkesråvara utgör en betydligt mindre andel än för t.ex. Ortvikens framställning av massa för tidningspapper eller för sågverk.

Medeltransportavståndet för rundvirke till Hylte Bruk är idag 90 km. Detta innebär, enligt en transportkalkyleringsmodell från Skogforsk, att transportkostnaden per m^3fub är 55 SEK. Vid en utvidgning av fångstområdet med 20 % kommer medeltransportavståndet att öka med 9 km till 99 km, vilket, enligt transportkostnadskalkylen, innebär en kostnadsökning med ca 8 % till 59 SEK/m^3fub. Hylte Bruk transporterar 960 000 milj. m^3fub vilken innebär, vid oförändrad virkesanskaffningsstrategi, att bruket kommer att belastas med en årlig kostnadsökning om ca 15,5 milj. SEK. Detta innebär att resultatmarginalen minskar med ca 0,15 procentenheter. (Martin Ekstrand, Skogforsk.)

… andelen björk ökar på granens bekostnad?

Björk går inte att använda vid produktion av tidningspapper.

… skogsproduktionen ökar?

Det gäller att fortlöpande öka effektiviteten i användningen av råvarorna för att behålla konkurrensförmågan och resultatmarginalen. Effektiviteten ökas och marginalen behålls eller ökas i bästa fall också genom att flaskhalsar byggs bort och ny teknik installeras. Detta leder till ökad produktion vilket medför ökad efterfrågan på färska fibrer och på returfibrer. En ökad skogsproduktion är således angelägen och nödvändig och har stor betydelse för den långsiktiga konkurrensförmågan.

Sikås

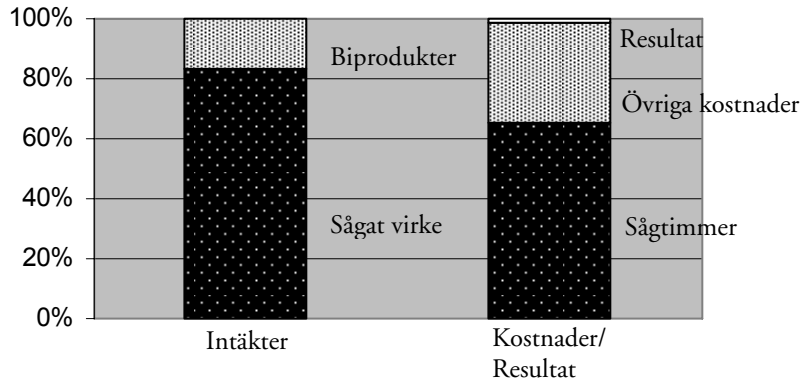
Sikås producerade 2004 72 000 m^3 sågad vara och förbrukade ca 165 000–175 000 m^3fub grantimmer. Omsättningen uppgick till 110–120 milj. SEK. Merparten av produktionen av sågad vara avsätts i Sverige

(ca 50 %) resp. Norge (ca 25 %). Andra betydande marknader är Tyskland och Frankrike. Flisen säljs genom Norrskog till bl.a. Väja. Spån, avkap m.m. säljs till SÅTAB som till 47 % ägas av Norrskog. Dessa biprodukter används för energiändamål resp. spånskivetillverkning. Produktionsfilosofin är enkelhet och hög rationalitet. Sikås redovisar vanligen ett positivt resultat. En ombyggnad av såglinjen är planerad (f.n. en såglinje). Timmerhanteringen har redan byggts om. Sikås ingår som ett av fyra sågverk i NWP, Norrskog Wood Products, som i sin tur ägas av Norrskog. I NWP finns dessutom tre hyvlerier.

Vad händer för Sikås del om …

… kontinuitetsskogsbruk införs?

Fördelningen av intäkter resp. kostnader år 2004 framgår av figur 3. Större delen av intäkterna kommer från försäljning av sågad vara. En annan och för sågverken viktig intäktskälla är försäljning av biprodukter. Den dominerande kostnadsposten är sågtimmer. Övriga kostnader är sammanslagna till en enda post i figuren. Resultatet är marginellt och framgår knappast. En kostnadsfördyrning till följd av ökade priser p.g.a. ökad konkurrens och högre avverkningskostnader samt högre transportkostnader till följd av ett längre medeltransportavstånd skulle resultera i ett mycket påtagligt underskott.



Figur 3.
Intäkts- och kostnadsstruktur 2004.

Ett kontinuitetsskogsbruk förväntas för Sikås del leda till:

- Minskad sågtimmervolym
- Grövre timmer
- Höjda sågtimmerpriser
- Längre medeltransportavstånd.

En minskning av produktionen till följd av begränsad råvaruproduktion skulle slå oerhört hårt mot Sikås. Detta visar bl.a. erfarenheterna från stormen Gudrun vilket ledde till att man drog ner produktionen något 2005. Detta hade en klart negativ inverkan på resultatet. För denna typ av sågverk gäller det att öka produktionen och inte att minska den.

Slutavverkningskostnaderna ligger idag, enligt uppgifter från Sikås, i storleksordningen 90–100 SEK/m^3fub. Avverkningsvolymen per ha uppgår till ca 150 m^3sk. Detta kan jämföras med avverkningskostnader för en sen gallring om 130–140 SEK/m^3fub och en avverkningsvolym om ca 75 m^3sk/ha. Omloppstiden är över 100 år. Vid oförändrad volym bedömer man på sågen att kontinuitetsskogsbruket innebär en kostnadsfördyrning i storleksordningen 30–55 SEK/-m^3fub. Det medför en kostnadsfördyrning om 60–110 SEK/m^3 sågad vara. Enligt min egen beräkning och vid en kostnadsfördyrning av sågtimmerpriset vid avlägg med 35 % och av transportkostnaderna till sågen med 8 % blir konsekvensen en mycket kraftig förlust. Sågen i Sikås skulle tvingas upphöra.

Enligt Skogforsks transportkostnadskalkyl innebär Sikås medeltransportavstånd om 107 km en genomsnittlig transportkostnad om 59 SEK/m^3fub. Vid en ökning av fångstområdet med 20 % kommer medeltransportavståndet att öka till 117 km och transportkostnaden till 64 SEK/m^3fub, ca 8 % transportkostnadsökning. Detta innebär att Sikås belastas med en årlig kostnadsökning för rundvirkestransporter om 760 000 SEK vilket medför att resultatmarginalen mer än halveras. (Martin Ekstrand, Skogforsk.)

En minskad produktion och ökade priser innebär att Norrskog inom sitt fångstområde kan tvingas välja mellan vilka sågverk som ska förses med timmer. Konkurrensen från cellulosaindustrin om sågtimret kommer samtidigt att öka eftersom även deras försörjning inom de traditionella fångstområdena minskar. Om produktionen av sågat virke minskar eller upphör vid Sikås kommer detta innebära minskad tillgång på flis och spån till bl.a. massafabrikerna vilket i sin tur kan innebära ytterligare ökad konkurrens om massaved och flis.

… andelen björk ökar på granens bekostnad?

En ökad produktion och ökat utbud av björk är ur Sikås perspektiv ointressant. Kvaliteten på glasbjörk är dålig. (Utbytet endast ca 25 %.) Det finns dessutom ingen marknad. Björken används av cellulosaindustrin och energiverken. Ökad andel björk på granens bekostnad vore förödande för Sikås.

… skogsproduktionen ökar?

En ökad produktion bedöms positivt och nödvändig.

Mönsterås

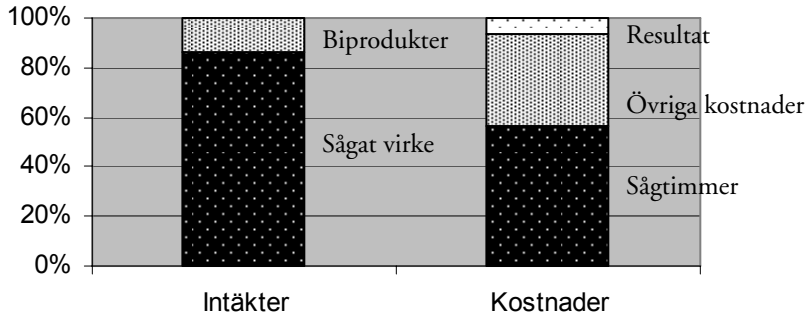
Produktionen under 2005 var 370 000 m^3 vilket kan jämföras med 225 000 m^3 under år 2002. Produktionen är inriktad på konstruktionsvirke såsom reglar hållfasthetssorterade enligt CLS: Canadian Lumber Standard och bjälklager. Förbrukningen av sågtimmer uppgår till ca 860 000 m^3fub, framför allt gran (mer

än 80 %). Merparten, ca 70 %, av produktionen exporteras till framför allt England, USA och Japan. Flisen används i det näraliggande sulfatbruket. Spån säljs till Swedspan i Hultsfred och används för tillverkning av spånskivor. Antalet anställda uppgick till 130 personer. Sågen utgör en av nio sågar som ägs av Södra Timber AB som i sin tur ägs av Södra skogsägarna ekonomisk förening.

Vad händer för Mönsterås sågens del om …

… kontinuitetsskogsbruk införs?

Den nuvarande fördelningen av intäkter resp. kostnader framgår av figur 4. Större delen av intäkterna kommer från försäljning av sågad vara. En annan och för sågverken viktig intäktskälla är försäljning av biprodukter. Den dominerande kostnadsposten är sågtimmer. Övriga kostnader är sammanslagna till en enda post i figuren.



Figur 4.
Intäkts- och kostnadsstruktur.

Kontinuitetsskogsbruk kommer att medföra ökade virkespriser. En kostnadsfördyrning till följd av ökade sågtimmerpriset vid avlägg med 35 % och högre transportkostnader (7 %) p.g.a. av ett längre medeltransportavstånd skulle medföra en påtagligt negativ resultatmarginal. På en internationell och konkurrensutsatt marknad finns det inga möjligheter att vältra över ökade svenska produktionskostnader på konsumenterna (byggföretagen). De möjligheter som uppstår genom teknikutveckling tar man på Mönsterås sågen, liksom även på andra sågar, redan väl vara på.

Medeltransportavståndet i för Mönsterås kan beräknas kommer att öka med 9 km från 104 till 113 km. vid en ökning av fångstområdet med 20 %. Enligt Skogforsks transportkostnadskalkyl innebär detta att transportkostnaden för rundvirke kommer att öka med drygt 7 %, från 61 SEK/m^3fub till 66 SEK/m^3fub. Vid en årligförbrukning om ca 860 000 m^3fub innebär detta en kostnadsökning för sågtimmertransporter om 3,7 milj. SEK, vilket innebär att vinstmarginalen minskar med omkring en tiondel.

En minskad tillgång på gransågtimmer skulle medföra att någon/några av Södra Timbers sågar eller andra privatsågar får avvecklas. På Mönsterås sågen bedömer man det dock som föga troligt att man kommer att höra till de sågar som läggs ner. Det kommer vidare alltid att finnas utrymme för specialsågar med en mer begränsad produktion. Mönsterås sågen är inte av denna typ.

På sikt kan sämre svensk konkurrensförmåga och därmed ett minskat antal svenska sågar medföra minskad efterfrågan på sågtimmer. Detta leder i sin tur till lägre sågtimmerpriser och försämrat resultat för skogsägarna. Inom området råder normalt brist på sågtimmer (gäller inte just nu p.g.a. stormen Gudrun). Det innebär att det inte finns någon möjlighet att ersätta grantimmer med talltimmer. All den tall som bjuds ut sågas redan. Import av grantimmer anses inte vara någon långsiktig lösning. Det är ett temporärt och kortsiktigt alternativ.

… andelen björk ökar på granens bekostnad?

Sågat virke av björk vänder sig till en helt annan marknad än sågat virke av gran- och tall. Sågningen sker vid en annan typ av sågar än Mönsterås sågen. Om björk skulle planteras på de nuvarande granmarkerna är det dock troligt att ett antal sågverk skulle ställas om för produktion av sågad björk. ”Det är dock en lång väg att vandra.”

… skogsproduktionen ökar?

Marknadsutvecklingen för konstruktionsvirke i Europa bedöms som positiv. Trä är ett miljövänligt material. För att hänga med i konkurrensen är det nödvändigt att hela tiden öka produktionen. En jämförelse med de bästa konkurrenterna i Centraleuropa visar att dessa har stora och mycket effektiva anläggningar. Omfattande investeringar i Sverige i modern sågverksutrustning förutsätter att råvaran finns tillgänglig. Mönsterås sågen planerar att i ett första steg öka produktionen till ca 450 000 m^3 och på sikt till 600 000 m^3.

LÖNSAMHET OCH STRUKTUR

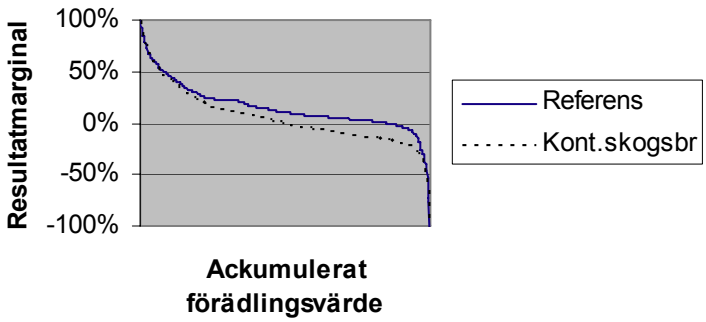
Sågverksstrukturen (SNI 20 101)

Figur 5 bygger på material från SCB:s företags- och anläggningsregister och avser sågverk (bilaga 3). Figuren ger en uppfattning om hur sågverken fördelar sig beroende på sin resultatmarginal. Närmast y-axeln återfinns de mest lönsamma sågverken och längst bort de minst lönsamma, i detta fall sågverk som redovisar förlust. Önskemålet var att redovisa resultatmarginalen mot den ackumulerade produktionsvolymen, detta skulle gett en uppfattning om hur stor del av produktionen och antalet anläggningar som kan förväntas falla bort p.g.a. lönsamhetsproblem. Uppgift om produktionen stod inte till mitt förfogande varför jag i stället valt förädlingsvärdet vilket indirekt är en återspegling av produktionen.

Sågverkens genomsnittliga resultatmarginal för 2002 uppgår enligt SCS:s företagsregister till ca 15 %, d.v.s. för varje omsatt hundralapp uppstår ett ”resultat” om 15 SEK. Det finns som framgår av figuren två ytterligheter, ett antal företag har en mycket hög resultatmarginal samtidigt som ett antal företag har en förvånansvärt låg marginal. Den senare gruppen av företag och de som ligger nära noll kan knappast överleva på medellång sikt.

En ökning av rundvirkespriset med 35 % vid bilväg och av transportkostnaderna med ca 8 % innebär

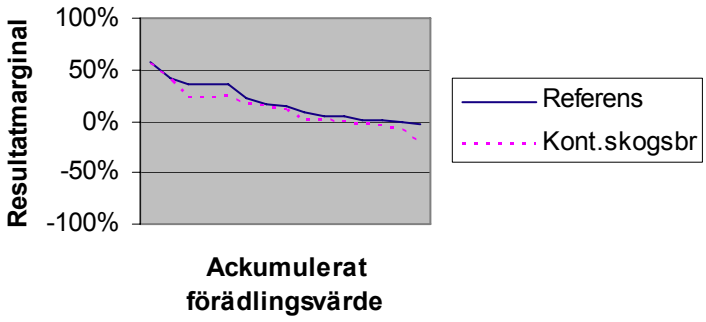
- att den genomsnittliga resultatmarginalen minskar till 4 %,
- att förädlingsvärdet för de analyserade företagen minskar från 6,1 mdr SEK till 1,4 mdr SEK.



Figur 5.
Bruttomarginal för sågverk år 2002 fördelat efter förädlingsvärdet.

Mekaniska och halvkemiska massabruk (SNI 21 111)

Genomsnittlig resultatmarginal för 2002 uppgår till 16 %. En ökning av massavedspriserna vid bilväg med 35 % och transportkostnaderna med ca 7 % innebär att den genomsnittliga bruttomarginalen minskar till 11 %.

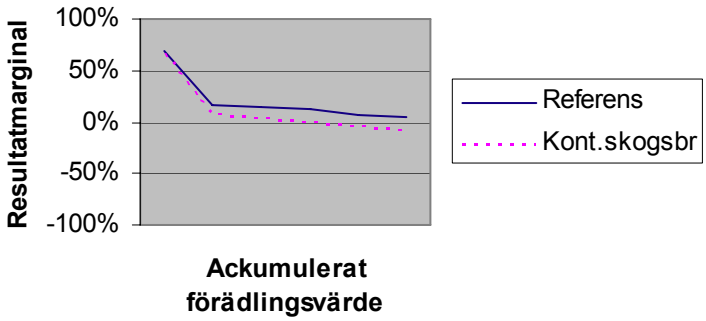


Figur 6.
Bruttomarginal för mekanisk och halvkemiska företag år 2002 fördelat efter förädlingsvärdet.

Sulfatmassabruk (SNI 21 112)

Genomsnittlig resultatmarginal för 2002 uppgår till 21 %. En ökning av råvarupriset med 35 % och med transportkostnaden med 7 % innebär att resultatmarginalen minskar till 10 %.

Antalet sulfitbruk är för få för att tillåta en redovisning.



Figur 7.
Bruttomarginal för sulfatmassaföretag år 2002 fördelat efter förädlingsvärdet.

EKONOMISKA EFFEKTER FÖR SAMHÄLLET

Inledning

Fyra olika skogsbruksstrategier finns med i uppdraget varav tre har analyserats:

1. Ökad volymproduktion i skogen.
   Avverkningarna av tall, gran och björk ökar med 20 % till följd av produktionshöjande åtgärder. Priser och kostnader antas förbli oförändrade.

2. Referensstrategi.
   Denna strategi motsvarar dagens situation beträffande industrins produktion, avverkningar, intäkter och kostnader. Rationalisering (nedlagda industrienheter) förväntas medföra att transportkostnaden ökar med ca 5 SEK/m^3fub p.g.a. ökat virkesfångstområde.

3. Kontinuitetsskogsbruk på granmarker.
   Virkesfångstområdet för granvirke ökar med 20 %. Priset för rundvirke vid bilväg antas öka med 35 %. Industrirationalisering i kombination med minskad produktion gör att transportkostnaden ökar med ca 10 SEK/m^3fub.

4. Gran ersätts med björk.
   Detta innebär en dramatisk nedgång av tillgänglig granråvara.

Skogsbruksstrategin med självföryngrad björk på granmark har ur ett skogsindustriellt perspektiv bedömts som helt orealistiskt. Svensk skogsindustri saknar konkurrenskraft gentemot lövprocessande industri i t.ex. Brasilien som har ett

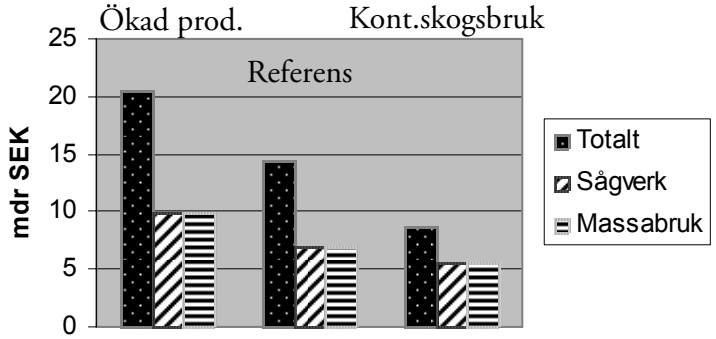
avsevärt lägre kostnadsläge för råvaran. Efterfrågan och produktionsstruktur innebär att björk inte är något alternativ till gran (jämför med fallbeskrivningarna). I den fortsatta redovisningen är det därför de tre förstnämnda skogsbruks-strategierna som analyseras.

Beskrivningarna av de tre strategierna bygger på en kalkylmodell vars indata kommer från nationalräkenskaperna som de för skogsindustrins del redovisas i Skogsstatistisk årsbok 2005 (bilaga 2).

Förädlingsvärde

Sågverkens och massabrukens förädlingsvärde uppgår till ca 14,5 mdr SEK (2002)[3] varav något mer än hälften kommer från sågverken. Om man räknar in förädlings-värdet för hela skogindustrin (d.v.s. utöver sågverk och hyvlerier även trähustill-verkning, byggnads- och inredningssnickerier, träförpackning och övrigt resp. pappers- och pappersvaruindutri) uppgår förädlingsvärdet till drygt 54 mdr SEK (ca 14 % av tillverkningsindustrins förädlingsvärde) varav knappt 40 mdr SEK kommer från massa-, pappers- och pappersvaruindustrin.

Figur 8 illustrerar vilka effekterna på sågverkens och massabrukens förädlings-värden blir av de tre strategierna.



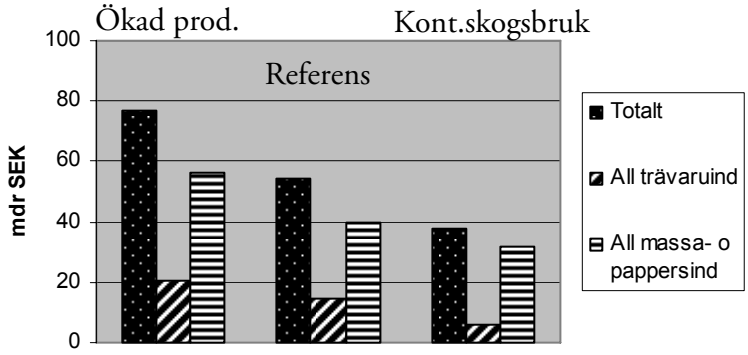
Figur 8.
Effekterna på sågverkens och massaindustrins förädlingsvärde vid tre olika skogsbruksstrategier (ökad produktion, oförändrad produktion resp. minskad produktion).

Som framgår av figuren är det påtagliga skillnader mellan de tre strategierna. En ökad skogsproduktion leder till en ökning av förädlingsvärdet för sågverk, hyvlerier och massabruk med ca 6 mdr SEK (ca 40 %) jämfört med en minskning med ca 5 mdr SEK (20 %) om kontinuitetsskogsbruk införs på granmarker. Förklaringen till att sågverkens och hyvleriernas förädlingsvärde minskar mer än massaindustrins är råvarukostnadernas betydande andel av produktionskostnaderna (jämför med fallstudierna). Detta innebär att ökande

[3] Anledningen till att år 2002 har valts som redovisningsår är att de mest aktuella data som vid beställningstidpunkten kunde erhållas från företags- och anläggningsregistret härrörde från detta år.

avverknings- och transportkostnader får ett större genomslag på råvarukostnaderna och därmed, vid oförändrade produktpriser, också på förädlingsvärdet.

Om man beaktar den förädling som sker inom landet av sågat virke och av massa och antar att denna kommer att ske i samma omfattning och med liknande industristruktur som idag blir ökningen av förädlingsvärdet ca 23 mdr SEK resp. minskningen ca 16 mdr SEK (figur 9).

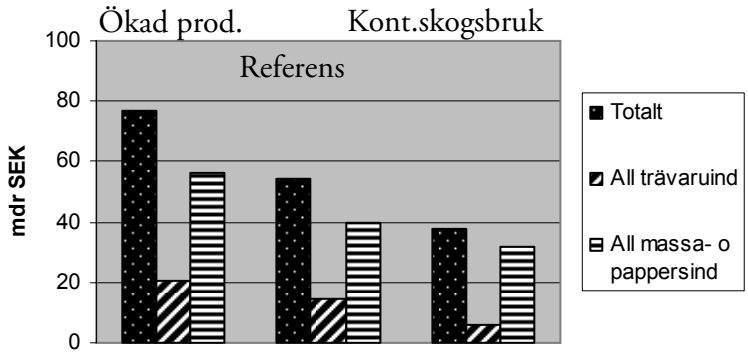


Figur 9.
Effekterna på trävaruindustrins samt massa-, pappers- och pappersvaruindustrins förädlingsvärde vid tre olika skogsbruksstrategier (ökad produktion, oförändrad produktion resp. minskad produktion).

Exportvärde

Det samlade exportvärdet för sågverk och massabruk uppgår till drygt 34,5 mdr SEK varav sågverken svarar för ca 21 mdr SEK (2002). Exportvärdet för pappers- och pappvaruindustri uppgår till ca 58 mdr SEK. Motsvarande tal för vidareförädlande industri av sågat och hyvlat uppgår till ca 20 mdr SEK. Skogsindustrin samlade exportvärde motsvarar ca 15 % av Sveriges totala exportvärde.

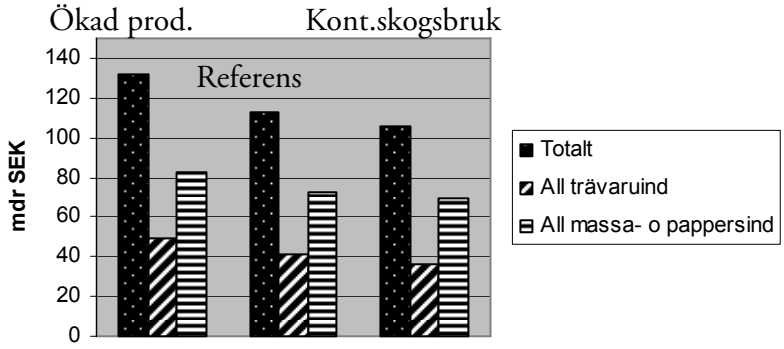
Figur 10 illustrerar effekterna på sågverkens och massabrukens exportvärden av de tre nämnda strategierna.



Figur 10.
Effekterna på sågverkens och massaindustrins exportvärde vid tre olika skogsbruksstrategier (ökad produktion, oförändrad produktion, minskad produktion).

Som framgår av figuren är det påtagliga skillnader mellan de tre strategierna. En ökad skogsproduktion leder vid oförändrad exportandel till en ökning av exportvärdet med ca 6 mdr SEK (20 %) jämfört med en minskning med drygt 3 mdr SEK (ca 10 %) om kontinuitetsskogsbruk införs på granmarker. Förklaringen till att sågverkens exportvärde påverkas mer än massaindustrins är en betydligt större exportandel. (Närmare 70 % av den sågade och hyvlade volymen exporteras jämfört med ca 30 av massaproduktionen. Denna skillnad beror i sin tur på en mer omfattande vidareförädling av massan än av den sågade och hyvlade produktionen.)

Om man beaktar den förädling som sker inom landet av sågat virke och av massa idag samt antar att vidareförädling och exportvolym förändras proportionellt med förädlad råvaruvolym blir ökningen av exportvärdet drygt 18 mdr SEK resp. minskningen drygt 7 mdr SEK (figur 11).

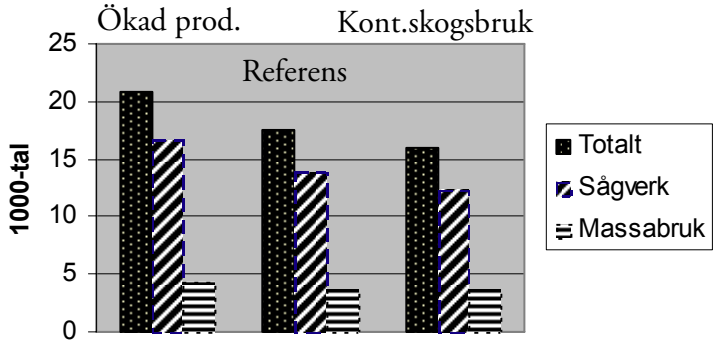


Figur 11.
Effekterna på trävaruindustrins samt massa-, pappers- och pappersvaruindustrins exportvärde vid tre olika skogsbruksstrategier (ökad produktion, oförändrad produktion resp. minskad produktion).

Sysselsättning

Sågverk och hyvlerier sysselsätter närmare 14 000 personer (2002). Massaindustrin sysselsätter ca 3 800 personer. Om man lägger till den vidareförädlande industrin tillkommer för den träbearbetande industrin ca 22 000 personer och för pappers- och pappvaruindustrin ca 36 000 personer. Antalet sysselsatta inom t.ex. verkstadsindustrin uppgår till ca 34 000 personer.

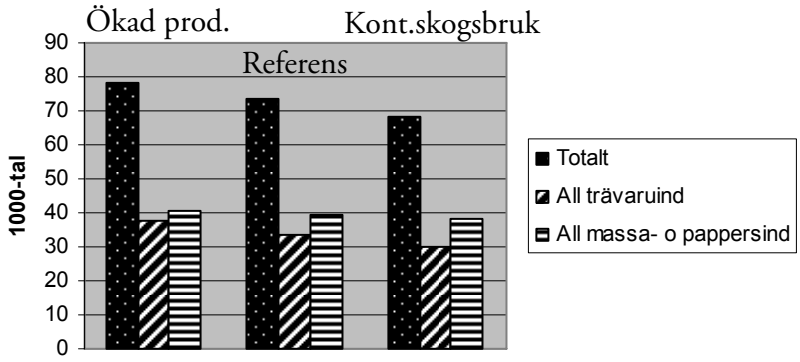
Figur 12 illustrerar effekterna på sågverkens och massabrukens sysselsättning av de tre nämnda strategierna.



Figur 12.
Effekterna på sågverkens och massaindustrins sysselsättning vid tre olika skogsbruksstrategier (ökad produktion, oförändrad produktion, minskad produktion).

Som framgår av figuren är det stora skillnader mellan de tre strategierna. En ökad skogsproduktion leder vid oförändrad arbetsproduktivitet till en ökning av sysselsättningen med ca 3 000 personer (knappt 20 %) jämfört med en minskning med knappt 2 000 personer (ca 10 %) om kontinuitetsskogsbruk införs på granmarker. Förklaringen till att sågverkens sysselsättning påverkas mer än massaindustrins är att de är mer arbetsintensiva.

Om man beaktar den förädling som sker inom landet av sågat virke och av massa samt antar att förändringar sker proportionellt mot förbrukning av virkesråvaran i det första förädlingsledet blir ökningen av sysselsättningen ca 5 000 personer resp. en minskning i ungefär samma storlek (figur 13).



Figur 13.
Effekterna på trävaruindustrins samt massa-, pappers- och pappersvaruindustrins sysselsättning vid tre olika skogsbruksstrategier (ökad produktion, oförändrad produktion resp. minskad produktion).

AVSLUTANDE KOMMENTARER

Den samhällsekonomiska analysen visar bl.a. hur starkt volymberoende förädlingsvärde, exportvärde och sysselsättning är. Ökad tillväxt på skogsmarken och ökade avverkningar ger möjlighet till ökat förädlings- och exportvärde. En minskning av tillväxt och avverkningar leder till sjunkande förädlings- och exportvärden. En förändring av råvaru- och transportkostnader har också en avgörande inverkan. Ur konkurrenssynpunkt är det nödvändigt med en fortgående ökning av industrins produktivitet och skogens produktion. En ökad virkesproduktion bromsar sysselsättningsminskningen och en minskad virkesproduktion snabbar på minskningen. En ökad förädling inom landet av de skogsindustriella produkterna bromsar också sysselsättningsminskningen eller i bästa fall medför en ökad sysselsättning.

Fallbeskrivningarna visar bl.a. hur beroende skogsindustrin är av den befintliga trädslagsblandningen. Ett trädslag låter sig inte bytas mot ett annat. Fallbeskrivningarna illustrerar vidare att massabruken är mer flexibla vad gäller råvaruförsörjningen än vad sågverken är. Detta gäller både möjligheten att använda alternativ virkesråvara och/eller att betala för den. För både sågverk och massabruk är kostnaden för virkesråvara av stor betydelse. Detta gäller återigen mycket påtagligt för sågverken.

Vilka effekterna blir av framför allt kontinuitetsskogsbruket på beståndsekonomin och därmed på priset på rundvirke råder det delade meningar om. Ekonomerna räknar på olika sätt. I våra beräkningar har vi kommit fram till att kontinuitetsskogsbrukets kräver prishöjningar i storleksordningen 35 % för att lönsamheten ska bli densamma som för trakthyggesbruk. Vår beräkning visar med all önskvärd tydlighet att förändringar i virkesproduktionen och virkespriser har mycket stor inverkan på enskilda anläggningars produktion och lönsamhet och därmed också på förädlingsvärde, exportvärde och sysselsättning.

Bilaga 1

Påverkan på transportkostnaden

Martin Ekstrand, Skogforsk

Rosvall m.fl. (2004) har visat produktionshöjande åtgärder kan öka avverkningarna med 20 % om 100 år. Vid en omställning till blädningsskogsbruk kan inte den genetiska utvecklingen utnyttjas. Virkesproduktionen i ett fullsiktat bestånd kommer jämfört med dagens trakthyggesskogar att vara 83 % lägre.

Ökad respektive minskad tillgång på virke kommer och förändrad efterfrågan kommer att påverka transportkostnaden. Hur transportkostnaden påverkas analyseras utifrån följande 3 scenario:

Scenario 1

Industrins virkesbehov ökar motsvarande ökningen i produktivitet till följd av den genetiska utvecklingen. Vilket innebär att fångstområdet är det samma som idag.

Scenario 2

Produktivitetskraven leder till att anläggningarna blir större och färre. Virkesbehov i de industrier som finns kvar ökar med 20 %. För att klara detta ökar fångstområdet storlek med 20 % för att kompensera för volymbortfallet.

Scenario 3

Liksom i scenario 2 leder produktivitetskraven till att anläggningarna blir större och färre. Virkesbehov i de industrier som finns kvar ökar med 20 %. Samtidigt innebär en övergång till kontinuitetsskogsbruk att virkesuttaget per hektar minskar. För att kompensera för detta måste fångstområdet ökas med ytterligare 20 % jämfört med dagens. Totalt ökar fångstområdet med 40 %.

Påverkan på transportkostnaden för de tre scenariona kommer att analyseras för följande fyra industrier:

- SCA Ortviken
- SÖDRA Mönsterås
- NWP Sikås
- StoraEnso Hylte.

MEDELTRANSPORTAVSTÅNDET

Industrins transportkostnad beror av medeltransportavståndet. Sambandet mellan medeltransportavståndet och fångstområdet ser ut enligt följande.

Antaget att fångstområdets area (A) utgörs av en cirkel som fördelas jämt runt industrin utgör arean innanför medeltransportavståndet ($\overline{A}$) halva fångstområdets area.

$$\overline{A} = \frac{A}{2}$$

Arean för cirkeln erhålls genom:

$$A = \pi * r^2$$

Antaganden ovan ger följande samband mellan fångstområdets radie (r) och medeltransportavståndet($\bar{r}$)

$$\frac{r_y^2}{2} = \bar{r}^2$$

$$\sqrt{\frac{r^2}{2}} = \bar{r}$$

$$r = \sqrt{2\bar{r}^2}$$

Antaget att fångstområdets area (A) måste ökas med 20 %, erhåll följande samband.

$$A_{ny} = 1{,}2(\pi \times r^2) = \pi \times r_{ny}^2$$

Av sambandet mellan fångstområdets radie och medeltransportavståndet ges följande

$$1{,}2\pi(2\bar{r}^2) = \pi(2\bar{r}_{ny}^2)$$

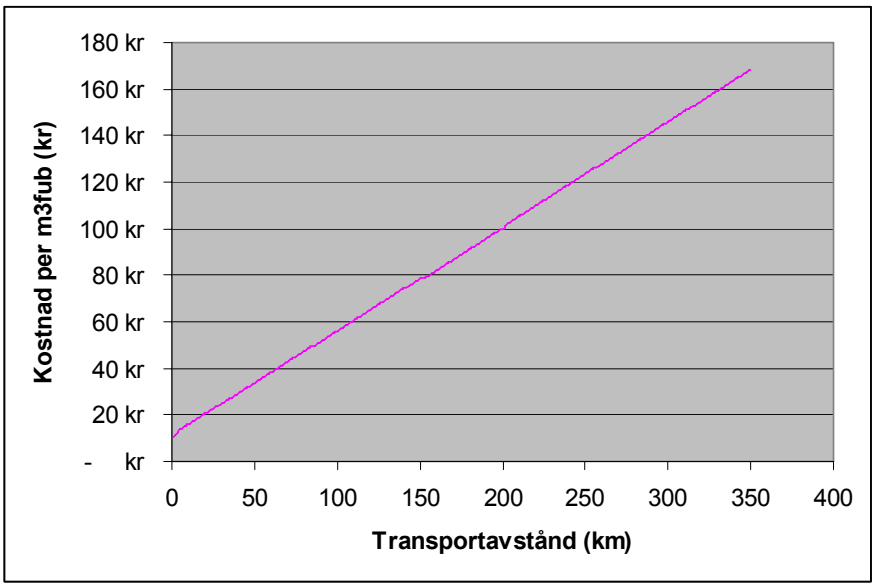
$$1{,}2r^2 = \bar{r}_{ny}^2$$

$$\bar{r}_{ny} = \sqrt{1{,}2\bar{r}^2}$$

Sambandet mellan medeltransportavståndet och den areella ökningen är den samma även om fångstområdet utgörs av en vektor t.ex. på grund av att industrin är placerad vid kusten.

TRANSPORTKOSTNAD

Transportkostnaden har beräknats med hjälp av SÅCalc (figur 1).



Figur 1.
Transportkostnadens beroende av tansportavståndet.

SCA Ortviken

Ortvikens medeltransportavstånd är idag 150 km, vilket innebär att transportkostnaden per m3fub är 83,36 kr.

En utveckling enligt scenario 2, där fångstområdet utökas med 20 % innebär en ökning av medeltransportavståndet med 14 km till 164 km. Ökningen kommer att innebär en kostnadsökning med knappt 7 % till 89,16 kr/m^3fub. Ortviken transporterar årligen 1,2 milj. m^3fub vilken innebär att företaget kommer att belastas med en årlig kostnadsökning om ca 8 milj. SEK.

Scenario 3 innebär en ökning av medeltransportavståndet till 177 km. Ökningen innebär att transportkostnaden blir 95,42 kr/m^3fub, d.v.s. knappt 25 % ökning av transportkostnaden. På årsbasis innebär detta 137,4 milj. SEK
(1 200 000*1,2*95,42).

NWP Sikås

NWP Sikås transporterar årligen 170 000 m^3fub rundvirke från skog till industri, medeltransportavståndet för dessa transporter är 107 km. Transportkostnaden vid 107 km är 62,72 kr/m^3fub.

Vid en ökning av fångstområdet med 20 % enligt scenario 2 kommer medel-transportavståndet att öka till 117 km och transportkostnaden till 67,52 kr per m3fub, ca 7,7 % transportkostnadsökning. Vilket innebär att NWP Sikås årliga kostnad för rundvirkestransporter blir 13,8 milj. SEK (170 000*1,2* 67,52).

Sker utvecklingen istället enligt Scenario 3 kommer medeltransportavståndet att öka till 127 km, vilket innebär att transportkostnaden ökar till 72,32 kr/m^3fub. På årsbasis innebär detta 16,3 milj. SEK (170 000*1,2*80).

SÖDRA Mönsterås

Tillvaratas potentialen till produktionsökning i skogsbruket samtidigt som förbrukningen ökar i motsvarande grad enligt scenario 1 kommer medeltransportavståndet i Mönsterås att vara oförändrade 104 km. Transportkostnaden kommer då också att ligga kvar på 61,27 kr/m^3fub. Eftersom volymen ökar kommer dock den totala transportkostnaden att öka till 63,3 milj. SEK (860 000*1,2*61,27).

Ökar däremot virkesförbrukningen enligt scenario 2 samtidigt som produktionen i skogen är oförändrad kommer medeltransportavståndet för Mönsterås att öka med 9 km till 113 km. Vilket innebär att transportkostnaden för rundvirke ökar med drygt 7 %, till 65,60 kr/m^3fub.

Vid en utveckling enligt scenario 3 kommer medeltransportavståndet att öka med 19 km. Ökningen innebär att transportkostnaden ökar med 9,13 kr/m^3fub till 70,40 kr/m^3fub. Vid en årligförbrukning om 860 000 m^3fub innebär detta totalt 72,7 milj. SEK.

Stora Enso Hylte

Vid Hylte bruk är medeltransportavståndet i dag 90 km, transportkostnaden vid 90 km är 54,56 kr/m^3fub. Då det årligen transporteras in 960 000 m^3fub till bruket i Hylte är den årliga transportkostnaden 52,4 milj. SEK.

Vid en utveckling enligt scenario 2 kommer medeltransportavståndet att öka till 99 km och transportkostnaden blir 58,88 kr/m^3fub. Vilket innebär en årlig kostnadsökning med 15,5 milj. SEK.

Ökar efterfrågan samtidigt som virkesproduktionen minskar tillföljd av övergång till kontinuitetsskogsbruk enligt scenario 3 kommer medeltransportavståndet att öka till 106 km och transportkostnaden till 62,24 kr/m^3fub. På årsbasis innebär detta 71,7 milj. SEK i ökade transportkostnader.

Tabell 1.
Transportkostnadsförändring för SCA Ortviken, NWP Sikås, SÖDRA Mönsterås och Stora Enso Hylte vid förändrad storlek på virkesfångstområdet.

	I dag		120 %		140 %	
	km	kr/m^3fub	km	kr/m^3fub	km	kr/m^3fub
Sverige (genomsnitt)	91	55,04	100	59,35	108	63,20
Ortviken	150	83,36	164	89,16	177	95,42
Sikås	107	62,72	117	67,52	127	72,32
Mönsterås	104	61,27	113	65,60	123	70,40
Hylte	90	54,56	99	58,88	106	62,24

ÖVRIGA KOSTNADER

Utöver förändrade transportavstånd innebär förändrat volymuttag per avverkning att antalet avlägg och tillhörande vägar som behöver hållas öppna förändras.

Kostnader som är förenliga med vägens öppethållande är, snöröjning, grusning, uppskattas till 20 kr/ha. Genomsnittligt virkesuttag per hektar slutavverkning och gallring är 138 m^3fub.

Vilket innebär att kostnaden för att hålla vägen farbar är 20/138=0,15 kr/m^3fub.

Vid en ökning av arealen enligt scenario 2 kommer kostnaderna att öka med 3 öre/m^3fub (0,2*0,15=3).

Sker utvecklingen enligt scenario 3 kommer kostnaden att öka med 6 öre/m^3fub (0,4*0,15=0,6).

Vid minskat uttag per hektar minskar belastningen på vägen. Vilket innebär att kostnaden för vägunderhåll kommer att sjunka något i scenario 2 och 3 något. Omvänt gäller för scenario 1 ökat virkesuttag innebär ökade underhållskostnaden per meter. Storleken på dessa kostnadsförändringar är svåra att uppskatta.

Mindre volym per avlägg, minskar också möjligheterna att använda kostnads-effektiv gruppkörning. Fler avlägg kommer också att innebära fler restvolymer vilket också kommer att fördyra transporterna. Kostnadsökningens storlek för både färre gruppkörningar och fler rensningar är svåra att förutspå. Denna transportkostnadsökning kan delvis motverkas av att fler avlägg innebära fler möjligheter till effektiva rutt- och returtransporter. Hur stor denna besparing kan bli är också svårt att uppskatta.

Bilaga 2

Kalkylmodell

Resultatet bygger på beräkningar med hjälp av en kalkylmodell. Indata till modellen har hämtats från Skogsstatistisk Årsbok. Det är framför allt uppgifter från nationalräkenskaperna, om skogsindustrins produktion och virkesförbrukning samt om utrikeshandel som använts.

Beräkningarna förutsätter att samma industri- och produktionsstruktur gäller även vid öka resp. minskad tillväxt och avverkning av virke. Detta innebär att vidareförädlingen efter sågning och massaberedning antas påverkas på samma sätt som dessa primära produktionsled. Vidare förutsätts att vid tillverkning av olika skogsindustriella produkter används samma processer och recept som idag. Priser och kostnader antas vara realt oförändrade.

Förbrukningen av rundvirke och övrig virkesråvara för skogsindustrins olika delbranscher framgår av tabellerna 9,6 – 9,11 i Skogsstatistisk Årsbok. En fördelning finns på barr och löv. Användningen av rundvirke och övrig virkesråvara har fördelats på tall och gran med hjälp av information om produktion av sågat virke av tall- resp. gran. Massaindustrins förbrukning av tall resp. gran har beräknats med hjälp av de recept för vilka trädslag som använts vid produktion av olika massor. Förbrukningen av svenskt rundvirke har beräknats genom att minska den totala förbrukningen med användningen av biprodukter samt nettoimport. Lagerförändringar har inte beaktats.

Genom att beakta sågverkens produktion och försäljning av biprodukter till massaindustrin beaktas den koppling som finns mellan de olika delbranscherna vid en förändring av tillgång på rundvirke. Även handeln med virkesråvara beaktas.

Uppgifter om skogsindustrins betydelse i nationalräkenskaperna kommer från tabellerna 14.4 och 14.5 i Skogsstatistisk Årsbok. En fördelning av produktionsvärde, förädlingsvärde, råvarukostnader och kostnader för övriga insatsvaror har gjorts på trädslag beroende på produktion baserad på resp. trädslag (jämför med ovan). För att beakta den förädling som sker i till sågverken och massabruken förädlingsled har det förädlingsvärde som genereras av sågverken resp. massaindustrin relaterats till förädlingsvärdet i den förädling som sker i efterföljande delbranscher (se ovan).

För varje trädslag (tall, gran och löv) är det i kalkylmodellen möjligt att göra ett antal antaganden om vad som kan komma att hända med tillgänglig (ökning resp. minskning). Antaganden är också möjligt att göra om kostnadsförändringar för resp. trädslag. Dessa antaganden kombineras per trädslag och förädlingsvärdet beräknas. I nästa steg adderas de olika trädslagen för sågverken resp. massaindustrin. Därefter beräknas det sammanlagda förädlingsvärdet, exportvärdet resp. total sysselsättning för att slutligen genom den beräknade multiplikatorn beräkna motsvarande värden för hela skogsindustrin.

Bilaga 3

SCB:S FÖRETAGS- OCH ANLÄGGNINGSREGISTER

SCB skriver bl.a. följande om registren:

”Det övergripande syftet med Företagens ekonomi är att förse olika användare med underlag om utveckling och struktur med avseende på branscher och regioner. Statistiken ger underlag för beräkningar av långa tidsserier, vilka utnyttjas för att i olika sammanhang belysa utvecklingen för det svenska näringslivet. Statistiken används också som underlag för analyser av kostnadsläge, produktivitetsutveckling och branschers ekonomiska utveckling. Ett av de viktigaste användningsområdena är som underlag för beräkning av national- och finansräkenskaper. Med hjälp av statistiken kan företagssektorns bidrag till BNP, sparande, investeringar och förändringar av finansiella tillgångar och skulder räknas fram.

Enligt riksdagens beslut har SCB sedan 1963 i uppdrag att föra ett centralt företagsregister. Registret innehåller företag och arbetsställen i Sverige och omfattar samtliga juridiska personer. I SCB:s Företagsregister betraktas ett företag som verksamt om det är registrerat för moms och/eller är arbetsgivare eller är F-skatteregistrerat i momsbefriad bransch. Registret innehåller även fysiska personer som uppfyller minst ett av följande kriterier (vissa restriktioner förekommer dock), samt dödsbon som uppfyller minst ett av de två översta av följande kriterier: momsregistrerad, arbetsgivarregistrerad, har inregistrerad firma eller F-skatteregistrerad i momsbefriade branscher. Alla verksamma företag har minst ett arbetsställe. Med arbetsställe avses varje adress, fastighet eller grupp av fastigheter där företaget bedriver verksamhet.

I undersökningen ingår samtliga av SCB registrerade företag exklusive de finansiella företagen. Företagens ekonomi är en årlig totalundersökning. Basen för uppgiftsinsamlingen i Företagens ekonomi är skattedeklarationerna (det s.k. SRU-materialet) från Skatteverket. SRU- materialet täcker företag inom industri-, bygg- och tjänstesektorn. Förutom SRU-materialet så genomförs tre delundersökningar med hjälp av enkät för att fånga upp detaljerade intäkts- och kostnadsfördelningar, investeringsuppgifter och uppgifter om aktieinnehav.

En enkät skickas ut senast i november varje år till alla företag med fler än ett arbetsställe. Detta görs i samband med vår skyldighet att lämna ut arbetsställe-nummer inför företagens redovisning av kontrolluppgifter till Skatteverket.

En del företag med fler än ett arbetsställe får i vissa fall ytterligare en enkät. Dessutom kan speciellt utvalda företag med ett arbetsställe få enkät för kontroll.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2005

2005

Nr 586 Hallonborg, U., Nordén, B. & Lundström, H. 2005. Ponsse Dual Buffalo i slutavverkning. 12 s.

Nr 587 Löfroth, C., Ekstrand, M & Rådström, L. 2005. Konsekvenser för skogsnäringen av Skatt på väg (SOU 2004:63). 44 s.

Nr 588 Bergkvist, I. & Nordén, B. Geometrisk röjning i stråk 2005. Maskinstudier av tre maskinkoncept i stråkröjning 15 s.

Nr 589 Sikström, U. & Pettersson, f. 2005. Föryngring av gran under högskärm – avgångar i skärmen, plantförekomst och planttillväxt. 105 s.

Nr 590 Wilhelmsson, L. 2005. Characterisation of stem, wood and fiber properties – industrial relevance. 29 s.

Nr 591 Moberg, L., Hannrup, B. & Norell, L. 2005. Models of stem taper and cross-sectional eccentricity for Norway spruce and Scots pine. 12 s.

Nr 592 Sonesson, J., Almqvist, C., Ericsson, T., Karlsson, B., Persson, T., Stener, L.-G. & Westin, Johan. 2005. Lägesrapport. 22 s.

Nr 593 Erikssohn, P. & Oscarsson, M. 2005. Automatisk sortering med engreppsskördare vid slutavverkning. 92 s.

Nr 594 Egermark, T. 2005. Kranspetsstyrning – En jämförande utvärdering av kranstyrning för skogsmaskiner utförd i simulator. 85 s.

Nr 595 Ekstand, M., Löfroth, C. & Andersson G. 2005. Fördjupad analys av utredningen om konsekvenser för skogsnäringen av Skatt på väg (SOU 2004:63). 47 s.

Nr 596 Ekstrand, M. & Skutin, S.-G. 2005. Processkartläggning av transportledning och transporter – Fallstudie hos Stora Enso, Skogsåkarna, VSV och Sydved. 54 s.

Nr 597 von Hofsten, H., Lundström, H., Nordén, B. & Thor M. 2005. System för uttag av skogsbränsle – analyser av sju slutavverkningssystem och fyra gallringssystem. 34 s.

Nr 598 Bergkvist, Isabelle. 2005. Upparbetning av stormskadad skog – Beskrivning och analys av de dominerande maskinsystemen. 15 s.

Nr 599 Löfgren, B. 2005. Head-up-display i engreppsskördare. 70 s.

Nr 600 Ekstrand, M. 2005. Inställning av vägvalskomponent i TVE. 40 s.

Nr 601 Granlund, P. & Thor M. 2005. Vibrationsmätningar på drivare och skotare. 9 s.

Nr 602 Jonsson, M. 2005. Kartläggning av dubbskador. 29 s.

Nr 603 Almqvist C., Stener, L.G. & Karlsson, L. 2005. Skogsträdförädlingens databas Fritid – Definitioner, tabellstruktur och manualer. 54 s

Nr 604 Sondell J. Märkning av timmer för automatisk avläsning vid sågen. 6 s.

Nr 605 Rosenberg, O. & Högbom L. 2005. Retention av bor efter gödsling med Skog-CAN innehållande olika borformuleringar. 12 s.

Nr 606 Nordén, B., Lundström, H. & Thor M. 2005. Kombimaskin jämfört med tvåmaskinsystem. Tidsstudier av Ponsse Dual, Ponsse Beaver och Ponsse Buffalo hos SCA Skog AB. 10 s.

Nr 607 Granlund, P., Eliasson, T. & Alzubaidi, H. 2005. CTI – Studieresa den 7 september 2005. 15 s.

Nr 608 Hofsten, von H. & Sondell J. 2005. Kalibrering av apteringssystem i skördare. 16 s.

2006

Nr 609 Karlsson, B. & Lönnstedt, L. 2006. Strategiska skogsbruksval – Analys av två alternativ till trakthyggesbruk med gran. 141 s.