

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 684 2009



Rapport för Prästlönetillgångarna i

Svenska kyrkan



Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar MED HÄNSYN TILL MILJÖ OCH SOCIALA VÄRDEN

Lars Rytter, Mats Hannerz, Lars Högbom, Eva Ring & Jan-Olov Weslien

Ämnesord: Flora och fauna, klimat och mark, konsekvenser för andra värden, produktionshöjande åtgärder, sociala värden, vatten, virkesproduktion.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar 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.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Innehåll

Uppdraget	3
Uppdragets genomförande.....	3
Steg 1. Övergripande effekter	3
Produktionshöjande åtgärder.....	3
Konsekvenser på natur, miljö och sociala värden	4
Steg 2. Stiftsvis utvärdering.....	5
Svenska kyrkans skogsinnehav	6
Produktionshöjande åtgärder.....	7
Plant- och frömaterial	7
Förädlade plantor.....	7
Klonat material, sticklingar	8
Somatisk embryogenes.....	8
Trädslag	8
Björk	9
Contortatall.....	10
Douglasgran.....	11
Hybridasp.....	12
Lärk	12
Poppel.....	13
Sitkagran.....	14
Produktionsnivåer och skötselrekommendationer.....	14
Föryngringseffektivitet.....	15
Godkända föryngringar	15
Kortare kalmarkstid.....	16
Lövträd eller barrträd?	16
Sammanlagd effekt av ökad föryngringseffektivitet.....	16
Röjningsstrategi.....	17
Gödsling.....	18
Gödsling av vuxen skog på fastmark.....	18
Ungskogsgödsling.....	21
Askgödsling på dikad torvmark.....	23
Regler kring skogsgödsling.....	23
Markbehandling	24
Dikning.....	24
Askåterföring och kalkning.....	26
Ökat uttag	26
Biobränsleuttag (grot, stubbar, ungskog)	26
Uttag i skyddad skog	32
Uttag på icke skogsmark.....	33
Beskogning av åkermark.....	33
Skademinskning	34
Viltskador.....	34
Snytbagge	38
Svampskador	41
Övergripande händelser.....	44
Klimatförändring	44
Kvävenedfall.....	46
Sammanfattning av produktionshöjande åtgärder med ekonomiska aspekter	47
Konsekvenser av produktionshöjande åtgärder	50
Flora och fauna	50
Skogsproduktion och naturhänsyn – en balans	50
Naturvårdsåtgärder.....	50
Hur mycket hänsyn behövs?	52

Generella effekter av intensivare skogsbruk.....	53
Naturvårdsmål baserade på tillväxt?	54
Plant- och frömaterial	55
Trädslag	55
Föryngringseffektivitet.....	55
Röjningsstrategi.....	55
Gödsling.....	55
Markbehandling	56
Ökat uttag	56
Beskogning av åkermark.....	56
Skadaminskning	57
Övergripande händelser.....	57
Sammanfattning av påverkan på flora och fauna	57
Vatten	59
Effekter av ökad skogstillväxt.....	60
Effekter av kortare omloppstid	60
Plant- och frömaterial	61
Trädslag	61
Föryngringseffektivitet.....	61
Röjningsstrategi.....	62
Gödsling.....	62
Markbehandling	64
Ökat uttag	65
Övergripande händelser.....	66
Sammanfattning av påverkan på vatten	66
Klimat och mark	67
Skogsbruk och växthusgaser.....	67
Sammanfattning av påverkan på klimat och mark	69
Sociala och kulturella värden.....	70
Friluftsliv	70
Jakt	76
Kulturmiljö	80
Sammanfattning av påverkan på sociala och kulturella värden	83
Sammanfattning – konsekvenser av de produktionshöjande åtgärderna	84
De nationella miljökvalitetsmålen	85
Referenser	86
Muntlig kommunikation.....	94

Uppdraget

Skogforsk har haft ett uppdrag från Svenska kyrkan att utreda potentialerna och möjligheterna för användning av produktionshöjande åtgärder i stiftens skogar. Föreliggande rapport har för avsikt att ge ett beslutsunderlag för användning av de produktionshöjande åtgärderna. Förutom produktionsmöjligheter bedöms även konsekvenser av åtgärderna på flora och fauna, vatten, klimat och mark samt sociala och kulturella värden. Alla medverkande stift (Göteborg, Härnösand, Karlstad, Linköping, Lund, Skara, Uppsala, Västerås och Växjö) erhåller en egen utvärdering av produktionspotentialen som baseras på det specifika stiftets förutsättningar och möjligheter. Prästlönetillgångarna skall med hjälp av den stiftsvisa genomgången kunna fatta beslut om produktionshöjande åtgärder i skogsbruket och samtidigt beakta andra aspekter. Underlaget utgör en grund utifrån, vilket stiftet kan utforma sina egna produktionsprogram.

Uppdragets genomförande

Projektet har utformats gemensamt av Svenska kyrkan och Skogforsk. Projektarbetet har utförts i två steg, vilka omfattar innehållet i uppdraget till Svenska kyrkan. Steg 1 består i att sammanställa de olika produktionshöjande åtgärderna och presentera dem samt deras potential på riksnivå, samt att på samma sätt sammanställa de konsekvenser som åtgärderna för med sig. Detta steg redovisas med den här rapporten. Steg 2 består i att leverera stiftsvisa rapporter som presenterar de möjligheter och restriktioner som finns i användandet av de produktionshöjande åtgärderna på respektive stift. Därefter kan ett tredje steg utföras, t.ex. i form av planer och policys för hur åtgärderna kommer att användas inom stiftet. Detta arbete utför stiftet själva, eller som uppdrag åt lämplig organisation.

Projektarbetet har fortlöpande följts upp av en referensgrupp bestående av Stig Berg (sammankallande, Karlstads stift), Max Enander (Härnösands stift), Erik Ling (Västerås stift) och Lars Rytter (Skogforsk).

STEG 1. ÖVERGRIPANDE EFFEKTER

Produktionshöjande åtgärder

Inledningsvis definierades de intressanta och användbara produktionshöjande åtgärderna tillsammans med referensgruppen från Svenska kyrkan. Tio olika huvudåtgärder togs fram (tabell 1), vilka i sin tur delades in i mer preciserade åtgärder. De åtgärder som ingår har effekt på produktionsnivån medan åtgärder som påverkar sortimentsutbytet, såsom gallring och stamkvistning inte ingår. Däremot finns åtgärder som indirekt höjer produktionen, antingen genom att minska skador och på så sätt generera mer virke (skademinskning), eller genom att ändra tillväxtmönstret så att mer av producerat virke kan tas om hand (röjning).

Effekterna av de olika åtgärderna beräknades sedan med hjälp av olika befintliga verktyg, dataset, rapporter m.m. Effekten av att använda de produktionshöjande åtgärderna jämfördes mot ett vanligt standardförfarande för respektive åtgärd. Exempelvis är det ganska vanligt att granplantor som inhandlas på

marknaden kommer från beståndsfrö. Det beror i första hand på brist på förädlat granfrö, men till viss del också på att enstaka markägare efterfrågar beståndsfrö. Därför är granplantor från beståndsfrö den bas mot vilken förädlade plantor, sticklingar m.m. jämförs. Ett annat exempel på en ”produktionshöjande” åtgärd är att reducera viltskador. Jämförelsebasen är då den skadenivå som i genomsnitt gäller över landet och åtgärderna vad som kan göras i skadeförebyggande syfte för att sänka denna skadenivå.

Effekterna av de produktionshöjande åtgärderna uttrycks i första hand som volymer, antingen i absolut mått (m³sk) eller relativt (%). Eftersom ekonomiska utvärderingar är färskvara och beslutsunderlaget skall ha en varaktighet som är längre prioriterades själva tillväxteffekterna, medan ekonomiska kalkyler har fått lägre prioritet. Det är emellertid möjligt att tämligen enkelt även värdera åtgärderna ekonomiskt.

Tabell 1.

De produktionshöjande åtgärder som ingår beräknades för respektive stift i projektet.

Huvudåtgärd	Preciserad åtgärd
1. Plant- och frömaterial	a. Förädlade plantor b. Klonat material, sticklingar c. Somatisk embryogenes
2. Trädslag	a. Byte av gran/tall mot t.ex. sitka/contorta/hybridasp
3. Föryngringseffektivitet	a. Godkända föryngringar b. Kortare kalmarkstid
4. Rönjningsstrategi	a. Tidpunkt
5. Gödsling	a. Gödsling av vuxen skog b. Ungskogsgödsling c. Askgödsling på dikad torvmark
6. Markbehandling	a. Dikning b. Skyddsdikning (nydikning med tillstånd) c. Askåterföring och kalkning
7. Ökat uttag	a. Biobränsleuttag (grot, stubbar, ungskog) b. Uttag i skyddad skog (PF, NS) c. Uttag på icke skogsmark d. Effektiv naturhänsyn
8. Beskogning av åkermark	a. Med olika trädslag
9. Skademinskning (utgående från dagens läge)	a. Viltskador (älg, rådjur, hjort) b. Snytbagge c. Svampskador (rotröta, kräfta)
10. Övergripande händelser	a. Klimatförändring b. Kvävedöfall

Konsekvenser på natur, miljö och sociala värden

En viktig del av arbetet har varit att ta fram konsekvenserna för natur- och miljövärden samt sociala värden av att vidta de föreslagna åtgärderna. Inledningsvis delades värdena in i olika värdegrupper (tabell 2), som sedan delades in i mer specifika värden. Dessa kan i sin tur analyseras från olika utgångspunkter. Effekter och konsekvenser varierar bl.a. beroende på region och markförhållanden och sålunda bedömdes konsekvenserna av åtgärder på olika marker och bördigheter.

För varje produktionshöjande åtgärd bedömdes konsekvenserna på natur- och miljövärden samt sociala värden. Natur- och miljövärden utgörs av mark, vatten, kol samt flora och fauna. Klimatfrågan hanteras indirekt genom effekterna på kolinlagring och potentiell påverkan på flödena av växthusgaser i

skogsekosystemet. De sociala värdena innefattar friluftsliv, jakt och fiske, landskapsbild och kulturmiljö. Konsekvenserna bedömdes dels genom att i texten beskriva vad som kan förväntas ske och dels applicera en tregradig skala enligt följande:

- + Troligen positiv påverkan av åtgärden
- 0 Mindre sannolik påverkan
- Troligen negativ påverkan av åtgärden

Tabell 2.

De skogliga värden för vilka konsekvenser av ökad produktion bedöms.

Värdegrupp	Specifikt värde
1. Natur- och miljövärden	a. Klimat och mark b. Vatten c. Flora och fauna
2. Sociala värden	a. Friluftsliv b. Jakt och fiske c. Landskapsbild d. Kulturmiljö

STEG 2. STIFTSVIS UTVÄRDERING

Den övergripande uppställningen av åtgärder och dess konsekvenser användes sedan för att göra en bedömning av åtgärdernas effekt och konsekvenser på de olika stiftens markinnehav. De enskilda stiftens levererade inför detta steg information om skogs- och åkerarealer, skogens fördelning på olika bonitetsklasser, åldersklasser och trädslag (tabell 3). Dessutom ingick uppgifter om bl.a. areal dikad mark, areal i anslutning till sjöar och åar, skogens fördelning på olika skötselriktningar (såsom målklass) m.m. En specificerad lista på vilka uppgifter som behövdes skickades till de medverkande stiftens (tabell 3). I det här steget beräknades den potential som finns inom stiftet för att höja produktionen.

Tabell 3.

Övergripande uppställning över uppgifter som inhämtats från respektive stift för att möjliggöra en stiftsvis genomgång av potentialen för de produktionshöjande åtgärderna samt medge en god bedömning av konsekvenserna vid användning av åtgärderna.

Uppgiftsgrupp	Uppgift
1. Virkesvolym och arealer för:	a. Trädslag b. Ståndortsindex c. Åldersklasser
2. Karta över stiftsegndomar	a. Visar närhet till tätorter b. Visar höjder (höjdkurvor) och vatten c. Visar skogens placering i landskapet
3. Avsättningar, storlek och typ	a. Nationalparker och reservat b. Nyckelbiotoper c. Frivilliga avsättningar med restriktioner
4. Arealer och längdmått	a. Våtmark och sumpskog b. Dikad mark c. Åkermarksareal aktuell för plantering d. Brandhärjad mark sedan 10 år tillbaka e. Strand- och vattendragslängd f. Längd av skogsbilvägar samt bommad del
5. Arealer och positioner för:	a. Skyddsvärda vatten och vattenskyddsområden b. Fasta fornlämningar c. Rekreatiomsområden
6. Övriga uppgifter	a. Jakt (fällda djur, viltpopulation, jaktarrenden) b. Fiske (fiskekort, använda vatten, typ av fiske) c. Kemikalieanvändning (snytbagge, rottröta, gödselmedel)

Svenska kyrkans skogsinnehav

Prästlönetillgångarna i Svenska kyrkan omfattade 2008 totalt nästan 530 000 ha, fördelat på 389 000 ha produktiv skogsmark, 52 000 ha jordbruksmark samt drygt 88 000 ha impediment och övrig mark. Den stiftsvisa fördelningen framgår av tabell 4 nedan. Det totala antalet prästlönefastigheter var ungefär 3 200 stycken.

Tabell 4.

Prästlönefastigheternas areella omfattning uttryckt som hektar på stiftsnivå enligt uppgifter inhämtade från respektive stift.

Prästlönetillgång stift	Produktiv	Jordbruks- mark	Impediment + övrig mark	Total areal
Göteborg	23 100	2 200	4 900	30 100
Härnösand	70 500	700	23 000	94 200
Karlstad	43 500	400	4 600	48 500
Linköping	28 400	6 500	500	35 400
Luleå	32 000	i övr mark	28 000	60 000
Lund	9 300	11 700	900	21 900
Skara	25 200	9 600	3 200	38 000
Stockholm	2 800	900	600	4 200
Strängnäs	14 100	4 000	-	18 100
Uppsala	41 700	5 900	5 100	52 700
Visby	7 200	1 800	1 900	10 900
Västerås	43 800	1 300	7 400	52 500
Växjö	47 100	6 600	6 200	59 900
Totalt	388 700	51 700	88 200	528 600

Produktionshöjande åtgärder

Plant- och frömateri

En säkert och effektivt sätt att höja produktionen långsiktigt är att använda det senast framtagna förädlade plant- och frömateri som finns tillgängligt (Rosvall m.fl., 2001). Detta kan ske med olika intensitet. Det dominerande sättet är att använda plantor som dragits upp från plantagefrö. Plantagefröet kan sedan särplockas, d.v.s. frö från de bästa individerna i plantagen sorteras ut. Detta är knappast aktuellt för gran, eftersom det råder brist på förädlad granfrö, framför allt i södra Sverige. För tall är dock tillgången till förädlad frö relativt god i större delen av landet. I den här rapporten nöjer vi oss med att räkna med plantagefrö utan särplock, eftersom detta kan utföras på många olika sätt. Nästa steg för att få ännu högre produktion är att plantera sticklingar (gäller huvudsakligen gran) som tas från de bästa trädindividerna. Klonval och klonhantering kan sedan effektiveras ytterligare med det som kallas somatisk embryogenes (SE), d.v.s. man producerar granplantor i laboratoriet från frövävnad.

Förädlade plantor

Rosvall m.fl. (2001) redogör för den genetiska vinsten av att använda förädlade plantor och frön i stället för lokal proveniens. Denna genomgång omfattar de fyra trädslag där kontinuerlig förädlingsverksamhet pågår: gran, tall, contortatall och vårtbjörk. Den ökade tillväxten med förädlad material framgår av tabell 5. Nivåerna ligger mestadels mellan 10 och 20 % högre tillväxt. Siffran varierar mellan trädslag och olika fröplantager inom trädslaget. Genom att plantera nya fröplantager i framtiden kan tillväxttöknings i princip fördubblas. Tillväxttöknings med förädlad material är en procentuell förbättring och får då de appliceras på olika ståndorter olika absolutvärden beroende på markens bördighet.

Tabell 5.

Uppskattad genetisk vinst i långsiktig arealproduktion för befintliga plantager i Sverige. Vinsten anges i relation till lämpligt, förflyttat oförädlad material och avser idealt tillstånd med lika blomning, ingen inkorsning m.m.

Trädslag	Antal ingående fröplantager	Tillväxttökning (%)	Bästa fröplantage	Bästa fröplantage, typ
Gran	12	10–24	G4:2 Sollerön	Testade F1-kloner
Tall	24	10–24	T8 Dal	Testade P-träd
Contorta	12	8–10	4 st plantager = 10 %	Otestade P-träd
Vårtbjörk*	5	5–16	Ekebo 3	Testade P-träd

* växthusplantage

Det bästa tillgängliga förädlade skogsodlingsmaterialet producerar i allmänhet 15–20 % bättre än oförädlad material (Rosvall m.fl., 2004). Det är dessa siffror som vi använder för nästa beståndsgeneration. Contortatall från naturbestånd har visat sig producera 33–38 % mer än oförädlad tall (Elfving & Norgren, 1993). Frön från svenska fröplantager ger ytterligare ca 10 % högre tillväxt. Möjligheterna att använda contorta är dock begränsad, se Trädslag nedan. Årsytan får t.ex. inte överstiga 14 000 ha år⁻¹ i genomsnitt och aldrig vara större än 16 000 ha. Under 2006 var planteringsarealen 2 500 ha (Skogsstyrelsen, 2008a), så det finns utrymme för en ökning av contortaplantering.

Klonat material, sticklingar

Användningen av sticklingar innebär att materialet som planteras ut är vegetativt förökat och därmed kloner. Med klonskogsbruk kan man blanda kloner i ett bestånd, vilket tidigare var ett krav, eller plantera olika bestånd med olika kloner. Användning av vegetativ förökning innebär att den genetiska vinsten blir högre, dels genom tidsvinst mot att bygga fröplantager och att undvika bakgrundspollinering, dels genom att man med kloner kan exploatera lite mer av den genetiska variationen. Rosvall m.fl. (2001) visade att den nuvarande förädlingsnivån för sticklingar låg på 14–23 % och beräknades nå 35–37 % under de kommande 20 åren. En klonblandning ger 3 % högre genetisk vinst än motsvarande fröplantage. Ett stort problem är att de sticklingshäckar som används för att producera sticklingar åldras snabbt, vilket ger en minskande plantbildningsprocent, och behöver ersättas med nya. Plantor från sticklingar bedöms kosta 75 % mer än vanliga fröplantor (Karl-Anders Högberg, muntlig kommunikation).

Den nuvarande lagtexten medger att klonat material totalt endast får användas på 5 % av en fastighets areal. Dock får man alltid plantera 20 ha. Det gör att klonskogsbruket inte, åtminstone för närvarande, kommer att bli en dominerande företeelse i de svenska skogarna.

Somatisk embryogenes

Somatisk embryogenes (SE) innebär att man på ett snabbt och effektivt sätt kan föröka plantor från frövävnad och på så vis välja de allra bästa klonerna (Devillard & Högberg, 2004). En stor fördel gentemot vanliga sticklingar är att man kan hålla materialet juvenilt ("ungdomligt") under mycket lång tid. Att hålla det juvenilt betyder att det är lätt för yngre materialet. I vanlig sticklingshantering/förökning har man en åldrandefas som gör att materialet till slut blir svårt att rota. Detta undviker man med SE. Här förvarar man vävnadskulturen i nedfryst skick under lång tid. Det gör också att man kan invänta testresultat och sedan ta fram de kloner som visat sig vara bäst. Metoden är för närvarande under utveckling för gran i Sverige och finns ännu inte ute i praktisk drift.

Kloning av gran kommer att ske från de mest högförädlade granarna. Det är dessa som skall massförökas som SE-plantor (Simonsen m.fl., 2008). En optimistisk uppskattning av merkostnaden för SE-plantor är att de på lång sikt blir 50 öre dyrare än vanliga plantor, men samtidigt kommer att producera 26 % mer än vanligt beståndsfrö. SE-plantor kostar idag i andra länder ännu mångdubbelt mer än vanliga plantor.

TRÄDSLÄG

Ett sätt att på relativt kort sikt (20 år och framåt) höja produktionen är att byta till ett trädslag med högre tillväxthastighet än det befintliga. Trädslag som anses intressanta i detta sammanhang är hybridasp, planterad vårtbjörk, hybridlärk, sibirisk lärk, douglasgran, sitkagran och contortatall (Rytter, 2007). Dessutom bör poppel beaktas vid plantering på åkermark eller före detta åkermark. Kunskapen om hur tillväxten är hos nämnda trädslag och var de kan användas varierar, men är i många fall starkt begränsad. Vi vet för närvarande för lite om proveniensvalet för de flesta exotiska trädslag. Rytter (2007) gjorde en grov

sammanställning över var de ovan nämnda trädslagen kan användas och vad som är lämplig ståndort (tabell 6).

Tabell 6.

En bedömning av var olika trädslag kan odlas. Det innebär inte att det direkt finns kommersiellt odlingsmaterial att tillgå, men att det på sikt går att ta fram. Samtliga trädslag gynnas av näringsrik mark med god vattentillgång. Glasbjörk är det träslag som, tillsammans med klibbal, kan växa på fuktiga och blöta marker. Från Rytter, 2007.

Trädslag	Odlingsregion	Lämplig ståndort
Vårtbjörk	Hela landet	Friska mot något torrare marker
Glasbjörk	Hela landet	Fuktiga marker
Contortatall	Huvudsakligen Norrland	De flesta marker, men ej fuktiga och rika
Douglasgran	Götaland	Friska marker, något åt det torrare
Hybridasp	Götaland, Svealand, längs Norrlandskusten	Friska och bördiga marker
Hybridlärk	Upp till Mälardalen	God vattentillgång på god mark, ej högsta SI
Poppel*	Götaland för närvarande	Som hybridasp, men helst åkermark
Sibirisk lärk	Svealand och Norrland	Goda tallmarker
Sitkagran	Västra Götaland	Djupa och fuktiga, men väl-dränerade marker

* Poppel ingår inte i originalsammanställningen

Användning av utländska trädslag på en areal större än 0,5 hektar skall i förväg anmälas till Skogsstyrelsen. Av de ovan nämnda trädslagen är poppel, hybridlärk, douglasgran och sitkagran utländska trädslag. Contortatallen har speciella regler, se Förädlade plantor ovan.

Björk

Planterad vårtbjörk (*Betula pendula* Roth) röner det största intresset när det gäller björk, eftersom den har högre tillväxt än naturligt föryngrad vårtbjörk och glasbjörk (*B. pubescens* Ehrh.) i allmänhet. Glasbjörk är ett alternativ på fuktigare marker, men knappast i annat fall. Planterad vårtbjörk kan förväntas producera i storleksordningen $10 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ som medeltillväxt i södra Sverige. Längs Norrlandskusten bör tillväxten kunna hamna i intervallet $5\text{--}8 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$, där den högre siffran kan förväntas på åkermark. Volymproduktionen är lägre än för flera av våra andra trädslag, men då veddensiteten ofta är avsevärt högre, uppemot 500 kg m^{-3} , blir skillnaden i biomassaproduktion betydligt mindre.

Björk planteras normalt med upp till 2 000 plantor ha^{-1} . Björk har en bra kvistrensning även vid måttligt täta förband och nuvarande rekommendationer vid plantering ligger under 2 000 plantor. Upp till breddgrad $59,5^\circ \text{N}$ i södra Sverige rekommenderas plantor som härstammar från fröplantagen Ekebo 4 (Stener & Karlsson, 2005). Norr därom bör förädlad finsk björk från motsvarande breddgrad användas, alternativt frö från närmaste frötäktbestånd. Vårtbjörk kostar för närvarande 3,75 kr per planta medan glasbjörk blir något dyrare på grund av de små förekommande kvantiteterna.

Med förädlad material kommer omloppstiden i södra Sverige att ligga under 50 år, i norra Sverige får man räkna med drygt 60 år. Slutförbandet blir ungefär 400 stammar ha^{-1} . Björkplanteringar bör i de flesta fall hägnas och tyvärr tyder de studier som är gjorda på att vårtbjörk är mer attraktiv som viltfoder än glasbjörk, åtminstone vad gäller älgskador. Vårtbjörk planteras företrädesvis på frisk och näringsrik mark med rörligt grundvatten. Den växer även på lite torrare marker, men då blir tillväxten lägre.

Björkvirket har en mångsidig användning, från vedeldning, via massaved, till högsta klassens såg- och fanértimmer för bl.a. möbeltillverkning.

Contortatall

Contortatallen (*Pinus contorta* Dougl.) finns naturligt spridd över stora delar av västra Nordamerika, från Alaska i norr till Kalifornien i söder. Det är den nordliga inlandsformen (var. *latifolia*) från British Columbia och Yukon-territoriet som är aktuell för odling i Sverige. Contortatallen introducerades i Sverige redan på 1920-talet. Under 1970-talet tog kommersiell plantering fart och hittills har det planterats upp emot 600 000 ha med contortatall. Den största delen av arealen finns på bolagsmark i Norrland. Ett stort antal proveniensförsök anlades över hela landet under 1960- och 1970-talet och fröplantager anlades sedermera. Det gör att det finns en hel del inhemsk kunskap om trädslaget. Contortatall är ett träslag som har sin stora potential för odling huvudsakligen i norra Sverige.

Enligt svenska undersökningar producerar contortatallen 33 % mer uttagbar stamvolym än vanlig tall på samma mark (Elfving & Norgren, 1993). Skillnaden tycks bestå oavsett lokalens ståndortsindex. I konkreta siffror innebär detta en medelproduktion på drygt 10 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ på ståndortsindex T20 och drygt 6 m³sk på T14. Rosvall och Normark (2006) räknade med 30 % tillväxtökning jämfört med tall för oförädlad contorta, och 40 % för förädlad material.

Contortatallens användning är omgärdad av en del regler, bl.a. får årsarealen i landet inte överstiga 14 000 ha i genomsnitt och 16 000 ha ett enskilt år. Contortatall får inte användas söder om latitud 60°, med undantag för Värmlands och Örebro län där den inte får användas för skogsodling söder om 59°30'. Mellan 60:e och 68:e breddgraden får contorta inte användas för skogsodling på hög höjd, något som håller på att omprövas av Skogsstyrelsen. Contortatall får vidare inte planteras på marker med ståndortsindex T24 eller G24 och högre index, eller närmare nationalparker och naturreservat än en kilometer.

Vid beståndsanläggning har man funnit att contortatallen har högre plantöverlevnad än den vanliga tallen, bl.a. tål den lägre temperaturer och drabbas mindre av snöskytte, knäcksjuka och älgbetning. Därför har den ofta använts på klimatmässigt besvärliga lokaler. Den kan dock användas på de flesta marker i norra delen av landet även om utvecklingen är bäst på tallmarker. På fuktiga och mycket bördiga lokaler har den haft problem med stabiliteten. Odlingsmaterialet hämtas från någon av de ca tio fröplantager som är i praktisk drift, beroende på breddgrad och höjd över havet. Plantpriset ligger på samma nivå som för vanlig tall. Normalförbandet vid plantering är ca 2 300 plantor ha⁻¹ och vanligtvis sker två gallringar på liknande sätt som i tallskog. Ett odlingsalternativ som diskuteras för contorta är ett gallringsfritt skogsbruk med förkortad omloppstid. Contortatallens normala omloppstid i produktionsskog uppskattas vara 10–15 år kortare än för vanlig tall, även om den kan bli upp till 400 år gammal. Contortatallens virke påminner något mer om gran- än tallvirke. Det uppvisar flera positiva kvalitetsegenskaper, men har något lägre densitet och större elasticitet än tall (Elfving m.fl., 2001).

Planterad contortatall har visat sig vara instabilare än vanlig tall, vilket medför att den lättare drabbas av vind- och stormskador. Bestånd som anlagts genom sådd är stabilare och intresset för sådd av contortatall ökar. Contortan är känslig för *Gremmeniella*. Det gör att avgången i äldre gallringsskog kan bli betydande.

Douglasgran

Douglasgran (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) är ett intressant trädslag för svenska förhållanden som i några fall visat god tillväxt. Det finns två allmänt förekommande varieteter: grön douglas (var. *menziesii*, mellersta British Columbia, längs Stilla havskusten ner till Mexico) som växer bäst och blir större, och grå douglas (var. *glauca*, östra Klippiga bergen, Montana till Mexico) som är mer skugg- och klimattålig. Det är huvudsakligen i Götaland som den gröna douglasgranen (var. *menziesii*) kan användas även om det finns exempel på bestånd i Norrland. Kunskapen om såväl odlingsmaterial som odlingssäkerhet och skötsel är mycket knapphändig inom landet och det finns inget förädlad odlingsmaterial tillgängligt idag. Planttillgången är ytterst begränsad. Därför bygger nedanstående information och rekommendationer huvudsakligen på utländsk erfarenhet.

Produktionen torde vara högre än hos vår vanliga gran. Douglasgranen har stark höjdtillväxt långt upp i åren, vilket gör att träden blir stora och att omloppstiderna kan vara långa. Medelproduktionen ligger i allmänhet i intervallet 10–15 m³ sk ha⁻¹ år⁻¹, men kan överstiga 28 m³ ha⁻¹ år⁻¹ på de bästa markerna. I Sverige har man bedömt att produktionen ligger i intervallet 8–18 m³ sk ha⁻¹ år⁻¹. I Danmark uppskattar man att den växer upp till 20 % bättre än gran, relativt sett bäst på sandig mark. Den når 60 m höjd i sitt naturliga utbredningsområde i västra Nordamerika, men i Danmark räknar man med max ca 40 m höjd och 1 m i diameter, d.v.s. ungefär samma som för gran. Omloppstiden förväntas dock bli över 80 år. Veddensiteten ligger oftast i intervallet 400–500 kg m⁻³, d.v.s. cirka 25 % högre än hos gran.

Douglasgranen växer bäst på friska marker, gärna åt det lite torrare hållet, men med kontinuerlig tillgång på vatten. Den är ofta svår att etablera på nordliga breddgrader då den är frostkänslig, vilket delvis förklaras av att tillgängliga provenienser har ett sydligt ursprung. Även större plantor och unga träd har visat hög dödlighet, antagligen beroende på frosttorka. Därför rekommenderas ofta en skärm vid plantering av douglasgran, t.ex. en lärkskärm som släpper in ljus. Douglasgranen är viltkänslig och kräver någon form av viltskydd, liksom behandling mot snytbagge. Rotröta kan angripa i unga år. Douglasgranen anses vara stormkänslig upp till 50-års ålder, men blir sedan alltmer stabil. Den är måttligt skuggtålig och kräver kontinuerlig gallring. Även om de nedre grenarna dör vid trängsel bryts de ner långsamt och blir sittande kvar på stammen. Stamkvistning är därför en aktuell åtgärd om man strävar efter högkvalitativt timmer.

Planterade douglasbestånd har inledningsvis 750–1 500 plantor ha⁻¹. Tillväxten är relativt långsam de första fem åren, men accelererar sedan. Virket påminner om tallens och är rödkärnat och långfibrigt. Det kan användas till såväl pappersmassa som sågade varor, men bedöms inte vara lika intressant som t.ex. sitkagran. Douglas-virket kan bli intressant för utomhusmiljöer, eftersom kärnveden är ganska rötbeständig.

Hybridasp

Hybridasp (*Populus tremula* L. $\times$ *P. tremuloides* Michx.) är en korsning mellan vår europeiska asp och den amerikanska aspen. Korsningen har givit en avkomma ur vilken det går att sortera fram individer som växer dubbelt så bra som vår svenska asp. Det nuvarande odlingsmaterialet uppskattas kunna växa med en medelproduktion på 20–25 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ under en ca 20-årig omloppstid på goda marker i Götaland. Veddensiteten ligger mellan 300 och 400 kg m⁻³ som torr-rå densitet, d.v.s. torrsvikt per volymenhet rå ved. Stener (1998) uppgav 335 kg m⁻³ som medeltal för 35 kloner vid 10 års ålder. Veddensiteten ligger sålunda på samma nivå som gran.

Det finns en förädlingspopulation på 15 kloner som är kommersiellt tillgänglig och lämpad för södra Sverige, och som för närvarande rekommenderas (Stener & Karlsson, 2005). Omloppstiden bör hamna under 25 år. Tidigare studier och mätningar visar också att det med ett förståndigt urval av kloner går att odla hybridasp längs Norrlandskusten. Här, liksom i Svealand, bör finskt hybridasp-material gå att använda. Man får sannolikt räkna med en drygt 30-årig omloppstid och att produktionen sjunker till under 15 m³sk ha⁻¹ år⁻¹. Hybrid Aspen betraktas enligt gällande regelverk som ett inhemskt trädslag.

Hybridaspbestånd är ganska kostsamma att anlägga, eftersom plantorna är jämförelsevis dyra (8–10 kronor styck p.g.a. mikroförökning) och att det oftast krävs hägn då asp är begärlig för viltet. Man kan kompensera för kostnaderna genom att plantera glest (1 100 plantor per hektar rekommenderas) och hägna större områden så att arealkostnaden sjunker. I nästa generation blir däremot anläggningskostnaden försumbar. Då erhålls ett tätt rotskottuppslag som man bygger vidare på med önskad inriktning. Det finns möjlighet att kombinera ett betydande biomassauttag vid röjning med fortsatt odling av timmerträd. För närvarande kan hybridasp- och aspvirke säljas som massaved och tändsticksvirke i landet. Lokalt används virket även till plywood.

Hybridasp planteras på frisk och bördig mark, åkermark liksom bra granmark är lämpliga ståndorter. Den största risken för skador, förutom viltskador, är stam- och grenkräfta. Därför har motståndskraft mot kräfta varit ett kriterium vid det genetiska urval som skett.

Lärk

Vid odling av lärk i södra Sverige, upp till Mälardalen, rekommenderas i första hand hybridlärk. Hybridlärk (*Larix* $\times$ *eurolepis* Henry) är en korsning mellan europeisk lärk (*L. decidua* Mill.) och japansk lärk (*L. kaempferi* (Lamb.) Carr.). Det finns idag fem fröplantager från vilka fröet bör hämtas: Hjälmshult, Klev, Lagan, Maglehem och Trolleholm. En medelproduktion runt 13 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ kan förväntas på god mark (G34) under en 35–40-årig omloppstid. Man når alltså ungefär samma volymproduktionsnivå som hos gran, men i betydligt tidigare ålder. Eftersom veddensiteten ligger kring 450 kg m⁻³, vilket är ungefär 25 % högre än för gran, blir biomassaproduktionen högre.

Hybridlärkbestånd anläggs med ca 2 000 plantor ha⁻¹ på icke frostlänta lokaler på goda (G30–32), men inte alltför goda marker. Grundvattnet får inte vara stillastående. På de allra bördigaste markerna anses kvaliteten bli dålig. Lärken är stormkänslig i ungdomen, men blir alltmer stabil med åldern. Plantorna är

känsliga för frost. Hybridlärk är viltkänslig, varför viltrepeller eller hägn bör användas. Den anses vara acceptabelt resistent mot lärkräfta, men angrips av rotröta. Hybridlärkspriset ligger för närvarande på 5–6 kronor per planta.

Den sibiriska lärken (*L. sibirica* Ledeb) är den klimatmässigt minst känsliga lärkarten och kan användas i Svealand och i Norrland, bl.a. i höglägen. Det finns tre aktiva plantager av sibirisk lärk, från vilka man bör ta fröet till plantodling: Östteg, Domsjöänget och Dammsjön. På bra marker i Norrland (motsvarande T26) kan medeltillväxten förväntas hamna på drygt 8 m³sk ha⁻¹ år⁻¹, på medelgoda marker nås sannolikt 5 m³sk ha⁻¹ år⁻¹. Sibirisk lärk sköts på liknande sätt som hybridlärk, men eftersom tillväxten är lägre, p.g.a. en nordligare breddgrad och trädslaget i sig, blir omloppstiden följaktligen längre (upp till 100 år). Plantpriset är lägre än för hybridlärk och låg våren 2009 på 2,75 kr styck. Den sibiriska lärken skall inte planteras på torra marker eller marker med stillastående vatten, och den växer inte självklart bättre än gran och tall på sikt. De enskilda träden blir större, men stamantalet måste hållas lägre. Dessutom har lärk mycket tjock bark. I äldre bestånd av sibirisk lärk har veddensiteten uppmätts till i snitt ungefär 600 kg m⁻³, vilket gör veden till ett av de tyngre bland våra träd och att biomassaproduktionen blir hög. Då man nyligen påträffat kottar och trädrester av sibirisk lärk i Sverige betraktas den numera som ett inhemskt trädslag till skillnad från andra lärkarter och hybrider.

Lärkvirket används för olika ändamål, bl.a. är det populärt i utomhusmiljöer, eftersom virket anses vara rötbeständigt. Däremot är det måttligt attraktivt inom massaindustrin, även om det går att använda. Lärkvirke sorteras där som barrmassaved tillsammans med tall, rötskadad gran och andra ”udda” barrträds- slag.

Poppel

Poppel är ett samlingsnamn på ett flertal arter och korsningar, alla med ett ursprung utomlands. Erfarenheterna från poppelodling finns nästan uteslutande från de allra sydligaste delarna av landet, och främst på åkermark. Hittills har en enda klon varit dominerande. Den går under namnet OP42 och är av typen balsampoppel. Det finns numera även ett av Skogforsk testat odlingsmaterial som omfattar 15 kloner och som rekommenderas i södra Sverige. Poppel tycks kunna växa ännu bättre än hybridasp om förutsättningarna är de rätta (Stener, 2004). Det betyder över 25 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ i genomsnitt på en omloppstid som knappast överstiger 20 år. Veddensiteten är ungefär densamma som för hybridasp.

Poppel planteras också med ungefär samma förband som hybridasp, d.v.s. ca 1 100 plantor ha⁻¹. Ofta sker ingen gallring över huvud taget och slutprodukt blir massaved och energived. Poppel är betydligt billigare att etablera än hybridasp, eftersom plantorna kan dras upp som rotade sticklingar eller till och med planteras som sticklingar. Dessutom tycks poppel av balsamtyp, vilken är den vanligaste i Sverige, inte vara lika viltbegärlig som asp och därför sker en del planteringar utan hägn, även om det medför viss risk. Eftersom erfarenheterna av att plantera poppel på skogsmark är starkt begränsade rekommenderas odling i första hand på åkermark. Rotade poppelsticklingar bör gå att få för ungefär 5 kronor styck.

I nästa generation tycks beståndet huvudsakligen bestå av stubbskott, vilket gör att kvalitet och möjligheter till varierad skötsel är sämre än för hybridasp. Produktionen kan dock bli hög. Det finns just nu ingen egentlig marknad för poppel i Sverige annat än som energived, vilket är förståeligt då utbudet är litet och ojämnt.

Sitkagran

Sitkagranen (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) kommer liksom douglasgranen ursprungligen från västra Nordamerika, längs kusten från Alaska i norr till Kalifornien i söder. Vår kunskap om odling i Sverige är starkt begränsad, liksom tillgången på plantmaterial. Sannolikt passar den bäst längs Götalands västkust där klimatläget är maritimt och vattentillgången är god. Den är t.ex. ett vanligt trädslag på Irland, i Skottland och på Vestlandet i Norge. Sitkagranplanter går att få för 4 kr styck. Fröet hämtas i dagsläget från danska fröplantager, men ett par svenska plantager är på gång.

Sitkagranen har högre produktion och är inte lika stormkänslig som vanlig gran, bl.a. är rotsystemet djupare på väl-dränerad mark. I Nordamerika överstiger medeltillväxten ofta $15 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. I Sverige bedöms sitkagranen i snitt kunna nå en produktion på upp emot $15 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$, men underlaget är litet. I Danmark har produktionsnivåer på $16 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ dokumenterats. Man uppskattar att sitkagranen producerar upp till 40 % mer än gran. I en svensk studie var merproduktion i genomsnitt 14 %. Sitkagranen är mer pionjärartad i sin tillväxt än gran, men höjdtillväxten är ändå långsam de allra första åren. På normala marker längs Alaskakusten når den 27 m höjd innan 50 års ålder. Den kan bli över 60 m hög och 3 m i brösthöjdsdiameter inom sitt naturliga utbredningsområde och växer bra på djupa, fuktiga, men väl-dränerade marker. Det får inte vara stillastående vatten.

Sitkagran planteras med ca 2 500 planter ha^{-1} . Utomlands rekommenderas hägn, bl.a. för att slippa få fejningsskador, men annars viltbetas den mindre än vanlig gran. Den är frostkänslig både på våren och på hösten. Skötseln bör vara ungefär som för gran, men gallringar sker med tätare intervall och omloppstiden är kortare. I allmänhet börjar gallringarna mellan 15 och 22 års ålder och utförs vart 4–5 år fram till föryngringsavverkning, som sker vid 35–45 års ålder enligt vissa källor och vid 50–60 år enligt andra. Ett gallringsfritt skötselalternativ har föreslagits och sitkagranen anses kunna växa med högre stamtäthet än gran. Eftersom den skjuter vattenskott bör ljusinsläppet inte variera för mycket under omloppstiden. Stamkvistning kan övervägas som åtgärd.

Virkesmässigt är sitkagranen lik vanlig gran, men virket är segare. Rotröta kan vara ett problem.

Produktionsnivåer och skötselrekommendationer

I nedanstående tabeller (tabell 7 och 8) sammanfattas den förväntade produktionen samt sköselförslag för de aktuella trädslagen. Tabellerna är hämtade från Rytter (2007).

Tabell 7.

Uppskattade produktionsnivåer för björk, contortatall, douglasgran, hybridasp, lärk, poppel och sitkagran.

Trädslag	Region	Förväntad medelproduktion (m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹)	Kommentar om volymproduktionen
Vårtbjörk	Söder om latitud 59,5 °N	8–10 på bättre marker	c. 2/3 av gran men högre veddensitet
	Norr om latitud 59,5 °N	5–8	se ovan
Contortatall	Norrland, norra Svealand	6–11	33 % högre än tall, förädlad contorta ger ytterligare 10 %
Douglasgran	Götaland	8–18	c. 20 % högre än gran
Hybridasp	Götaland	>20	c. 50 % högre än gran
	Svealand o Norrlands kustland	12–15	litet underlag
Hybridlärk	Upp till Mälardalen	c. 13 i snitt	som gran men kulminerar tidigare
Sibirisk lärk	Svealand och Norrland	5–8	som gran o tall på lämplig mark för resp. trädslag
Poppel	Götaland	>20	sannolikt högre produktion än hybridasp
Sitkagran	Västra Götaland	10–17	10–40 % högre än gran

Tabell 8.

Förslag på skötselstrategier för björk, contortatall, douglasgran, hybridasp, lärk, poppel och sitkagran.

Trädslag	Planteringsförband (st ha ⁻¹)	Antal gallringar	Omloppstid (år)
Vårtbjörk	Söder: c. 1 800	2–3	40–45
	Norr: c. 2 000	2–3	60–65
Contortatall	c. 2 300	2	60–100
Douglasgran	750–1 500	3–4	80–100
Hybridasp	Götaland: 1 100	1–2	20–25
	Götaland: 800–1 100	0	15–20
	N om Götaland: 1 100	1–2	c. 30
Hybridlärk ¹	c. 2 000	c. 5 (2–3?)	35–40
Sibirisk lärk ¹	2 000–2 500	c. 5 (2–3?)	80–100
Poppel	800–1 100	0	15–20
Sitkagran	c. 2 500	2–3	40–60
	2 500–3 300	0	40–55

¹Litteraturen anger många gallringar för lärk, men det vore önskvärt att kunna reducera antalet.

FÖRYNGRINGSEFFEKTIVITET

Genom att göra förbättringar i föryngringsarbetet går det att höja medeltillväxten i skogen. Det handlar mycket om att omloppstiden kan kortas några år då ambitionsnivån höjs vid återbeskogning. Det finns tre tydliga spår där förbättringar är möjliga.

Godkända föryngringar

Först och främst gäller det att föryngringarna lyckas, vilket innebär att föryngringsmetod och utförande måste väljas och utföras med omsorg. De senaste tjugo åren har arealen som skogsodlas minskat från ca 200 000 ha år⁻¹ till 125 000–150 000 ha (SLU, 2004, Skogsstyrelsen, 2008a). Samtidigt har arealen som självföryngras med fröträdställning ökat från 25 000 till 50 000 ha år⁻¹. Eftersom de naturliga föryngringarna är luckigare (SLU, 2004) och uppvisar en större andel icke godkänd areal (Skogsstyrelsen, 2008a) innebär den här förändringen att andelen godkända hyggen inte har ökat på senare tid. Enligt Skogsstyrelsen (2008a) är 88 % av den planterade arealen och 74 % av den naturligt föryngrade godkänd. Då ingår godkända huvudstammar av självför-

yngrade lövträd. Där inga åtgärder företagits efter avverkning är endast 18 % av arealerna godkända enligt kraven i § 6 skogsvårdslagen.

En annan viktig aspekt som påverkar föryngringsresultatet är markberedningen. Här kan en ökande trend ses. På den planterade arealen har markberedningen ökat från 82 till 91 % det senaste decenniet (Skogsstyrelsen, 2008a). För den naturligt föryngrade arealen är motsvarande siffror 56 till 68 %.

Det finns sålunda utrymme för förbättringar vad gäller att nå godkända föryngringar. Rosvall m.fl. (2004) gjorde ett par simuleringar för att beräkna effekterna av höjda föryngringsambitioner hos de privata markägarna i Sverige. I scenariot "Föryngring godkänd" lades nivån enligt det skogspolitiska målet, d.v.s. på minst 1980-talets nivå. Detta jämfördes med vad som kallas "SKA 03 Referens". I det andra scenariot "Föryngring intensiv" höjdes ungskogskvaliteten jämfört med i "Föryngring godkänd". Detta låter sig göras genom att ändra antal huvudstammar, trädslagsfördelning, höjdsiktning och skadegrad. I tolkningen av resultaten ingick också att applicera de senaste markberedningsmetoderna som används i praktiken. Två typlän ingick i simuleringen och resulterade i att tillväxten kunde öka med 4 respektive 7 % för de två scenarierna i de två länen. Kostnaden för att plantera/så och markbereda beräknades till 1 200–7 500 kr ha⁻¹.

Kortare kalmarkstid

Det andra spåret rör kalmarkstiden. För varje år som kalmarkstiden förkortas vid plantering ökar produktionen med den förväntade medeltillväxten på samma sätt som vid den tidsvinst som fås då ungskogen växer snabbare med bättre etableringsmetoder. Om kalmarkstiden halveras och minskar med 2–3 år betyder det att tillväxten ökar med 2,5–3,5 % (Rosvall m.fl., 2004). Förutom den teoretiskt beräknade tillväxtvinsten kommer plantor som planteras direkt efter kalavverkning att hinna etablera sig innan markvegetationen utgör besvärande konkurrens. Detta gynnar såväl överlevnad som tillväxt. För att korta omloppstiden bör plantering användas i stället för självföryngring. Att korta kalmarkstiden innebär generellt sett inga extra kostnader.

Lövträd eller barrträd?

Den tredje möjligheten att öka tillväxten via föryngringsverksamheten är valet av plantor. Om man byter till ett mer snabbväxande plantmaterial blir tillväxten naturligtvis högre. Effekterna av trädslag och förädlade plantor behandlas i andra avsnitt. Här nämns endast möjligheten att reducera lövandelen, varmed huvudsakligen avses att minska andelen björk. I ovanstående simuleringar är andelen löv fortfarande 24 % (Rosvall m.fl., 2004) och genom att sänka detta ytterligare finns möjlighet att höja tillväxten en aning.

Sammanlagd effekt av ökad föryngringseffektivitet

Nedanstående tabell (tabell 9) visar hur mycket Rosvall m.fl. (2004) bedömde att tillväxten kan öka genom att förbättra olika delar i föryngringsarbetet.

Tabell 9.

Ökad tillväxt och avverkningspotential på lång sikt (50–100 år) genom förbättrad föryngring hos de privata markägarna i Sverige. Från Rosvall m.fl. (2004).

Föryngringsmetod	Ökad avverkn. möjlighet (%)	Rimlig nivå (%)
Föryngring Godkänd (HUGIN-resultat)	4	4
Föryngring Intensiv (HUGIN-resultat)	2–5	3
Förkortad växttid (moderna metoder + kortare kalmarkstid)	5	2
Mer barr och mindre löv (gissning)	2	1
Sammanlagt	13–16	10

RÖJNINGSTRATEGI

Röjning är ingen egentlig tillväxtshöjande åtgärd. All form av uttag i skogsbestånd leder till att den totala tillväxten sänks. I röjningens fall tas träd bort som ändå troligen inte kommer till användning och det leder dessutom till att självgallringen kommer att minska. Den är ofta betydande i täta ungskogar. Röjning innebär att de träd som står kvar får större utrymme att utvecklas, och det innebär vidare att dessa träd snabbare når dimensioner för gagnvirke. På så sätt kan omloppstiden kortas och det innebär att mer gagnvirke kan produceras per tidsenhet. Röjningen kan på så sätt faktiskt bli en produktionshöjande åtgärd. Om grot tas ut i ungskog blir situationen något annorlunda, men tidig röjning ger snabbare dimensionsutveckling och ger, som det ser ut, idag en bättre ekonomi totalt sett. Tidig röjning blir också billigare än sen röjning.

Sen röjning i stamtäta bestånd medför en tillväxtförlust av gagnvirke. Tillväxtminskningen har generaliserats för barrdominerad skog av Rosvall och Normark (2006). En senareläggning av röjningen med 1,5 m i höj dintervall 2–4 m vid röjning till 1 800–2 300 stammar ha⁻¹ beräknades ge nedanstående tillväxtreduktioner (tabell 10). Om stamantalet är över 7 000 ha⁻¹, vilket inte är ovanligt vid riklig naturlig föryngring, blir det en avsevärd effekt av att skjuta upp röjningen. Röjning innebär alltid en investering som kostar pengar, men genom att tidigarelägga den blir kostnaden lägre.

Tabell 10.

Tillväxtreduktion på grund av försenad röjning med 1,5 m i trädhöj dintervall 2–4 m.

Stamantal före röjning	Stamantal efter röjning (st ha ⁻¹)	Tillväxtförlust (m ³ sk ha ⁻¹)
(st ha ⁻¹)		
7 000+	1 800–2 300	10–15
3 000–7 000	1 800–2 300	2,5–5
–3 000	1 800–2 300	0

Även om röjningen sker tidigt bör stamantalet efter röjning hamna på en nivå som gör att effekten blir stor inför första gallringen, d.v.s. bra dimension och stor volym. De studier som gjorts för gran och tall pekar på att stamantalet vid första gallring bör ligga på ca 2 000 ha⁻¹ (Pettersson, 1996, 2001; Hyytiäinen m.fl., 2005). Det innebär att ungefär 2 300 stammar ha⁻¹ skall lämnas efter röjningen för att kompensera för viss avgång.

Vid röjning i granskog finns också möjlighet att ta bort de undertryckta träd som annars måste förrotas i samband med gallring. Förrotning är i dag nödvändigt i huvuddelen av de tidiga grangallringarna i södra Sverige. Förutom att förrotningen är en kostsam åtgärd utgör den en allvarlig risk för rotröteinfek-

tion genom röjstubbar. Om de undertryckta granarna röjs bort i den ordinarie röjningsfasen minskar man denna infektionsrisk.

Det skall noteras att ovanstående resonemang och rekommendationer bygger på studier av barrträd, d.v.s. gran och tall. För lövträd gäller samma resonemang, men siffrorna blir annorlunda. För de ordinära lövträden björk, asp och al bör stamantalet efter röjning ligga i intervallet 1 200–2 000 stammar ha⁻¹ (Almgren, 1990; Rytter & Werner, 1998). Den viktigaste anledningen är att lövträdens kronor snabbt reduceras vid konkurrens, varför träden måste stå förhållandevis glest för att behålla sin produktionskapacitet. Bok och ek måste stå tätare än de ordinära lövträden, då det krävs för kvalitetsdaning, annars blir de greniga och krokiga. Hos lövträden finns inte mycket att hämta i röjningen för att öka produktionspotentialen, eftersom rekommendationerna redan styr mot tidig röjning (ordinära lövträd) eller värdeutveckling (bok och ek). Däremot kan man förlora mycket på att inte följa rekommendationerna.

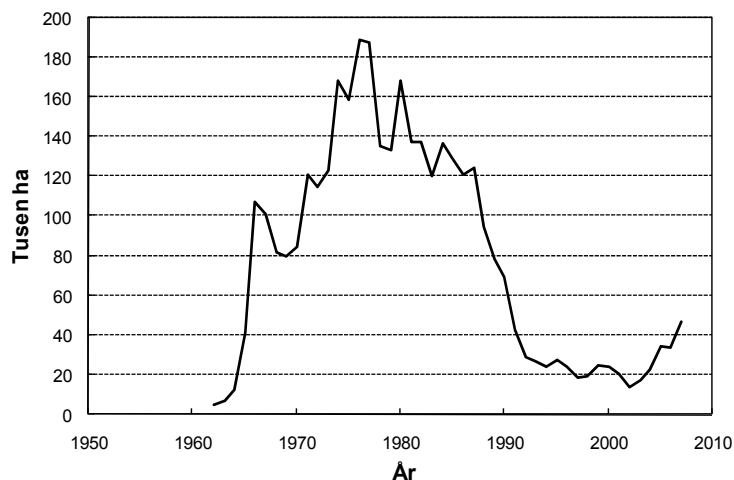
I ett produktionsinriktat skogsbruk där ett högförädlat och snabbväxande material planteras är det viktigt att röja bort självföryngrade löv- och barrträd. Då kan den högre tillväxten hos de förädlade plantorna utnyttjas fullt ut. Röjningen skapar även förutsättningar för att skogsgödsla med bra tillväxteffekt och för att ge god ekonomi när bestånden blir äldre (Pettersson, 2004).

GÖDSLING

Gödsling av vuxen skog på fastmark

Traditionell skogsgödsling är en åtgärd som ger effekt på kort sikt (Rosvall m.fl., 2004). Den vanligaste gödslingsregimen är att man går in sent under omloppstiden och genomför en eller möjligen 2–3 gödslingar. Kunskap och rekommendationer om skogsgödsling har sammanställts av Jacobson m.fl. (2005) och det finns även prognosfunktioner där man kan testa bestånd och se effekten av gödsling. Kostnaden för en standardgödsling på 150 kg N ha⁻¹ har stigit under senare år. Kostnaden fördelar sig på gödselmedel (60–65 %), spridning (30 %) och transporter (5–10 %). Rosvall m.fl. (2004) anger en genomsnittlig kostnad på 2 200 kr ha⁻¹. Men det anses av många vara för lågt idag och nuvarande kostnad hamnar kring 3 000 kr ha⁻¹.

Från mitten av 1960-talet och fram till slutet av 1980-talet var kvävegödsling på fastmark i skogen en ekonomiskt viktig åtgärd för storskogsbruket. Den årliga gödslingsarealen var nära 200 000 hektar i slutet av 1970-talet, för att därefter sjunka stadigt till en nivå på ungefär 20 000–30 000 hektar. På senare år har arealen ökat igen och var år 2007 över 46 000 ha (figur 1). Totalt hade kvävegödsling på skogsmark fram till 2001 gett en mertillväxt på drygt 40 miljoner m³sk till ett bruttovärde på minst 15 miljarder kr (Thuresson, 2002). Förmodligen har kvävegödslingen ökat exportinkomsterna med 30–50 miljarder kr i 2002 års penningvärde.



Figur 1.
Årigen skogsgödsling areal i Sverige under perioden 1963–2006. Källor: Skogsstyrelsen 1983, 2008a.

De växande bestånden behöver alla essentiella näringsämnen för att bygga upp barr- och bladmassan. På fastmarker i Sverige är det normalt kväve som är det tillväxtbegränsande ämnet. Det är framför allt inom SI-intervallet 16–30 m som kvävegödsling är kostnadseffektiv. Skogsgödsling sker för närvarande enbart med Skog-CAN som består av ammoniumnitrat med inblandning av 18 % dolomitkalk, 0,2 % bor och resten ammoniumnitrat, vilket ger totalt 27,2 % kväve (Jacobson m.fl., 2005). Dolomitkalk blandas i för att motverka utbytesaciditeten (försurning genom jonbytesreaktioner) som ammoniumnitrat ger upphov till och bor tillsätts för att förhindra en ibland förekommande brist. Borbrist kan uppstå på magra tallmarker främst i Norrlands inland och en brist påverkar knoppänlag och årsskott.

Kvävegödsling ger inte bara en ökad virkesvolym utan träden blir även grövre. Dimensionseffekten består av:

- 1) timmerutbytet – grövre träd ger ökat timmerutbyte per m³sk,
- 2) timmerpris – grövre timmer betalas normalt sett bättre, och
- 3) avverkningsekostnader – grövre träd är billigare per m³sk att avverka.

Eftersom en ökad diameter innebär att träd växer in i värdefullare sortiment kan värdeökningen bli betydande. Gödslingsintäkten fördelas normalt med 60–70 % på volymeffekt och 30–40 % på dimensionseffekt (Jacobson m.fl., 2005). Pettersson (1994) och Jacobson m.fl. (2005) anger sju krav som alla skall vara uppfyllda för att skogen skall vara gödslingsvärd. De är:

- Fastmark, där humustäcket får vara maximalt 30 cm.
- Jordmånen skall vara podsol.
- Ståndortsindex skall ligga mellan 16 och 30 m.
- Minst 80 % av grundytan skall bestå av barrträd.
- Beståndets utveckling skall ha nått lägst förstagallringsskog.
- Ingen avverkning skall ske inom tio år efter gödsling.
- Skogen skall vara frisk och välsluten.

Enligt författarna ger gödsling på svagare mark än 14 m liten absolut tillväxtökning och högproduktiva marker med ståndortsindex över 30 m samt brunjordar, är normalt så kväverika att kvävegödsling ger liten eller ingen tillväxt-effekt. Man bedömer också att effekten efter konventionell gödsling i lövskog är låg och kortvarig, vilket ger dålig lönsamhet. Lövträd behöver troligtvis en annan gödslingsregim med tätare gödslingsintervall, eftersom de årligen fäller sina löv och därmed förlorar stora delar av det interna kväveförrådet.

Avverkning och omgödsling av ett gödlat bestånd innan effekten klingat av innebär att man förlorar en del av den förväntade mertillväxten och kan inte rekommenderas.

Beroende på var i landet man befinner sig och vilket ståndortsindex beståndet växer på blir effekten av gödsling olika. En enkel sammanställning för en engångsgiva finns i tabell 11. Det går att göra betydligt mer noggranna beräkningar med de prognosfunktioner som bl.a. finns tillgängliga i Gödslingskalkyl på KunskapDirekt under fliken Verktyg (www.kunskapdirekt.se).

Tabell 11.

Total gödslingseffekt, m³sk per hektar, vid en gödselgiva på 150 kg kväve per hektar.

Källa: Jacobson m.fl. (2005).

NORRLAND

Ståndortsindex	Beståndsålder vid gödsling				
	40 år	60 år	80 år	100 år	120 år
T16	-	17	17	16	15
T20	16	18	18	17	16
T24	17	19	19	18	17
T28	16	17	17	16	15
G16	-	18	18	16	16
G20	18	20	20	19	18
G24	19	21	21	19	18
G28	18	20	19	18	17

SVEALAND och NORRA GÖTALAND

Ståndortsindex	Beståndsålder vid gödsling				
	40 år	60 år	80 år	100 år	120 år
T16	-	15	15	14	13
T20	17	16	16	15	14
T24	14	16	16	15	14
T28	14	15	14	13	13
G16	-	16	16	15	14
G20	15	18	18	17	16
G24	16	19	17	17	16
G28	16	18	17	15	14

Rosvall m.fl. (2004) sammanställde och bedömde tillgängliga arealer som kan kvävegödslas på privata marker. En uppdelning gjordes för landsdelar och hänsyn togs till Skogsstyrelsens allmänna råd om gödsling (Skogsstyrelsen, 2007a, se tabell 12). Då olämplig bonitet dragits av samt bedömningen gjorts att 50 % av återstoden är gödslingsvärd, återstod 40 % av skogsmarksarealen över landet. Varje år kunde således 0,39 % gödslas av den totala bedömda skogsmarksarealen. Tillväxteffekten antogs i genomsnitt bli 15 m³sk ha⁻¹ under omlopps-

tiden, vilket totalt gav 632 000 m³sk år⁻¹ i ökad tillväxt. Ett liknande sätt att räkna används även på Svenska kyrkans marker.

Tabell 12.

Sammanställning av tillgängliga arealer, beräkningsförutsättningar samt tillväxtutfall vid gödsling av all gödslingsvärd (bedömd) areal, en gång per omloppstid, för ägarkategorin Privata skogsägare. Källa: Rosvall m.fl. (2004).

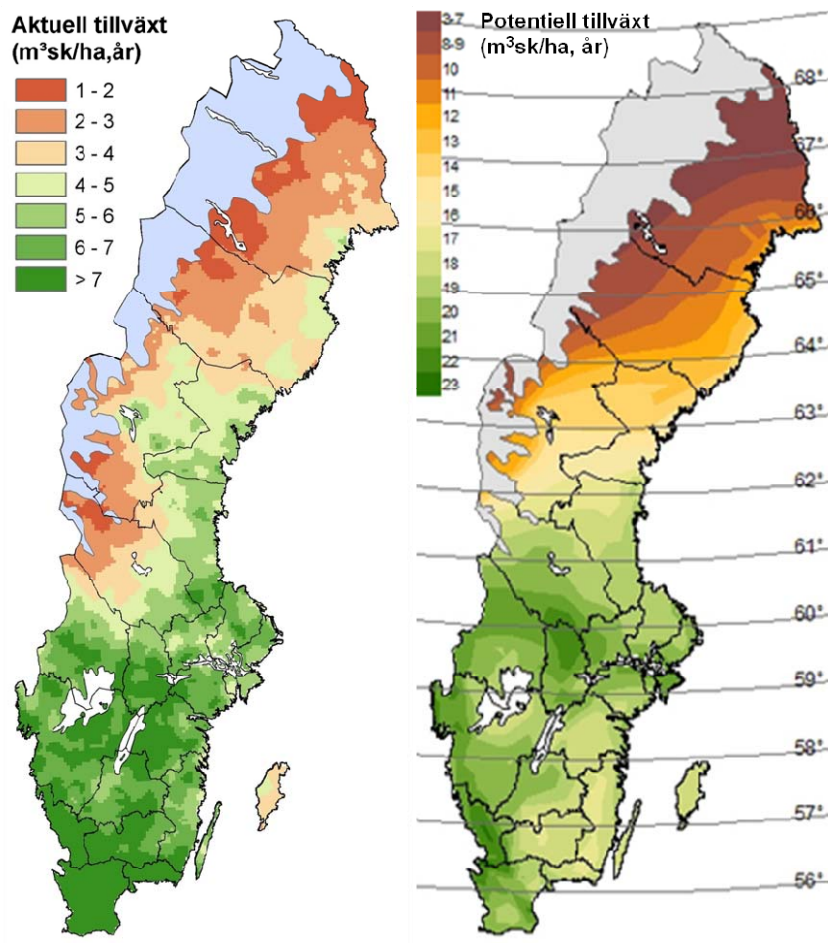
	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland *	Hela landet
Produktiv skogsmark (ha)	2 506 000	2 457 000	2 714 000	2 894 000	10 571 000
Olämplig bonitet (%)av tot.areal)	31	12	10	25	20
Gödslingsbar areal (ha)	1 729 000	2 162 000	2 443 000	2 170 000	8 504 000
Gödslingsvärd areal (50 % av ovan)	865 000	1 081 000	1 221 000	1 085 000	4 252 000
Årligt gödslad areal (ha)	7 200	9 800	12 200	12 100	41 300
Årligt gödslad areal (% av prod.	0,29	0,40	0,45	0,42	0,39
Tillväxteffekt av en gödsling (m ³ sk ha ⁻¹)	17	16	15	14	15
Ökad tillväxt (m ³ sk år ⁻¹)	122 000	157 000	183 000	169 000	632 000

* Exklusive Skåne, Blekinge, Halland och f.d. Göteborg- och Bohus län.

Ungskogsgödsling

Konceptet att gödsla mer kontinuerligt under omloppstiden och att börja så snart plantorna etablerat sig och fått ut rotsystemen benämns ungskogsgödsling. Åtgärden har effekt på lång sikt. Konceptet har testats experimentellt under några decennier (Tamm m.fl., 1974; Tamm & Aronsson, 1982) och visat på kraftiga tillväxtökningar under pågående behandling. Huruvida delar av gödslingseffekten kvarstår efter avslutad behandling återstår att utreda.

Bergh m.fl. (2005) beräknade den potentiella tillväxten för gran över landet och kom fram till att om vatten och näring kan tas bort som tillväxtbegränsande faktorer skulle medelproduktionen i södra Sverige uppgå till 22–24 m³ ha⁻¹ år⁻¹. Motsvarande siffror för södra Norrland och norra Norrland skulle bli motsvarande 16–20 respektive 8–14 m³ ha⁻¹ år⁻¹ (figur 2). Samtidigt skulle omloppstiderna reduceras avsevärt. Eftersom bevattning knappast är en praktiskt möjlig åtgärd i skogsbruket kommer denna potential emellertid inte att kunna utnyttjas. Delar av den, som beror av gödslingen, skulle dock kunna erhållas. Framför allt i norra Sverige, där vatten inte är speciellt tillväxtbegränsande, skulle produktionsnivån kunna höjas avsevärt enligt Bergh m.fl. (2005).



Figur 2.

Aktuell tillväxt för gran över landet (t.v.) och potentiell tillväxt för gran med fasta gödselmedel enligt konceptet ungskogsgödsling och utan vattenbrist (t.h.). Källa: Bergh m.fl. (2005).

De nuvarande rekommendationerna för ungskogsgödsling är ungefär följande (Bergh, 2009). I samband med markberedning påförs ca 6 ton aska. Den första gödslingen utförs när träden är 2–4 m, då 150 kg N och 200 kg P påförs per hektar. Kostnaden för en sådan gödsling bedöms hamna kring 3 300 kr ha⁻¹. Därefter sker gödsling vartannat år med i huvudsak rent kvävegödsel med givan 100–150 kg N ha⁻¹. Den lägre siffran gäller södra Sverige och den högre längre norrut. Ibland ersätts den rena kvävegödslingen med tillförsel av gödselmedel som innehåller kväve (100–150 kg N ha⁻¹), fosfor, kalium och magnesium. Ungskogsgödsling sker 5–7 gånger, beroende på landsända, till dess att beståndet sluter sig. Sedan sker vanligtvis två gödslingar enligt konventionellt sätt före slutavverkning. Den intensiva behandlingen gör att omloppstiden i praktiken troligen kan reduceras med i storleksordningen 20 %.

Jacobson m.fl. (2005) anser att man bör undvika att gödsla ungskog, eftersom tillväxtökningen i volym är låg och det tar lång tid att få tillbaka gjorda investeringar. Här finns emellertid lite olika skolor, varför ungskogsgödsling bör utredas bättre.

Askgödsling på dikad torvmark

På fastmark (minerogena jordar) är kväve (N) nästan alltid det tillväxtbegränsande näringsämnet. På torvmark (organogena jordar) är däremot tillgången på kalium (K) och fosfor (P) begränsad och trädutväxten brukar i allmänhet öka då K och P tillförs (Sikström m.fl., 2006). Det förutsätter dock att kväve finns i tillräcklig mängd och att marken är tillfredsställande dränerad.

Aska innehåller de flesta nödvändiga näringsämnen förutom N, och lämpar sig därför för spridning på marker där andra ämnen än N kan vara begränsande för tillväxten. Effekten av askgödsling är inte omedelbar (Sikström m.fl., 2006), men brukar i allmänhet synas efter ungefär sju år (Silfverberg, 1996). Givan behöver också vara av en viss storlek för att ge effekt. Askgivan bör vara över 2 ton ha⁻¹ för att ge en mätbar tillväxtökning. Tillväxten kan öka med en faktor tio efter asktillförsel och tillväxtökningen är vanligtvis mer uthållig än då PK-handelsgödselmedel används. En mertillväxt på 100 m³ ha⁻¹ under en period på 30–40 år är möjlig (Silfverberg & Moilanen, 2001), d.v.s. 2,5–3,3 m³ år⁻¹. Det finns således en potential att öka produktionen på torvmark genom asktillförsel, och då avverkning sker på denna typ av mark är askåterföring en viktig åtgärd.

I Sverige finns det 0,8 miljoner ha dikad torvmark som är möjliga att askgödsla (Hånell & Magnusson, 2005). Av dessa har nära 200 000 ha bedömts som lämpliga för att ge god tillväxtökning. En uppskattning av möjlig avsättning av aska för askgödsling ligger på 40 000 ton år⁻¹. Då antas en tillförsel på 5 ton aska ha⁻¹ vart 25:e år på dessa 200 000 ha och en omloppstid för bestånden på 100 år. En giva på 5 ton ha⁻¹ motsvarar ca 50 kg P och 150 kg K.

I Sverige produceras årligen ungefär 1 miljon ton aska, varav ca en tredjedel kan hänföras till skogsbränslen och spill från massa-, pappers- och träindustri (Sikström m.fl., 2006). Denna aska skulle bl.a. kunna användas för att gödsla organogen mark, inte minst den del som för närvarande läggs på deponi.

Innan en större satsning sker på askgödsling av dikad torvmark behöver bättre kunskaper inhämtas om övriga miljöeffekter som kan hänföras till åtgärden. Dels behöver balansen av växthusgaser klaras ut och dels behöver påverkan på vattenkemin granskas. Kan den förväntade ökade fixeringen av kol (CO₂) genom ökad tillväxt kompensera för en sannolik ökning av koldioxid (CO₂) och metan (CH₄) från nedbrytning av torven? Kommer grundvatten och avrinningsvatten att påverkas och i så fall hur mycket?

Regler kring skogsgödsling

Det behövs inget tillstånd för att gödsla, men ”större gödslingsföretag” skall enligt Miljöbalken anmälas till Skogsstyrelsen minst sex veckor i förväg. Definitionen på ”större företag” är diffus. Skogsstyrelsens ”Allmänna råd för kvävegödsling” (Skogsstyrelsen, 2007a) är vägledande för hur myndighetsutövningen sker och där finns bl.a. angivet skyddszoner (tabell 13) och maximal kvävetillförsel i olika landsdelar. Enligt de allmänna råden får max 450 kg kväve per hektar tillföras under en omloppstid i norra Sverige (Medelpad och Jämtland samt norrut). I Svealand samt Gävleborgs län är motsvarande giva 300 kg. Söder därom rekommenderas ingen gödsling, men 150 kg N ha⁻¹ under en omloppstid godkänns i granskog i norra Götaland (figur 3) i samband med gro-

uttag. Även om myndigheterna har en restriktiv hållning till skogsgödsling i Götaland råder inget generellt förbud.

Tabell 13.

Spridning av gödsel bör ej spridas över nedanstående områden eller inom angiven skyddszon mot dessa områden (Skogsstyrelsen, 2007a)

Område	Gödslingsfri zon, m
Sjö och vattendrag	25
Våtmarker med mkt höga/höga natur- och	25
Formellt skyddad mark	25
Nyckelbiotoper	25
Tomtmark	25
Annans mark och väg	10



Figur 3.

Områdesindelning för begränsning av skogsgödsling med kvävegödselmedel på fastmark (gäller ej torvmark). Följande rekommendationer ges: Område 1) skogsgödsling bör inte ske; Område 2) skogsgödsling bör inte ske, men kan godtas med max 150 kg N ha⁻¹ under en skogsgeneration där gran dominerar och grotskörd sker eller planeras; Område 3) skogsgödsling bör ej överskrida 300 kg N ha⁻¹ under en skogsgeneration; Område 4) skogsgödsling bör ej överskrida 450 kg N ha⁻¹ under en skogsgeneration.

MARKBEHANDLING

Det finns möjlighet att påverka markens produktionsförmåga via olika åtgärder. Under de senaste århundradena dikades stora skogsmarksarealer. Avsikten var att leda bort stående vatten, som leder till syrebrist och låg tillväxt hos träden. Detta dikessystem är emellertid inte effektivt under evig tid utan behöver underhållas om den ursprungliga funktionen skall behållas. Dikning delas in i de tre formerna dikesrensning, skyddsdikning och skogsdikning. Ytterligare åtgärder som diskuteras i anslutning till markbehandling är askåterföring och kalkning. De olika åtgärderna behandlas nedan. Gödsling behandlas ovan i ett separat avsnitt.

Dikning

Torvmarker och fasta våtmarker utgör ungefär 20 % av Sveriges landareal (Hånell, 1989). För att öka tillväxten på dessa marktyper skedde dikning av stora arealer, främst på 1900-talet. Totalt uppgår den dikade arealen på skogsmark till ca 1,5 miljoner hektar, vilket är omkring 15 % av de skogliga våtmarkerna. Nyligen gjordes en inventering i södra Sverige på marker kopplade till Södra (Elm, 2008). Den visade att 34 % av dikeslängden hade fungerande diken, 43 % hade behov av rensning. Nytt naturtillstånd, som inte tillåter dikesrensning, fanns längs 16 % av dikeslängden och resterande 7 % bedömdes

olämpliga för dikesrensning av naturvårdsskäl. Slutsatsen blev att dikesrensning är en kraftigt eftersatt åtgärd i södra Sverige. Arealandelen som skyddsdikats var också låg, 30 % av arealen som hade behov hade åtgärdats. Samtidigt bedömdes det från miljösynpunkt vara olämpligt att skyddsdika 11 % av arealen med behov.

Dikesrensning

Dikesrensning innebär att man rensar ur gamla diken till ursprungligt djup och bredd. Det är tillåtet att rensa befintliga ännu fungerande diken, men nedanstående punkter skall observeras:

- miljöanpassad teknik skall användas,
- om dikesrensningen berör annan fastighet skall ägaren till denna underrättas i förväg,
- om det är risk att fisket kan skadas skall åtgärden anmälas till Länsstyrelsen,
- dikesrensning omfattas av samrådspålikt, d.v.s. måste anmälas minst 6 veckor i förväg,
- för dikesrensning som berör Natura 2000 område kan tillstånd komma att krävas.

Om ett gammalt dike vuxit igen så att ett nytt naturtillstånd bildats, d.v.s. att marken åter försumpats, klassas det ej som dikesrensning utan som nydikning och då måste tillstånd sökas hos Länsstyrelsen.

Det saknas gedigen kunskap om effekt och behov av dikesrensning. Enligt finska forskningsresultat på myrmark fungerar ett dike i ungefär 30 år (t.ex. Mattsson-Turku, 2005). Rosvall och Normark (2006) tolkade detta som att diken behöver rensas två gånger per omloppstid (90 år) under svenska, mindre myrartade förhållanden, dels mitt under omloppstiden och dels efter slutavverkning. Detta bedömdes öka volymproduktionen med 20 %. Vidare antog man att endast 70 % av dikena gav effekt, vilket sålunda betyder att motsvarande areal ger en merproduktion vid dikesrensning. Rosvall & Normark (2006) antog 250 m diken ha⁻¹ i sina kalkyler och en kostnad för dikesrensning på 6 kr per löpmeter, vilket blir ungefär 1 500 kr ha⁻¹ per gång och 3 000 kr ha⁻¹ under en omloppstid.

Skyddsdikning

Skyddsdikning är grunda diken, 0,4 – 0,6 m djupa, som tas upp efter slutavverkning för att dränera bort det vatten som träden normalt suger upp. Skyddsdiken skall inte rensas och får endast anläggas på frisk mark. Undantag kan göras för fuktiga marker. Skyddsdikning skall anmälas till Skogsstyrelsen minst 6 veckor i förväg. Skyddsdikning på blöta marker och torvmarker betraktas som nydikning och kräver tillstånd hos Länsstyrelsen. Sedan anmälningspålikt infördes för skyddsdikning i september 1991 har den anmälda arealen varit 600–7 500 ha (Skogsstyrelsen, 2008a). Effekten av skyddsdikning är dåligt be-lagd, men man kan anta att överlevnaden ökar bland plantorna och att tillväxt-nivån som gällde innan avverkning bibehålls.

Nydikning

Nydikning med syfte att varaktigt höja markens produktionsförmåga genom markavvattning är inte tillåten i stora delar av södra och mellersta Sverige. Undantag kan medges om särskilda skäl föreligger. I övriga delar av landet måste tillstånd inhämtas från Länsstyrelsen innan nydikning kan ske. Nydikning kan ge avsevärda tillväxthöjningar, då t.ex. impediment kan övergå till växtlig skogsmark. Detta är dock en åtgärd som står lågt på prioritetslistan för de flesta stift, eftersom det medför negativa effekter på andra områden.

Askåterföring och kalkning

Syftet med askåterföring är att motverka framtida brist på andra näringsämnen än kväve, då ett intensivt brukande allmänt skulle kunna minska tillgången på växttillgänglig näring. Askan innehåller alla de näringsämnen som togs bort vid avverkningen utom kväve, som försvinner med rökgaserna vid förbränning. Skogsstyrelsen (2008b) anser att askåterföring bör ske generellt på marker där avverkningsrester tas ut i betydande omfattning. Det främsta syftet är att motverka uttagets försurande effekter. Eftersom tillväxtbegränsningen i huvudsak består av brist på kväve samt att kalkning och askåterföring snarare kan få oönskade konsekvenser för miljön, anser däremot Jacobson m.fl. (2005) att kalkning och askåterföring på fastmark för närvarande skall undvikas. Om näringsbrist skulle uppstå i träden går det relativt snabbt att avhjälpa.

ÖKAT UTTAG

Ett av sätten att få tillgång till mer vedråvara är att ta ut träd eller träddelar som vanligtvis lämnas kvar i skog och mark. Det kan också handla om att utöka skogsodling på mark som för närvarande används för andra ändamål.

Biobränsleuttag (grot, stubbar, ungskog)

Ett uppenbart sätt att ta ut mer vedråvara är att ta reda på grenar och toppar (grot) och använda detta för energiändamål. Detta görs redan i praktiken i viss utsträckning. Ett ytterligare alternativ är att även bryta stubbar och på så sätt få tillgång till stubbar och grövre rötter. Detta har testats tidigare och nu även på senare tid. Stubbrytning står på gränsen till att vara en kommersiell metod. Det finns dessutom mycket biomassa i täta ungskogar som skulle kunna användas av industrin. Det här avsnittet avser att bedöma hur mycket ytterligare biomassa som skulle kunna tas ut om de ”nya” sortimenten användes fullt ut.

Volym och vikter av olika träddelar

Enligt den statistik som tagits fram (Brunberg, 2008) är medelstammen för gran och tall gemensamt vid slutavverkning i södra Sverige 0,38 och i norra Sverige (=Norrbotten) 0,22 m³ f ub. I gallring är medelstammarna betydligt mindre (tabell 14).

Tabell 14.

Medelstammar vid slutavverkning och gallring enligt ny statistik (Brunberg, 2008). Härvid har använts de omräkningstal mellan volymer som finns redovisade i Praktisk Skogshandbok (Sveriges Skogsvårdsförbund, 1994). Södra Sverige omfattar Götaland och Svealand medan norra Sverige är lika med Norrland.

Trädslag	Område	Medelstam slutavverkning			Medelstam gallring		
		m ³ f ub	m ³ f pb	m ³ sk	m ³ f ub	m ³ f pb	m ³ sk
Gran	Södra	0,38	0,43	0,45	0,11	0,13	0,14
	Norra	0,22	0,25	0,26	0,10	0,11	0,12
Tall	Södra	0,38	0,43	0,45	0,11	0,13	0,13
	Norra	0,22	0,25	0,26	0,10	0,11	0,12

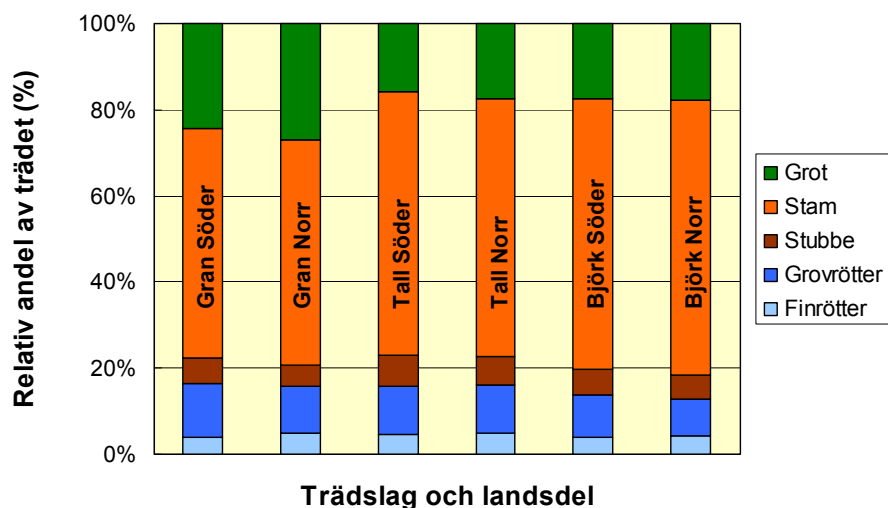
När man översätter volymer till vikter behövs bra riktvärden på virkets densitet. Hakkila (1979) gjorde ingående studier och konstaterade att densiteten varierar inom trädslag beroende på bl.a. klimatzon, tr addediameter och marktyp. I det här sammanhanget nöjer vi oss med att ta de medelvärden som Hakkila presenterade. Torr-rådensiteten, d.v.s. torrvikten av frisk volym, blir då 403 kg m⁻³ för tall, 380 kg m⁻³ för gran och 483 kg m⁻³ för björk, som får representera lövträden.

Med hjälp av Marklunds (1988) funktioner kan såväl grenar som barrfraktionerna beräknas för träd (gran, tall och björk) av olika dimensioner då åtminstone brösthöjdsdiametern är känd. Av de nedre fraktionerna är det stubbe och grovrötter över 5 cm som är intressanta och som beräknas med funktionerna för gran och tall. Om man använder de angivna medelstammarna (Brunberg, 2008), de angivna virkesdensiteterna (Hakkila, 1979), de omräkningsfaktorer som finns mellan virkesmått (Sveriges Skogsvårdsförbund, 1994) samt använder Marklunds (1988) funktioner kan nedanstående tabell (tabell 15) sammanställas och visa medelträdets olika fraktioner som torrsvikt. Det framgår bl.a. att grenar och toppar inklusive barr i slutavverkning utgör 45–51 % av granstammens torrsvikt och att stubben + rötternas andel är 31–34 % av stammen. Man kan också dela upp det totala trädet i olika delar (figur 4). Från detta framgår att gran har en stor andel grot medan tall och björk får en jämförelsevis liten andel grot. Det skall noteras att björkvärden bygger på antagandet att medelstammen är lika som för gran, vilket torde vara en överdrift, samt att stubb- och rotfraktioner för björk har beräknats med Marklunds (1988) tallfunktioner. Hur detta stämmer med verkligheten är okänt. Om björken skall representera alla lövträd blir medelstammen snarare en underskattning, framför allt i södra Sverige, där bokar och ekar är betydligt grövre.

Tabell 15.

Medelstammens storlek i slutavverkning och gallring samt dess vikt fördelat på olika fraktioner. För att göra beräkningarna har följande referenser använts: Hakkila, 1979, Marklund, 1988, Sveriges Skogsvårdsförbund, 1994, Brunberg, 2008. Björkens stubb- och rotvikter har beräknats genom att anta samma medelträdsvolym som för gran och tall samt genom att använda tallfunktionerna.

Trädslag	Landsdel	Medelstam (m ³ f ub)	Dbh (cm)	Stam	Torrvikter (kg pb träd ⁻¹)		
					Grot	Stubbe	Grovrötter
Slutavverkning							
Gran	Göta-/Svealand	0,38	23,9	162	73	18	38
	Norrland	0,22	19,5	94	49	9	20
Tall	Göta-/Svealand	0,38	25,3	172	44	20	32
	Norrland	0,22	20,5	99	29	11	18
Björk/Löv	Göta-/Svealand	0,38	25,7	211	59	20	33
	Norrland	0,22	19,9	122	34	10	17
Gallring							
Gran	Göta-/Svealand	0,11	15,3	48	29	5	11
	Norrland	0,10	14,8	43	27	5	10
Tall	Göta-/Svealand	0,11	16,1	51	17	6	9
	Norrland	0,10	15,5	46	16	5	8
Björk/Löv	Göta-/Svealand	0,11	14,8	61	17	5	7
	Norrland	0,10	14,3	55	16	4	6



Figur 4.

Fördelning av biomassan på medelstammarna i slutavverkning. Observera att värdet för björkens medelstam har antagits vara samma som för gran och att beräkning av björkens stubb- och rotvikter har utförts med hjälp av tallfunktionerna. Källorna är desamma som i tabell 15.

Skogens tillväxt

Den svenska skogens tillväxt (tabell 16) var nära 113 miljoner m³sk år⁻¹ som ett genomsnitt under perioden 2003–2007 på skogsmark (SLU, 2008). Tillväxten är högst i Götaland (36,4 miljoner m³sk) och lägst i norra Norrland (19,8 miljoner m³sk). Gran är det dominerande trädslaget och svarar för 45 % av tillväxten. Tallens andel är drygt 35 % medan lövträden står för drygt 19 % av tillväxten. Om man tar med alla ägoslag var den totala tillväxten 120,6 miljoner m³sk år⁻¹.

Tabell 16.

Genomsnittlig årlig väderkorrigerad tillväxt under perioden 2003–2007. I dessa siffror ingår ej tillväxt på fjäll, bebyggd mark eller i skyddad skog.

Landsdel	Tall 1 000 m ³ sk	Gran	Björk	Övr. löv	Alla	Alla m ³ sk ha ⁻¹
Skogsmark						
N Norrland	10 040	5 540	3 850	360	19 790	2,9
S Norrland	10 480	11 370	4 170	1 160	27 180	4,5
Svealand	11 120	13 070	3 700	1 520	29 410	5,6
Götaland	8 310	20 840	4 000	3 220	36 370	7,5
Hela landet	39 950	50 820	15 720	6 260	112 750	4,9
Alla ägoslag						
N Norrland	10 880	6 000	4 420	410	21 710	
S Norrland	11 080	11 860	4 640	1 320	28 900	
Svealand	12 030	13 220	4 020	2 080	31 350	
Götaland	9 150	21 000	4 450	3 990	38 590	
Hela landet	43 140	52 080	17 530	7 800	120 550	

Biomassatillgångar av grot, stubbar och rötter samt ungskog

Enligt den skogliga statistiken avverkades 5,9 miljoner m³fub (7,1 miljoner m³sk) brännved av stamvirke, d.v.s. virke som primärt var skogsbränsle, som ett medeltal under perioden 2004–2006 (Skogsstyrelsen, 2008a). Det fördelade sig på landsdelar enligt följande: norra Norrland 0,9, södra Norrland 1,4, Svealand 1,6 och Götaland 3,3 miljoner m³sk.

Hur stor är då tillgången på grenar och toppar samt stubb- och rottdelar?

I tabell 17 har totala mängder av grot, stubbar och rötter beräknats utifrån den nuvarande avverkningen. Denna styr hur mycket som finns av nämnda energisortiment, eftersom det mestadels är vedhuggning för privat bruk som sker som ren bränslehuggning i gallringsskog och äldre skog.

Med de förutsättningar som givits är mängderna biomassa av grot i slutavverkning över landet på skogsmark ungefär 4,3, 1,6 och 0,5 miljoner ton TS år⁻¹ för gran, tall respektive löv (tabell 17). Motsvarande siffror för stubbar och grova rötter tillsammans är 2,9, 1,7 respektive 0,4 miljoner ton TS. Även i gallring finns betydande mängder grot, 2,6, 1,0 och 0,2 miljoner ton TS för gran, tall respektive löv. Dessa siffror är befintliga mängder. Den totala potentialen för grottdelen på skogsmark kan sålunda beräknas till 12,2 miljoner ton TS år⁻¹ (tabell 18) och den totala potentialen för stubbar och grova rötter till 6,9 miljoner ton TS år⁻¹. Det sistnämnda stämmer väl med vad som anges i skogliga konsekvensanalyser 99 (SKA 99) enligt scenariot ”1990-talets skogsmark” (Skogsstyrelsen, 1999). Vid avverkning blir inte all grot omhändertagen och för stubbe och grova rötter kommer en betydande del att bli kvar och inte kunna tas om hand. Dessutom sker ett begränsat grot-uttag i gallring även om mängderna biomassa är betydande. I de balansräkningar som Skogsstyrelsen utförde 2008 (Svensson, 2008) bedöms uttaget av grot och stubbar kunna hamna i intervallet 36–60 TWh år⁻¹ om ca tio år, huvudsakligen som stubbar. Detta motsvarar ungefär 7–12 miljoner ton TS år⁻¹.

Tabell 17.

Biomassans fördelning i slutavverknings- och gallringsbestånd på skogsmark uttryckt per hektar och totala mängder.

Källor: Hakkila, 1979, Marklund, 1988, Skogsstyrelsen, 2008a, SLU, 2008. Antaganden: Då statistik ej finns tillgänglig antas samma trädslagsfördelning i avverkningarna över landet och i slutavverkning och gallring. Stubb- och grovrotfraktionen hos björk har uppskattats med hjälp av tallfunktionerna och björk får representera alla lövträd. G=Götaland, S=Svealand, sN=södra Norrland, nN=norra Norrland; s+r=stubbar och rötter ≥ 5 cm..

Trädslag Landsdel	Gran				Tall				Löv			
	G	S	sN	nN	G	S	sN	nN	G	S	sN	nN
Slutavverkning												
Stamvikt (ton TS ha ⁻¹)	85	86	99	73	90	92	105	77	111	113	129	95
Grot (ton TS ha ⁻¹)	39	39	51	38	23	23	31	23	31	31	36	26
Stubbar (ton TS ha ⁻¹)	9	9	10	7	10	10	12	9	11	11	11	8
Rötter ≥ 5 cm (ton TS ha ⁻¹)	20	20	21	15	17	17	19	14	17	18	18	13
Avverkning (milj. m ³ sk)	5,1	5,5	7,5	6,1	3,2	3,4	4,7	3,8	0,8	0,9	1,2	1,0
Tillgång grot (milj. ton TS)	0,8	0,9	1,4	1,2	0,3	0,3	0,5	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1
Tillgång s+r (milj. ton TS)	0,6	0,7	0,8	0,7	0,4	0,4	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
Gallring												
Stamvikt (ton TS ha ⁻¹)	31	24	33	29	33	26	35	31	39	31	42	37
Grot (ton TS ha ⁻¹)	19	15	21	18	11	9	12	11	11	9	12	10
Avverkning (milj. m ³ sk)	4,6	2,4	3,1	1,8	2,9	1,5	2,0	1,1	0,7	0,4	0,5	0,3
Tillgång grot (milj. ton TS)	1,0	0,5	0,7	0,4	0,4	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0

Förutom slutavverkning och gallring görs betydande avverkningar i det som i statistiken går under övrig avverkning på skogsmark. Detta gäller framför allt i södra Sverige. Här finns motsvarande 1,9 respektive 1,6 miljoner ton TS i grot respektive stubbar + rötter (tabell 18).

Siffrorna ovan gäller för skogsmark. En del av virkesförrådet finns på annan mark. Enligt den skogliga statistiken var virkesförrådet räknat på alla ägoslag 3 253 miljoner m³sk som ett medelvärde under perioden 2003–2007 (SLU, 2008). Motsvarande siffra för skogsmark var 3 013 miljoner m³sk. Skillnaden är 240 miljoner m³sk och alltså träd som inte står på skogsmark. Om vi antar att, vilket kan ifrågasättas, denna volym har liknande struktur som skogen på åkermark och dessutom avverkas på liknande sätt skulle 0,8 miljoner ton av grot och 0,4 miljoner ton TS år⁻¹ av stubbar och rötter finnas tillgängligt i landet.

Biomassamängderna i ungskog är svårbedömda, men skulle kunna vara en betydande tillgång i de fall där uppslagen är täta. I en studie av Bergkvist m.fl. (2006) bedömdes möjligheterna för att ekonomiskt ta ut biomassa ur ungskog som goda. Ett uttag om 30 % av stående biomassa krävde en total torrsvikt på 25 ton ha⁻¹ för lönsamhet hos ett ackumulerande aggregat. För ett breddavverkande aggregat bedömdes 50 % uttag som rimligt och då krävs 10 ton TS ha⁻¹ för god ekonomi. I de modellbestånd som användes låg biomassan i ögöslade bestånd på mellan 12 och 57 ton TS ha⁻¹.

Rytter (2006) föreslog ett breddavverkande system i rotskottföryngring hos hybridasp. Biomassan uppskattades till nära 40 ton TS ha⁻¹ fyra år efter avverkning, varav 25 ton skulle kunna tas ut. Arealerna med dessa snabbväxande lövträd är för närvarande marginella, men blir successivt större i och med att intresset för odling ökat markant under senare år.

I Sverige är tillväxten högre än de avverkade virkeskvantiteterna och har så varit under lång tid. Under perioden 2003–2007 var den årliga tillväxten på skogsmark 113 miljoner m³sk (tabell 16) samtidigt som avverkningsnivån låg på 79 miljoner m³sk år⁻¹ (SLU, 2008). Mellanskillnaden är en teoretisk potential (tabell 18), där en betydande del försvinner i hänsynsåtgärder som begränsar möjligheterna till uttag.

Tabell 18.

Uppskattade befintliga mängder biomassa (miljoner ton TS år⁻¹) uppdelat på grot och stubbar + grova rötter från olika källor och över olika landsdelar. Antaganden och förutsättningar återges i text och i tidigare tabeller.

Biomassakälla	Götaland	Svealand	S Norrland	N Norrland	Hela landet
Skogsmark					
Slutavv. Grot	1,2	1,4	2,1	1,7	6,4
Slutavv. Stubbe+rötter	1,1	1,2	1,5	1,2	5,0
Gallring Grot	1,5	0,8	1,0	0,6	3,9
Övr. avv. Grot	1,3	0,2	0,2	0,1	1,9
Övr. avv. Stubbe+rötter	1,1	0,2	0,1	0,2	1,6
Annan mark					
Slutavv. Grot	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5
Slutavv. Stubbe+rötter	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Gallring Grot	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
Tillväxtöverskott					
Avv. Grot	0,6	0,7	0,2	0,0	1,6
Avv. Stubbe+rötter	0,4	0,6	0,2	0,1	1,3
Totalt	7,5	5,4	5,7	4,3	22,9

Om vi antar att 75 % av grot och stubbar + rötter kan tas ut på de marker där åtgärderna utförs får vi följande biomassamängder på skogsmark: 9,2 miljoner ton TS år⁻¹ av grot och 5,2 miljoner ton stubbar och grövre rötter. Dessutom tillkommer 1,8 miljoner ton grot på annan mark och som tillväxtöverskott (tabell 18) liksom 1,3 miljoner ton stubbar och rötter. Siffrorna kan betraktas som den uttagbara potentialen i dagsläget. Sedan tillkommer restriktioner på grund av tekniska hinder och hänsyn till andra intressen.

Kostnaden för att ta ut grot ligger idag på 60–160 kr MWh⁻¹ vid ett transportavstånd från 20 till 100 km (Rolf Björheden, muntlig kommunikation). För att ta ut stubbar med transportavståndet 20–50 km bedöms kostnaden hamna på 150–160 kr MWh⁻¹.

Effekter av uttag av biomassa

Uttag av biomassa i form av grot eller stubbar kan ge såväl positiva som negativa effekter. Jacobson (2007) gjorde en sammanställning av effekterna. Skogsbränsle som energikälla ger följande effekter:

- en förnybar inhemsk energikälla används,
- nya arbetstillfällen ges i skogsbruket,
- skogsbränsle är mer CO₂-neutralt jämfört med fossila bränslen,
- näringsutlakningen blir mindre i hyggesfasen,
- skogsbränsleuttag kan ge bättre beståndsanläggning och ökad, skogsvårdsaktivitet

De önskade effekter som presenterades var följande:

- minskad skogstillväxt,
- markförsurning,
- uttaget är inte fullständigt CO₂-neutralt,
- det blir mer körsador och mer markkompaktering i skogen.

Ett uttag av grot (grenar, toppar och barr) i röjning och gallring leder till en minskad tillväxt på 5–15 % för både gran och tall. Tillväxtnedsättningen gör sig gällande efter 3–5 år, d.v.s. då kvävet brukar börja frigöras från trädresten. Den minskade tillväxten hänförs enbart till kväveuttag, vilket ökar kraftigt då finare träddelar tas ut, och syns på alla ståndorter med ungefär samma procentuella minskning. Eftersom näringsuttaget sannolikt blir ännu högre vid biomassa-uttag i ungskog torde tillväxtnedsättningen i ungskog bli minst lika stor som i äldre skog (jfr. Jacobson m.fl., 2000). De skall dock påpekas att de långsiktiga effekterna av grot-uttag är okända, men det verkar som att tillväxtförlusterna motsvarar i genomsnitt 1–2 års tillväxt.

Avverkningsresterna har ofta, framför allt på fuktigare lokaler, använts till att minska körsador, såsom markkompaktering, genom att de använts som underlag för skogsmaskinerna. Uttag av grot kan därför innebära tillväxtförluster då marken skyddas sämre. Därför bör grot-uttaget begränsas på fuktiga och finjordsrika marker, och man bör använda befintliga stickvägar.

Till skillnad från uttag av grot tycks uttag av stubbar inte generera någon tillväxtsänkning (Jacobson, 2007). Den största anledningen till detta är att stubbar och grova rötter innehåller låg halt av kväve. En fördel kan vara att stubbrytning i rötinfekterade bestånd har en potential att minska spridningen av röta till den kommande skogsgenerationen, men det återstår att visa. Ett uttag av stubbar innebär samtidigt att bristen på död ved i produktionsskogarna blir större och att risken för körsador ökar. Det finns indikationer på att stubbrytning leder till ökad omsättning av markkol. Detta beror på att omrörning leder till ökad mineralisering av både kol och kväve. Storleken på denna ökning är för närvarande under utredning.

Uttag i skyddad skog

Uttag i avsatt skog kan ske i bestånd som klassats som NS (naturvårdsmål – skötsel) eller motsvarande, d.v.s. det ingår i skötseln att bevara och förstärka naturvärdena. Avverkning i dessa skogar ökar skiktningen, gynnar grova träd och naturvärdesträd, samt ökar mängden döda och skadade träd. På många objekt är naturvårdsbränning i kombination med en naturvårdshuggning det ekologiskt sett bästa alternativet. Men praktiska begränsningar gör att beståndsvårdande huggning ensam blir ett fullgott alternativ.

Rosvall och Normark (2006) beräknade det möjliga uttaget på marker tillhörande Holmen Skog. Man kom fram till att 15 % av volymen i aktuella bestånd kunde tas ut med ungefär 20 års intervall. I grandominerade bestånd var 12,5 % av bruttoarealen behandlingsbar enligt ovan.

Enligt certifieringsorganisationernas krav (FSC, 2006, PEFC, 2006) skall 5 % av den produktiva skogsmarken avsättas för naturvårdsändamål som motsvarande NO- eller NS-bestånd. Många gånger blir avsättningarna högre. Detta innebär att det genom en effektiv naturvård skulle kunna finnas möjlighet att använda överstigande del som produktionsskog.

Uttag på icke skogsmark

I tabell 16 framgår att den årliga tillväxten på alla ägoslag är 120,6 miljoner $\text{m}^3\text{sk år}^{-1}$ i landet. Här ingår all annan typ av mark förutom fjäll, bebyggd mark samt nationalparker och naturreservat skyddade mot skogsbruk. Tillväxten på skogsmark är 112, 8 miljoner m^3sk . Det betyder att tillväxten på annan mark än skogsmark är 7,8 miljoner $\text{m}^3\text{sk år}^{-1}$. En del av denna tillväxt är avverkningsbar, t.ex. träd längs vägar och i åkerholmar, medan andra delar inte är åtkomliga. Tillväxten i skogskubikmeter motsvaras också av ett möjligt uttag av grot och stubbar. Dessa fraktioner har beräknats till 0,8 respektive 0,4 miljoner ton TS år^{-1} (tabell 18), varav en del, framför allt grot, är åtkomligt.

BESKOGNING AV ÅKERMARK

Enligt Oljekommissionens rapport (Kommissionen mot oljeberoende, 2006) finns 300 000–500 000 hektar åker och nedlagd, ej beskogad åkermark, som i framtiden kan odlas med energigrödor och energilövträd. Kommissionens rapport är fokuserad på biomassaproduktion för energiändamål, men arealen finns tillgänglig och kan även användas för skogsbruk med annan inriktning, d.v.s. de traditionella sortimenten. Det är däremot oklart var arealen finns. Rosvall (2007) fördelade ut 300 000 ha med stöd av en tidigare utredning (Lindroth & Åkerblom, 1984) och kom fram till att 170 000 ha finns i södra Sverige, 110 000 ha i mellersta Sverige och 20 000 ha i norra Sverige. Beskogning under en 25-årsperiod innebär att 12 000 ha skulle beskogas årligen.

Om åkrarna beskogas med gran och ståndortsindex bedöms variera mellan G28 och G34 ($9,0\text{--}12,6 \text{ m}^3\text{sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$) när den totala tillväxtökningen 3,4 miljoner $\text{m}^3\text{sk år}^{-1}$ (Rosvall, 2007). Om hybridasp och poppel används på arealen antas produktionen variera mellan 13 och $20 \text{ m}^3\text{sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ (jfr. Rytter, 2004). Beskogning av 300 000 ha skulle då innebära en tillväxtökning med 5,4 miljoner $\text{m}^3\text{sk år}^{-1}$. Rosvall (2007) kalkylerade med att halva arealen beskogas med gran och den andra med hybridasp/poppel, vilket resulterade i en tillväxtökning på 4,4 miljoner $\text{m}^3\text{sk år}^{-1}$.

I en nyare rapport (Jordbruksverket, 2007) uppskattas 600 000–700 000 hektar åkermark ha tagits ur produktion. I Skogliga konsekvensanalyser 2008 (Skogsstyrelsen, 2008c) antas 400 000 hektar kunna tas i bruk för skogsodling, vilket är samma nivå som Oljekommissionen angivit, se ovan. De skogliga konsekvensanalyserna kom fram till att tillväxtökningen av att odla på 400 000 ha åkermark kulminerar 2060–2070, då tillväxten förväntas ligga på 6,6 miljoner $\text{m}^3\text{sk år}^{-1}$. Siffrorna harmonierar sålunda väl med de som Rosvall (2007) presenterade tidigare.

Plantering av åkermark kan även ske med andra lämpliga trädslag, framför allt i södra Sverige. Intressanta kandidater är hybridlärk och sitkagran. Om utländska trädslag används skall detta anmälas till Skogsstyrelsen då arealen överstiger 0,5 hektar.

Normalt sett torde beskogning av åkermark innebära att mer kol binds till träden och lokalen. I de fall åkermarken består av gamla myrodlingar kan emellertid balansen bli negativ under en tid då det organiska materialet bryts ned och avger CO₂.

SKADEMINSKNING

Att minska olika typer av skador från dagens nivå kan också betraktas som ett sätt att höja både produktion och kvalitet hos träd. Problemen är att det är svårt att exakt veta var dagens nivå ligger, inte minst för att den varierar mellan regioner och olika år. Icke desto mindre är det uppenbart att skademinskningar ger mer virke och oftast även av bättre kvalitet. De största skadorna hänför sig till betning av klövvilt, gnag av snytbagge och angrepp av svamp som ger röta i virket. Dessa tre skador behandlas nedan.

Viltskador

Flera av våra skogslevande viltarter kan påverka skog och jordbruksgrödor negativt. Med det menas att deras påverkan får negativa ekonomiska konsekvenser eller är ett hinder för att nå uppsatta naturvårdsmål. Bergström (2004) gjorde en sammanställning (tabell 19) som visar arter och deras inverkan på olika typer av grödor.

Tabell 19.

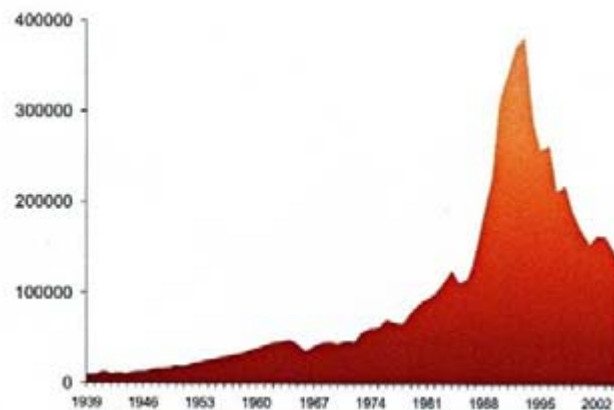
En subjektiv bedömning av omfattningen av de problem som är kopplade till de vilda växtätarna och deras påverkan på skog och grödor. * = diskuteras lite; ** = diskuteras; *** = diskuteras mycket; (S) = framför allt i södra Sverige. De angivna avskjutningssiffrorna har tagits från Svenska Jägareförbundets Viltövervakning. Källa: Bergström (2004).

Art	Ungefärlig årlig avskjutning	Skador på plantor	Skador på unga träd	Skador på jordbruksgrödor	Biologisk mångfald
Älg	100 000		***	*	**
Rådjur	175 000	** (S)			*
Kronhjort	1 500		*(S)	*(S)	
Dovhjort	10 000			*(S)	
Vildsvin	10 000		*(S)	** (S)	*(S)
Hare (2 arter)	130 000	*(S)			
Växtätarsamhället	430 000				** (S)

Eftersom de allvarligaste skogliga skadorna uppkommer av rådjurens betning av plantor och älgarnas bete i ungskog koncentreras sammanställning till dessa.

Skador i plantskog

Plantskador har registrerats under lång tid, men problemet blev mer uppmärksammat då rådjursstammen ökade kraftigt på 1980-talet (figur 5). Då kunde 60–70 % av plantorna vara betade redan något år efter planteringen (Bergström m.fl., 2003). Sedermera har rådjurspopulationen sjunkit och så även plantskador orsakade av rådjur. Det är dock svårt att avgöra om sambandet är rätlinjigt eller kurvlinjärt. Skador av rådjur anses idag vara ett tydligt fenomen från Mälardalen och söderut (Bergström, 2004).



Figur 5.
Avskjutning av rådjur i Sveriges under perioden 1939–2005. Hämtad från Svenska Jägarförbundet (2006).

Enligt Polytaxens (R5/7) resultat var andelen toppskadade huvudplantor 6 % sett över hela riket och för alla ägarförhållanden (Strömberg m.fl., 2001). Skadorna var störst i södra Norrland och Götaland. I de norrländska siffrorna ingår förmodligen en del älgbete (Bergström, 2004). Granplantor var som väntat mindre skadade än tall- och lövplantor, som låg på ungefär samma nivå (tabell 20).

Tabell 20.
Andel huvudplantor (%) som var toppskadade i Polytax R5/7 inventering fördelat på trädslag och landsdelar. Källa: Strömberg m.fl. (2001).

Landsdel	Tall	Gran	Löv	Totalt
Norra Norrland	4,8	0,7	1,6	2,9
Södra	10,5	1,6	7,6	7,5
Svealand	6,7	2,0	4,8	4,8
Götaland	7,1	5,1	9,8	7,5
Totalt	7,7	2,4	6,3	6,0

Unga plantor kan få allvarliga skador, särskilt i södra Sverige. Effekterna på granplantor är dock mindre än man tidigare befarat (Bergström m.fl., 2003). Dödligheten ökar något, men flerstammighet uteblir. Tre vintrars bete reducerar planthöjden med ungefär ett års tillväxt. Tall drabbas hårdare av rådjursbete än gran, vilket gör att de försvagas med större effekt på tillväxt än hos gran. De blir också mer utsatta för konkurrens från omgivande vegetation. Skador på lövplantor är mindre studerade, men kan bedömas generellt sett ligga på samma nivå som för tall. Kullberg och Bergström (2001) visade att 20–80 % av försöksplantor av olika arter betades någon gång under en vinter.

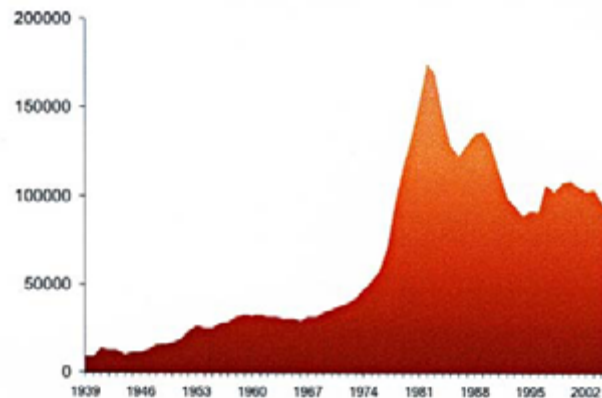
Jakt utgör en begränsande faktor för rådjurspopulationen storlek. Rovdjurens predation, väderförhållanden och fodereffekter är också viktiga ingredienser. För att reducera skador kan skogsägaren välja **trädslag** och **planttyp**. Gran är säkrare än tall och barrotsplantor säkrare än täckrot. Behandling med **repeller** minskar skaderisken, men är dyrt. **Stängsel** är effektivt, men är kostsamt. Elstängsel är mindre effektiva än nätstängsel. Utfodring kan minska skadorna på plantor i närheten, men också locka till sig mer vilt, varför totaleffekten är osäker.

Ekonomiska konsekvenser av viltskador på plantor har inte bedömts i någon större omfattning.

Skador i ungskog

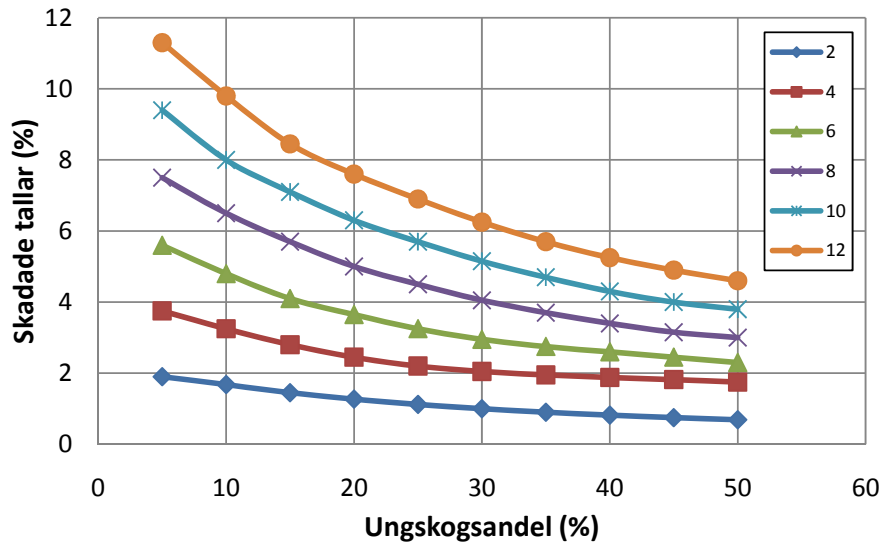
Älgen är en stor skadegörare i ungskog, framför allt på tall. Skadorna sker i stor utsträckning på vintern, men även sommarbetet kan ge betydande skador (Bergström m.fl., 2008). Älgen åsamkar det svenska skogsbruket stora skador och tillväxtförluster samtidigt som den genom jakt och kopplade aktiviteter genererar stora värden. Enligt Mattsson (1990) var älgjaktens nettovärde ungefär 460 miljoner kronor. Förutom älg kan kronhjort också orsaka skador i ungskog.

Det mesta betet av älg sker när tallarna är 0,5–4 m. Det är såväl sidoskott som toppskott och bark som betas. Gemensamt för de skador som uppkommer är att de inte växer bort med tiden. Det finns ett samband mellan älgpopulationens storlek och storleken på skador, men det är inte rätlinjigt (Bergström, 2004; Bergström & Glöde, 2004). En avgörande faktor är hur mycket hyggen och ungskog det finns per älg. Detta förhållande har förblivit konstant (Lavsund, 2003) trots att älgstammen minskat (figur 6), eftersom även ungskogsarealen reducerats. Dessutom finns en stor årsvariation i skadebilden. I en studie av Bergström m.fl. (2005) konstaterades att älgar i genomsnitt utnyttjade 7 % av tallarna, d.v.s. ungefär var trettonde. Björk användes i samma utsträckning medan mer attraktiva arter såsom rönn och asp betades hårdare.



Figur 6.
Avskjutning av älg i Sveriges under perioden 1939–2005. Hämtad från Svenska Jägarförbundet (2006).

Bergström och Bergqvist (2006) beräknade hur ungskogsandel och älgtäthet påverkar skadegraden hos tall (figur 7). Slutsatsen blev att en älgstam på 3–4 älgar per 1 000 ha kan tolereras om målet är att ha högst 2 % färska skador per år.



Figur 7. Andel tallar som skadas vid olika älgstätheter (2–12 st per 1 000 ha) och vid olika mängd ungskog (5–50 %) i landskapet. Källa: Bergström och Bergqvist (2006).

Älgskadorna orsakar såväl kvalitets- som tillväxtförluster. Skogforsk har räknat på de ekonomiska förluster som älgbetet orsakar (Bergström & Glöde, 2004; Glöde m.fl., 2004). Följande förutsättningar antogs: dagens skogsskötsel gäller; värdet på intäkterna sjunker med 20 % i slutavverkning och avverkning av frö-tallar, med 15 % i andragallring och med 5 % i förstagallring; dagens virkespriser används; volymtillväxten minskar med 10 %; plantorna betas igenomsnitt under 10 år till en ackumulerad skadenivå på 20 och 50 %, vilket motsvarar ett årligt bete på 2–3 % respektive 5–7 %. Intäktsförlusterna som orsakas av skador hamnar då på 500 miljoner kronor vid ett årligt bete på 2–3 % och 1,3 miljarder kronor vid ett årligt bete på 5–7 % enligt den använda modellen (Glöde m.fl., 2004). Om man sedan lägger på tillväxtminskningen blir intäktsförlusterna 680 miljoner respektive 1,7 miljarder kronor. Om man slår ut denna kostnad av uteblivna intäkter på den årliga förnygringsarealen innebär det 3 450 kr ha⁻¹ vid 2–3 % årliga skador och 8 620 kr ha⁻¹ vid 5–7 % årliga skador.

Hur kan skadorna minska? **Jakt** som håller nere älgstammen är de kraftigaste verktyg vi har. Det krävs 20–40 ha för att föda en älg med såväl tall- som energiskog (Bergström & Glöde, 2004). Genom **biotopvårdande insatser** med anpassad röjning, tillgängliggörande av slutavverkningsavfall och kvävegödsling på lämpliga ställen (t.ex. kraftledningsgator) går det att öka fodertillgången och därmed minska den skada som drabbar de värdefulla framtidsstammarna. Det är viktigt att älgpopulation och fodertillgång är i balans för att minimera skador på skog och negativa effekter på älgen vad gäller vikt, reproduktion och dödlighet (Bergström m.fl., 2005). **Viltskyddsmedel** skulle möjligen kunna användas, men blir förmodligen dyrbart och effekten är osäker. **Stängsling** fungerar, men är dyrt och inte direkt önskvärt (Bergström, 2004).

Snytbagge

Snytbaggen orsakar årligen stora skador på främst gran- och tallplantor. De gnager på barken hos plantor, vilket leder till stora avgångar och tillväxtnedsättningar i föryngringarna. Skadornas omfattning uppgår till hundratals miljoner kronor varje år. Problemet är störst i södra Sverige, där upp till 90 % av plantorna kan vara döda på grund av snytbagge två år efter plantering, men problemet finns även norrut. Thuresson m.fl. (2003) uppskattade att snytbaggeangreppen leder till minskad tillväxt på 5–8 % i de mest utsatta områdena i landet (SU-områden) om behandling med permetrin upphör. På sikt innebär det en försämrad tillväxt på 3–5 miljoner m³sk år⁻¹ inom SU. I pengar motsvarar det ca 16 kr ha⁻¹ år⁻¹. Efter att kalhyggesbruket blev dominant på 1950-talet har skadesituation blivit betydligt värre. Till skillnad mot andra insekter som tidvis kan ställa till problem, t.ex. larver av tallmätare och barrskogsnunna, så är snytbaggeangreppen kroniska (Weslien, 2004), d.v.s. de upprepas med stor styrka varje år.

Snytbaggen (*Hylobius abietis* L.) är vanligast i Götaland och östra Svealand, men finns i hela landet. Avkomman är beroende av rötterna på nyligen döda barrträd, eftersom det är larvens föda. Det förklarar varför kalhyggesbruket medfört en kraftig ökning av insekten. Snytbaggen äter helst bark från barrträd, även om den också kan livnära sig på örter och ris (Petersson m.fl., 2006).

Petersson m.fl. (2006) har sammanfattat snytbaggens livscykel, vilket citeras här: ”På våren, vid en temperatur av minst +18°C, svärmar snytbaggen. Då den känner doften av nyligen döda barrträd slutar den att flyga och landar oftast på ett hygge. På det färskaste hygget parar sig snytbaggarna och honorna lägger ägg under hela sommaren. Äggen läggs i rötternas bark eller i marken nära stubbrötter. När ägg i marken kläcks tar sig larven fram till en rot, som den sedan livnär sig på under hela utvecklingsperioden från larv till fullbildad insekt. Övervintringen sker som larv. I augusti, drygt ett år efter äggläggningen, kläcks de första fullbildade snytbaggarna. Dessa äter under hösten på barrträdsplantor och annat för att sedan övervintra i marken. På våren den tredje säsongen kommer nästan alla snytbaggar av den nya generationen fram på hygget. De behöver då näring för att bli könsmogna och utveckla flygmuskulatur, som krävs för flygningen till ett nytt hygge. Svärmningen äger rum under maj-juni när det är riktigt varmt och vindarna svaga.”

Snytbaggens livscykel innebär att de största skadorna sker de tre första åren efter avverkning med en topp i slutet av år 2 och början av år 3 (jfr. Nordlander m.fl., 2008).

Det finns ett antal metoder som reducerar snytbaggeskadorna till mer rimliga proportioner. Sedan 1950-talet har **insekticider** använts för att skydda plantorna. Plantorna doppas i medlet före plantering. Tidigare användes DDT som förbjöds på 1970-talet på grund av sin giftighet. Sedan har permetrin varit ett vanligt förekommande preparat. Det är en syntetisk pyretroid som också nyligen förbjödits av arbetsmiljösäl. För närvarande (2009) finns tre godkända preparat, Forester, Hylobi Forest och Merit Forest WG. De aktiva beståndsdelarna är cypermetrin, lambda-cyhalotrin respektive imidakloprid, vilka alla är syntetiska pyretroider.

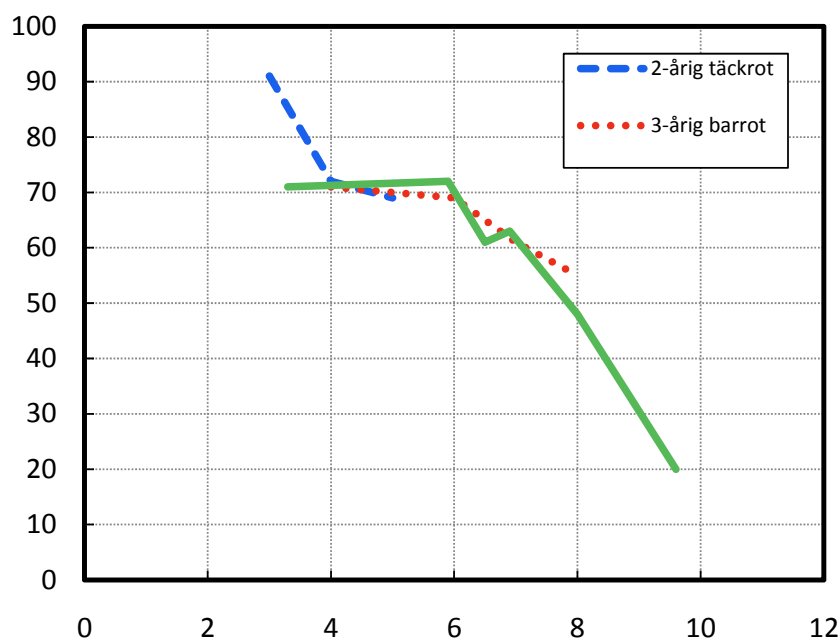
Numera finns även **mekaniska skydd** som reducerar snytbaggens gnag i ungefär samma omfattning som insekticider (Petersson m.fl., 2006). De mekaniska skydden har utvecklats för att kunna ersätta insekticiderna. Det rör sig om två olika typer. **Barriärskydd**, i form av en hylsa, utgör hinder för snytbaggen att komma fram till plantan. Dessa finns med (Snäppskyddet, Stopper, KANT) eller utan krage (Helast bio, Hylostop, Plantstruten). Skydden görs av plast eller papper och skall brytas ned efter ca 3 år då de fullgjort sin funktion. De skall alltså inte behöva plockas bort manuellt. **Beläggningsskydd** innebär att man applicerar ett skyddande lager på plantans nedre del, vilket skyddar mekaniskt mot gnag. Skyddet måste vara heltäckande och kunna expandera med plantans diametertillväxt. Det får heller inte brytas ned för snabbt, vilket varit ett problem. Exempel på beläggningsskydd som används i dag är Conniflex och Bugstop. Ovanstående skydd har huvudsakligen utvecklats för täckrotsplantor.

Ett annat sätt att minska snytbaggeproblemet är att införa **hyggesvila**. En hyggesvila på tre år eller mer minskar snytbaggeskadorna avsevärt. Skogsvårdslagen kräver dock att föryngringsåtgärder skall ha vidtagits senast under det tredje året efter avverkning (Skogsstyrelsen, 2006). Dessutom leder hyggesvila till lägre produktion då omloppstiden förlängs och då konkurrensen från gräs och örter om vatten och näring ökar.

Markberedning har stor betydelse för att minska skador av snytbagge. Det har visat sig att snytbaggen är mindre benägen att stanna till på öppna ytor såsom en markberedd yta (Petersson m.fl., 2006). Markberedningen bör resultera i en yta om ca 40 × 40 cm med ren mineraljord (Nordlander m.fl., 2008). Inblandning av humus reducerar effekten. Markberedning är färskvara och bör utföras hösten innan eller samma år som planteringen. Effektiva markberedningsmetoder i det här sammanhanget är högläggning, inversmarkberedning och ”blöt fylljord” (Asa-mockan).

Ett annat sätt att minska snytbaggerelaterade skador är att plantera under **skärm**. Skärm är ett hjälpmedel vid föryngring för att skydda plantor mot bl.a. låga temperaturer. I södra Sverige är det t.ex. vanligt att föryngra gran under tallskärm. Miljön under skärm skiljer sig från en öppen yta och det har tydligt visats att detta missgynnar snytbaggens härjningar. Trots att antalet snytbaggar är detsamma så visade en studie att antalet snytbaggedödade plantor stadigt minskade från ett kalhygge till en skärm om 320 träd ha⁻¹ (von Sydow & Örlander, 1994).

Plantans egenskaper har också stor betydelse för hur allvarliga skadorna av snytbagge blir. Avgörande faktorer är stammens grovlek, plantans vitalitet och etableringsgrad. Dessutom klarar sig sticklingar bättre än fröplantor vid samma stamdiameter. Stora plantor (rothalsdiameter ≥10 mm) klarar sig bättre än små (figur 8), men riktigt små ”miniplantor” angrips inte heller så mycket första året. Vitala och väletablerade plantor med god toppskotttillväxt klarar sig bättre än mindre vitala.



Figur 8.
Sambandet mellan rothalsdiameter på plantor och andel plantor som dött på grund av skador från snytbagge på ett år gamla hyggen utan markberedning. . - - - - - Örlander och Nilsson (1999); — Thorsén m.fl. (2001).

Effekterna av olika förnygringsåtgärder som syftar till att minska skador av snytbagge går att addera så att en kombination av åtgärder blir betydligt effektivare än åtgärderna var för sig (Petersson & Örlander, 2003). Detta har utvecklats i en modell (Nordlander m.fl., 2008) och nedanstående tabeller (tabell 21–23) visar effekterna av att kombinera olika åtgärder.

Tabell 21.

Effekt av plantstorlek och markberedning på andelen godkända hyggen tre år efter plantering. Frisk skogsmark med relativt lättbearbetad mark. I tabellen anges andelen godkända hyggen i procent och följande färger har använts: 0–50 % = röd; 51–75 % = orange; 76–100 % = grön. Förutsättningar: ett års hyggesvila, 2 500 planterade plantor, minst 2 000 plantor skall överleva för att hygget skall vara godkänt. Från Nordlander m.fl. (2008).

Mark-beredning	Täckrot 1-årig	Täckrot 2-årig	Stickling	Barrot 3-årig	Plugg+1	Barrot 4-årig
Ingen	5	5	6	5	6	7
Harv	27	30	35	35	39	51
Hög	30	33	38	41	44	57
Invers	19	53	99	94	99	100

Tabell 22.

Effekt av markberedning och plantskydd på andelen godkända hyggen tre år efter plantering. Relativt lättbearbetad mark och två typer av plantskydd, det ena enkelt att applicera, men med svag skyddseffekt, det andra svårt att applicera, men med bättre skyddseffekt. För övrig information se tabell 21. Från Nordlander m.fl. (2008).

Mark-beredning	Täckrot Inget	Beläggning	Barriärskydd	Barrot Inget	Beläggning	Barriärskydd
Ingen	5	18	30	6	24	50
Harv	30	50	89	36	69	96
Invers	45	100	100	99	100	100

Tabell 23.

Effekt av skärmtäthet, markberedning och plantskydd på andelen godkända hyggen tre år efter plantering. Ett års hyggesvila, planttypen är 2-årig täckrot eller 3-årig barrot. Det planteras 2 000 planter ha⁻¹ varav minst 1 500 överlever. För mer information se tabell 21. Från Nordlander m.fl. (2008).

Markberedning och plantskydd	Skärmtäthet, stammar ha ⁻¹		
	60	100	140
Täckrot, ingen markberedning	16	18	21
Täckrot, harv	42	49	56
Täckrot, harv + beläggningsskydd	67	87	97
Barrot, ingen markberedning	6	25	47
Barrot, harv	49	58	75
Barrot, harv + beläggningsskydd	95	100	100

Svampskador

Rotröta

Rotröta är ett stort problem för skogsbruket över hela landet. Angrepp leder till nedklassning av virke och till tillväxtförluster. Det är huvudsakligen gran som drabbas. I första hand är det rotticka (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) som orsakar rotröta, men även honungsskivling (*Armillaria* spp.) kan ge liknande skador.

Rottickan ger sig huvudsakligen på gran, men även tall och lärk drabbas lokalt. Ett angrepp innebär att veden missfärgas och bryts ned. Rottickan finns i två former. Den ena (S-formen) finns över hela landet och angriper enbart gran, den andra (P-formen) finns i södra Sverige. P-formen är aggressivare och angriper de flesta trädslag. Enligt Riksskogstaxeringens mätning var 7 % av granarna rötangripna i brösthöjd (Thor 2004; tabell 24). Majoriteten av dessa skador var sannolikt orsakade av rottickan. Med hjälp av Riksskogstaxeringens stubbinventering beräknade Thor (2004) att det finns dubbelt så mycket röta i stubbhöjd som i brösthöjd.

Tabell 24.

Observerad rötfrekvens i brösthöjd och beräknad rötfrekvens i stubbhöjd. Underlaget är Riksskogstaxeringens 51 000 tillfälliga provträd 1983 – 2001 och stubbinventering av 8 000 stubbar. Region 2 ligger i norr och region 5 i söder, se figur 9. Resultaten visar inte den genomsnittliga "sanna" frekvensen av rotröta, eftersom provträden är utvalda med en metod som väljer grövre träd med större sannolikhet. Källa: Thor (2004).

Region	Antal provträd	Rötfrekvens i brösthöjd, medeltal	Rötfrekvens i stubbhöjd, beräknat medeltal
2	12 998	0,06	0,13
3	10 645	0,06	0,10
4	18 055	0,08	0,16
5	9 308	0,07	0,14
2-5	51 006	0,07	0,14



Figur 9.
Riksskogstaxeringens regionindelning, vilken bl.a. använts vid inventeringen av tillfälliga provträd 1983–2001, se tabell 24.

Erfarenheter och studier visar att det finns ett antal träd- och bestandsvariabler som påverkar sannolikheten för röta i träden. Efter en analys av provträd från Riksskogstaxeringen 1983–2001 listade Thor (2004) följande variabler:

- Ålder – rötan ökar med ålder.
- Diameter – rötan ökar med ökande diameter.
- Ståndortsindex – rötan ökar med stigande SI.
- Temperatursumma – rötan minskar vid en temperatursumma mellan 800 och 1 100 dygnsgrader.
- Altitud – rötan ökar om höjden över havet understiger 100 m.
- Markfuktighet – rötan minskar med ökande markfuktighetsklass.
- Jordart – på sandig-moig morän och sand är rötfrekvensen något lägre.
- Granandel – rötan ökar med ökad granandel.

Pukkala m.fl. (2005) utarbetade en modell där konsekvenserna av olika åtgärder på rötfrekvens och ekonomi kan beräknas. I skogsbrukets planering bör rotrötan ingå, eftersom ett ogenomtänkt beteende riskerar att öka angreppen av rotticka. En genomtänkt strategi kan reducera rottickans härjningar. Det gäller att analysera konsekvenserna av förändrade omloppstider, trädslagsval och stubbehandling, eftersom detta påverkar kommande avverkningsvolym och sortimentsfördelning. Att klassa ned sågtimmer till massaved eller brännved försämrar ekonomin avsevärt.

Ovan nämnda modell visade t.ex. för ren 31-årig granskog med SI=G28 att skillnaden mellan att behandla stubbar och avverka på vintern i gallring och slutavverkning jämfört med obehandlad sommaravverkning blir ungefär 30 % skillnad i rötfrekvens och 60 m³ rötad ved vid 80-års ålder (Thor, 2004, Thor och Stenlid, 2004). Ett annat exempel för planterad gran på åkermark

(SI=G36) med två gallringar och 70 års omloppstid gav en skillnad mellan de två alternativen på 80 m³sk rötad ved ha⁻¹, vilket motsvarar 14 % av producerat virke. I Kunskap Direkt (www.kunskapdirekt.se) finns en förenklad modell ("Räkna med rotröta") där det är möjligt att skatta den genomsnittliga rötfrekvensen i ett bestånd när man känner till dess läge, markslag, granandel, ålder och ståndortsindex.

Simonsen m.fl. (2008) beräknade för Holmens Skog markinnehav att stubbehandling/vinteravverkning skulle ge 37 m³sk ha⁻¹ mer frisk ved i ren granskog med hög rötfrekvens och 24 m³sk ha⁻¹ i granblandskog med måttlig rötfrekvens. Siffrorna var en uppskattning för skog med medeltillväxten 6,0 m³sk ha⁻¹ år⁻¹.

Kostnaden för stubbehandling sattes av Thor (2004) till 3 kr m⁻³fub i slutavverkning och 10 respektive 8 kr m⁻³fub i första- och andragallring. Genom att avverka på vintern eller stubbehandling under andra årstider kan kassaöverskottet för svenskt skogsbruk sannolikt bli 100-tals miljoner kr högre än vid obehandlad avverkning under sommaren. Det gör att stubbehandling blir en lönsam åtgärd. Thor (2006) bedömde att skogsägaren kan tjäna 20 000–30 000 kr ha⁻¹ med 3 % ränta genom förståndig avverkning och stubbehandling.

Thor (2006) gav följande rekommendationer när det gäller stubbehandling:

I granbestånd: Avverka under vintern alternativt behandla stubbarna i alla avverkningar. På svag mark (<G20) är behandling inte lönsam i slutavverkningen, eftersom omloppstiden är lång. I gallringskalkyler har 2–3 % internränta erhållits på ner till SI=G14.

I blandbestånd: Söder om Dalälven rekommenderas behandling eller vinteravverkning i alla avverkningstyper, åtminstone för SI≥TG24. Norr om Dalälven avråds t.v. från stubbehandling om granandelen inte överstiger 50 %.

I tallbestånd: I södra Sverige kan behandling vara motiverad i rena tallbestånd. Lokal erfarenhet är viktig. I dokumenterat rötangripna trakter rekommenderas behandling eller vinteravverkning.

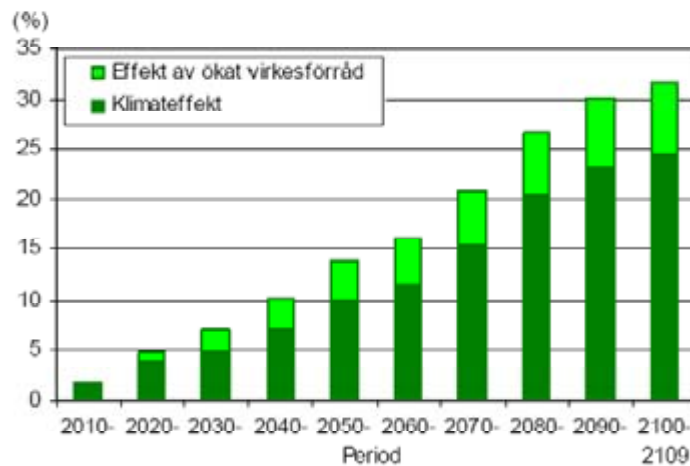
Thor (2004) presenterade fyra olika scenarier, d.v.s. behandlingsvarianter, mot rotröta: 1) obehandlad sommaravverkning i både gallring och slutavverkning; 2) obehandlad sommaravverkning i gallring och slutavverkning som stubbehandling eller sker vintertid; 3) gallring som behandlas eller sker vintertid och obehandlad slutavverkning på sommaren; 4) gallring och slutavverkning vintertid eller med stubbehandling. För ett rent granbestånd på SI=G28 resulterade detta i följande ungefärliga rötade volymer ha⁻¹ vid slutavverkning vid 80 års ålder: 1) 80 m³; 2) 60 m³; 3) 50 m³; och 4) 30 m³. Dessa förhållanden används i de stiftsvisa kalkylerna.

ÖVERGRIPANDE HÄNDELSE

Förändringar i klimat och nedfall är faktorer som den enskilde skogsägaren inte kan påverka. Effekterna bör ändå tas med, eftersom förändringarna kommer att påverka skogens tillväxt och därmed ekonomin. I detta sammanhang är det klimatförändringar och kvävenedfall som behandlas.

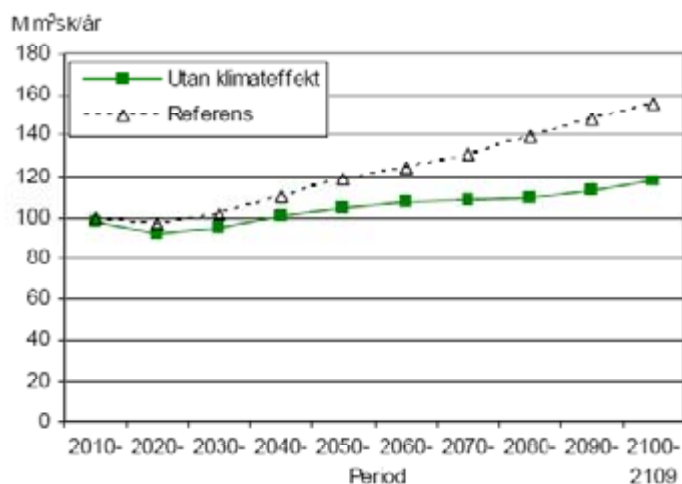
Klimatförändring

De förväntade nettoeffekterna som hänförs till högre temperaturer orsakade av högre halter av växthusgaser har beräknats enligt fyra scenarier i Skogliga konsekvensanalys 2008 (Skogsstyrelsen, 2008c). Effekterna på grund av förändrat klimat bedöms bli mycket stora. Det använda referensscenariot beskriver utvecklingen med nuvarande ambitioner i skogsskötseln, beslutad miljöpolitik till år 2010 och en förändring av klimatet. Tillväxtökningen är dels en direkt effekt av klimatet och dels en effekt av ökat virkesförråd. Den direkta klimat-effekten anses ge en ökad tillväxt enligt referensscenariot på riksnivå med 24,5 % efter 100 år. Den indirekta effekten av ett ökat virkesförråd har beräknats till 7,1 %, vilket totalt blir 31,6 % efter 100 år (figur 10).



Figur 10.
Tillväxtökning orsakad av ett förändrat klimat i Referensalternativet i SKA-VB 08, uppdelat på klimateffekt och effekt orsakad av ökat virkesförråd. Källa: Skogsstyrelsen (2008c).

Den sammantagna climateffekten höjer tillväxten med 1,8 miljoner $\text{m}^3\text{sk år}^{-1}$ redan under perioden 2010–2019, och med 4,6 miljoner $\text{m}^3\text{sk år}^{-1}$ i perioden 2020–2029. I slutet av analysperioden (2100–2109) blir skillnaden mellan ej medräknad och medräknad klimateffekt hela 37,7 miljoner $\text{m}^3\text{sk år}^{-1}$ (figur 11). Klimatets inverkan på tillväxtökningen varierar mellan olika regioner i landet och därtill kommer effekten av trädslagsfördelning som också varierar över landet. I SKA-08 redovisas också hur den beräknade tillväxtökningen antas fördela sig på län och trädslag (tabell 25).



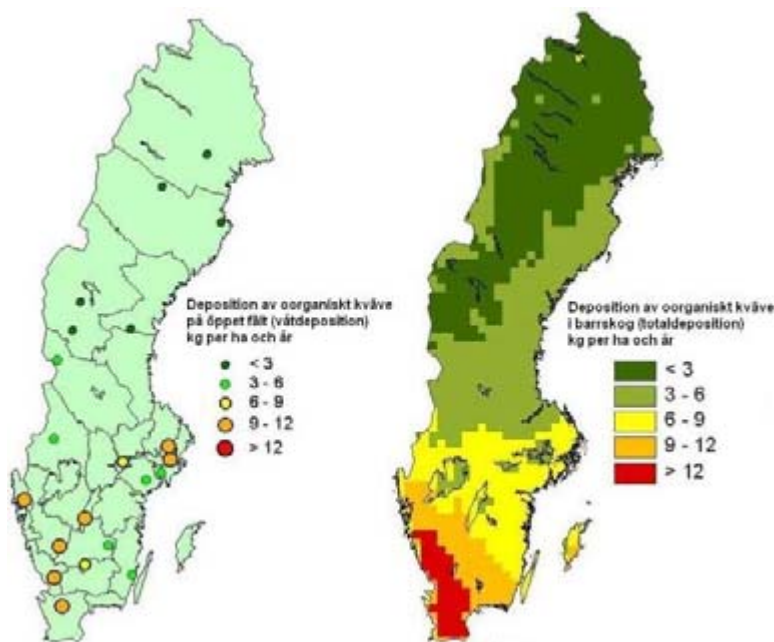
Figur 11.
Beräknad tillväxt i hela landet, med och utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat. Källa: Skogsstyrelsen (2008c).

Tabell 25.
Beräknad produktionsökning i % under perioden 2071 – 2100 fördelat på län och trädslag. Siffrorna visar resultatet från B2-scenariet, d.v.s. det med lägsta utsläpp av växthusgaser. Källa: Skogsstyrelsen (2008c).

Beräkningsområde	Gran	Tall	Björk
Norrbottens lappmark (BDL)	43,0	30,1	29,3
Norrbottens kustland (BDK)	46,2	35,5	33,0
Västerbottens lappmark (ACL)	35,8	25,2	25,2
Västerbottens kustland (ACK)	37,3	28,7	26,7
Jämtlands län Jämtland (ZJ)	30,1	20,3	21,5
Västernorrlands län (Y)	21,6	11,0	13,9
Jämtlands län Härjedalen (ZH)	27,6	22,5	21,6
Gävleborgs län (X)	18,7	9,0	10,9
Kopparbergs län Särna-Idre (WSI)	23,7	16,9	18,5
Kopparbergs län övrigt (WÖ)	24,1	20,5	20,3
Västmanlands län (U)	23,6	22,4	20,1
Uppsala län (C)	24,4	23,3	24,1
Stockholms län (B)	23,3	21,7	20,1
Värmlands län (S)	22,2	21,1	20,5
Örebro län (T)	26,1	25,4	23,2
Skaraborgs län (R)	25,2	24,8	22,6
Västra Götalands län (OPD)	21,1	20,2	18,4
Södermanlands län (D)	20,9	20,8	18,9
Östergötlands län €	16,9	16,4	14,7
Västra Götalands län Älvsborg väster (PV)	17,3	16,4	15,0
Jönköpings län (F)	20,2	7,7	17,1
Kronobergs län (G)	19,6	21,1	18,5
Kalmar län (H)	15,9	17,0	14,3
Gotlands län (I)	18,2	20,8	17,5
Hallands län (N)	18,8	20,5	17,9
Skåne län (LM)	32,3	24,8	25,0
Blekinge län (K)	24,7	24,0	20,7

Kvävenedfall

Atmosfärisk deposition av kväve innebär att betydande mängder näring tillförs i såväl terrestra som marina ekosystem. Det ökade utsläppet av kväve i Sverige och omgivande länder sedan 1950-talet har inneburit en avsevärd ökning av nedfallet. Nedfallet är störst i sydvästra Sverige och avtar mot norr (figur 12). Ökad tillgång på kväve resulterar i högre näringshalter i blad och barr och ett ändrat tillväxtmönster (Näsholm m.fl., 2000). Eftersom de svenska skogarna till allra största delen är kvävebegränsade föreligger ingen omedelbar risk för att kvävemättnad skall uppstå med påföljande läckage av näring, förutom i vissa bestånd i Skåne och Halland. Det är sannolikt att kvävedepositionen givit något högre tillväxt hos träden på vissa marker, men entydiga bevis saknas (Näsholm m.fl., 2000). Marker som inte reagerar på kvävegödsling (se baskraven för gödsling) torde inte i någon nämnvärd omfattning reagera på kvävenedfallet. Till detta kommer att en stor del av kvävenedfallet sker under de tider på året då träden inte är aktiva (Johnson, 1992).



Figur 12.

Till vänster visas summerad kvävedeposition på öppet fält (våtdepositionen) under det hydrologiska året 2006/07 från Krondroppsnetet. Till höger visas kvävedepositionen till barrskog (totaldepositionen) modellerad med SMHI:s MATCH-modell (medelvärden för år 2003–2005). Källa: IVL:s hemsida: www.krondroppsnetet.ivl.se

Den avtagande trenden för kvävedeposition gör att tillväxtökningar baserade på kvävetillskott minskar. Effekten av kvävedeposition på trädens tillväxt har varit svåra att kvantifiera, men kommer att bli mindre och sannolikt överskuggas depositionseffekten av den prognostiserade klimatförändringen. Vi räknar således inte med några ytterligare generella tillväxteffekter av kvävedepositionen i det här uppdraget.

SAMMANFATTNING AV PRODUKTIONSHÖJANDE ÅTGÄRDER MED EKONOMISKA ASPEKTER

De produktionshöjande och skademinskande åtgärderna är behäftade med en viss kostnad för utförandet. Rosvall m.fl. (2004) gjorde en sammanställning av vissa åtgärders kostnad, effekt och värdeökning, vilken återges i tabell 26. Det framkommer att åtgärderna betyder mycket för skogsbrukets ekonomi sett över landet.

Tabell 26.

Effekter av produktionshöjande- och skademinskande åtgärder på produktion och värde för privat mark på riksnivå. Tagen från Rosvall m.fl. (2004).

Åtgärd	Beräkningsalternativ	Kostnad för åtgärd (kr ha ⁻¹)	(kr m ⁻³ sk)	Total åtgärds- eller riskzonsareal (1 000 ha år ⁻¹)	Åtgärdad areal (1 000 ha år ⁻¹)	Volymökning (%)	Värdeökning (milj. kr år ⁻¹)	Tids- horisont (år)
Föryngring	Nuvarande Godkänd	1 200–7 500	20	100 100	55 75	– +5	– 575	50+
Förädling	Oförädlat Förädlat	25–100	1	100 100	0 60	+8	1 000	50+
Gödsling	Ogödslat Gödslat	2 200	150	40	0 20	+1	150	10–20
Röjning	Dagens Intensiv	2 200 1 600–3 800		85 85	60 85	– +1 ¹⁾	– 2 100	20+
Snytbagge	Bra skydd + nuv. skötsel Dåligt skydd + ändr. skötsel	500		50 50	50 50	0 -6	0 -450	50+
Älgskador	20 % skador 50 % skador	²⁾ ²⁾		50 × 12 år ³⁾ 50 × 12 år ³⁾	⁴⁾ ⁴⁾	⁵⁾ ⁵⁾	340 ²⁾ 850 ²⁾	50+ 50+
Rotröta i gran	Stubbeh. el. vinteravv.	0–1 500		35–40	15–20	+1–2	200+	20–50

1) Ökning av traditionellt gagnvirke; 2) Kostnaden för älgreglering är liten för skogsbruket varför inga kostnader är medtagna; 3) Nyttillskott betad areal under ca 12 år; 4) Älg jagas på all skogsmark; 5) 10 % i skadade bestånd

En sammanställning med hjälp av i den här rapporten redovisade produktionshöjande åtgärder där produktionseffekter och kostnader ingår redovisas i tabell 27.

Det kan konstateras att åtgärder såsom användning av förädlat material, ersättning av tall med contorta, kortare kalmarkstid och tidigare röjning är billiga åtgärder, men de är samtidigt åtgärder som får effekt först på ganska lång sikt, d.v.s. det handlar om en omloppstid. Konventionell gödsling däremot, är en åtgärd som snabbt ger mera virke. Den kostar å andra sidan en hel del, men eftersom tiden är kort till att effekten kan hämtas hem är åtgärden inte särskilt känslig för räntekrav.

Åtgärder såsom uttag av grot och stubbar sker i nutid och behöver inte räntebelastas. Biomassan finns direkt tillgänglig. De måste däremot bära sina egna extra kostnader för att bli aktuella.

Ett mycket starkt instrument för produktionshöjning är byte av trädslag. Contorta beräknas producera drygt 30 % mer än tall och hybridasp ger i storleksordningen 50 % mer än gran. Byte av trädslag kan dock, som i fallet med

hybridasp, innebära en hög initial kostnad, som visserligen kalkylmässigt kan hämtas hem under en kort omloppstid, men som ändå blir ett hinder mot en introduktion på bredare front. Byte av trädslag innebär också att landskapet förändras, vilket både kan vara positivt och negativt när vi ser till konsekvenserna.

För skademinskning är viltbetet det stora problemet som kostar oerhörda pengar varje år och som är svårt att komma åt. Skador från såväl vilt som snytbagge och rotticka är i allmänhet negativt även för skogens andra värden. En sannolik tillväxthöjning på grund av ett förändrat klimat får vi vare sig vi vill eller inte. Den kan betraktas som gratis om vi ser till virkesvolymen, men priset kan bli högt på andra områden där klimatförändringen bedöms ge negativa effekter.

Tabell 27.

Åtgärder, deras effekt på virkestillgång, tidsaspekt på när de effektiviseras samt kostnader förenade med åtgärderna. De referenser som använts finns redovisade i respektive avsnitt i texten.

Åtgärd		Produktions- ökning ha ⁻¹	Ändrad omlopps- tid	Tids- horisont	Kostnad för åtgärd ha ⁻¹ (kr)	Kommentar
Plant och frömaterial	Förädlade plantor och frön	10–24 %	–4 år	50+	60	T 10–24%, G 10–24%, C 8–10%, B 5–16 %
	Sticklingar gran	13–37 %	–5 år	50+	1 200–1 500	max 5 % av areal, lägst 20 ha, 1 600 pl ha ⁻¹
Trädslagsbyte	SE–plantor gran	26 %	–9 år	50+	0	1 600 plantor ha ⁻¹
	Contorta ersätter tall	40 %	–15 år	20–50	0	förädlad contorta ersätter oförädlad tall
	Hybridasp ersätter gran	50 %	–40 år	20–50	5 000–7 000	
Föryngrings-effektivitet	Godkända föryngringar	4–5 %	–2 år	50+	1 200–7 500	mål att nå lagens krav, kostnad är extra kostnad för aktuell mark
	Kortare kalmarkstid	2–5 %	–1–2 år	50+	0	
Tidigare röjning	>7 000 st ha ⁻¹	10–15 m ³ sk	0	20+	0	stamantal före röjning, ingen extra kostnad
	3 000–7 000 st ha ⁻¹	2,5–5 m ³ sk	0	20+	0	stamantal före röjning, ingen extra kostnad
Gödsling	1 ggr f slutavv.	tot 13–20 m ³ sk	0	10	3 000	
	2 ggr f slutavv.	tot 26–40 m ³ sk	0	20	6 000	full effekt om första givan klingar ut
	Ungskogsgödsl.	5–10 m ³ sk år ⁻¹	–20 %	50+	20 000–25 000	kostnad för fasen före konv. gödsling
	Askgödsl torvm.	2,5–3,3 m ³ sk år ⁻¹	0	50+	3 300	åtgärd var 25:e år, kostnad som fastmarksgödsling
Markbehandling	Dikesrensning	11 och 20 %	–3 år	20+	1 500 gång ⁻¹	1 resp 2 ggr omdrev ⁻¹ , bonitet 5–5,5 m ³ sk
	Skydds/nydikn	11 och 20 %	–3 år	50+	1 500	effekt som rensning, men tillstånd krävs
	Askåterföring	0 %	0	50+	2 200	ingen tydlig tillväxthöjande effekt i Sverige
Ökat uttag	Biobränsleuttag	107–136 kg TS m ⁻³ som avverkas	0	0	60–150, 150–160	kostnad för grot resp. stubbar med transportavstånd 20–100 resp. 20–50 km
	Skyddad skog	12,5–15 % av stående volym	0	0	+10–20 %	uttaget blir mer kostsamt än trad. avverkn.
	Icke skogsmark	8 milj m ³ sk	0	0	+?	tillväxt på riksnivå, osäker resurs
	Effektiv naturhänsyn	Areal som överstiger 5 %	0	0	0	5 % avsättning krävs, överstigande del är avverkningsbar
Åkermark	Beskogning	13–20 m ³ sk år ⁻¹	–	20+	10 000–15 000	nyetablering m hybridasp/poppel o gran
Skademinskning	Vilt	10 %	0	50+	3 450, 8 620	kostnader för tall med 2–3 % resp. 5–7 % årliga skador
	Snytbagge	5–8 %	0	50+	16 år ⁻¹	gäller SU-områdena
	Rotröta	24, 37 m ³ sk	+1–2 år	20–50	400	blandskog resp. granskog, bonitet 6 m ³ sk
Övergripande	Klimatförändring	24,5 % efter 100 år	–20 %?	50+	0	tillkommer +7,1 % p.g.a. ökat virkesförråd
	Kvävenedfall	0	0	0	0	nedfallet minskar, svårbedömt

Konsekvenser av produktionshöjande åtgärder

Om ovanstående produktionshöjande åtgärder genomförs får detta konsekvenser för viktiga värden i våra skogar. Dessa effekter beskrivs nedan under de fyra huvudrubrikerna Flora och fauna, Vatten, Klimat och mark samt Sociala och kulturella värden.

FLORA OCH FAUNA

Skogsproduktion och naturhänsyn – en balans

Traditionellt förknippar man skogsskötsel med skogsbeståndet – från beståndsanläggning till föryngringsavverkning. Naturvårdens enhet är ofta större än beståndet, men även om målet är att bevara arter i landskapet, regionen eller landet, görs själva åtgärderna fortfarande på beståndsnivå.

Åtgärderna i ett bestånd styrs av egenskaperna i den region eller det landskap det är beläget. På regionskalan kan det exempelvis handla om vilka miljömässiga förutsättningar som råder. Befinner man sig i ett område i Norrlands inland som domineras av fattig tallskog är förutsättningarna för många lövträd och kärlväxter av naturliga skäl dåliga. Där kan åtgärderna i stället inriktas på att exempelvis skapa död ved.

Vilken balans som råder mellan naturvård och skogsproduktion i bestånden bestäms också av faktorer både på region- och landskapsnivå. I ett område med mycket gammal skog, inklusive avsatt gammal skog, kan det krävas mindre av andra typer av hänsyn som bevarar eller skapar gammelskogstrukturer. I stället kan man här utnyttja de fördelar som en öppning i ett bestånd innebär, exempelvis i form av ökad solexponering. I ett landskap som brukats hårt och som domineras av ung ”produktionsskog” bör man däremot spara alla fragment av gammal skog som finns kvar, både i form av avsättningar och generella hänsyn vid skogsbruksåtgärder, utifrån regionens och landskapets förutsättningar, exempelvis med avseende på successionsstadium och skogstyp.

Naturvårdsåtgärder

Avsättning av skogsmark

En viktig naturvårdsåtgärd är att undanta naturskogslignande bestånd från skogsbruk. Under de senaste hundra åren har skogslandskapet genomgått en omvälvande förändring. Denna förändring har på flera sätt utarmat diversiteten av skogsarter (Hanski & Hammond, 1995; Siitonen, 2001; Kouki m.fl., 2001). Den huvudsakliga anledningen till detta är att mängden gamla naturskogslignande bestånd har minskat och ersatts med högtproducerande och välskötta skogsbestånd.

Avverkning i igenväxande kulturmarker

Det finns vissa typer av kulturpåverkade biotoper där fri utveckling inte är det bästa alternativet om syftet är att bibehålla deras naturvärden. Det rör sig till exempel om skogar som har en historik som hagmarker eller som nyttjats för skogsbete och vedtäkt, men som inte varit avskogade. Det är viktigt att ta hänsyn till den historiska markanvändningen på sådana marker. Ofta kan man få värdefull information från gamla kartor. Gränser mellan inägor och utmarker finns inritade på kartor upprättade vid Laga skiften. Vid skötsel av igenväxande

kulturmarker är det ofta viktigt att ta hänsyn till ett flertal olika typer av kultur-lämningar (Hill & Ström, 2008).

Skapande av brandfält

Skogsbrandsläckning är troligen människans största ingrepp i det nordliga skogsekosystemet. I naturskogslandskapet brann det ofta. Efter branden genomgick skogen olika faser, från färska brandfält med många döda och skadade träd via ungskogar, ofta lövdominerade, till gamla skogar. Branden skapade på så sätt en mosaik av skogar med olika brandhistorik (Zachrisson, 1977; Niklasson & Granström, 2000).

Många växter och djur är på olika sätt anpassade till brand. Bland insekterna finns 30 arter i Sverige som är direkt beroende av bränder (Wikars, 1992). En brandberoende art, jordlöparen *Agonum bogemanni*, betraktas idag som utdöd i Sverige. Nio arter betraktas som akut hotade och kan gå samma öde tillmötes om inte bränd skog blir vanligare. Också bland växterna finns brandberoende arter, till exempel svedjenävan, vars frön börjar gro av hettan från en skogsbrand (Granström & Schimmel, 1993).

Marken påverkas kraftigt av brand. Särskilt i kalla klimatlägen var bränder viktiga för den biologiska aktiviteten i marken och frånvaron av brand under lång tid påverkar många viktiga ekologiska processer (Wardle m.fl., 1997). Men mycket är okänt om hur markprocesser och olika mikroorganismer påverkas och hur beroende vissa är av brand. På grund av denna osäkerhet är det i naturvårdsarbetet viktigt att ett representativt urval av skogsmarker brinner eller bränns.

Generell och förstärkt naturhänsyn i produktionsskogen

Sedan början av 1990-talet har olika former av miljöhänsyn vid skogliga åtgärder utvecklats i produktionsskogen, framför allt i samband med föröng-ringsavverkning. Till skillnad från avsättningar, som till stor del baseras på befintliga naturvärden, kan man säga att miljöhänsynen förutom befintliga värden också genererar värden som ligger en bit in i framtiden.

1970- och 1980-talens hyggen var ofta helt kala, och dessutom var trakterna ofta stora. Detta skapade dåliga förutsättningar för många organismer som var beroende av substrat från den gamla skogen, som grova och döda träd och för organismer som var känsliga för stark solexponering och torka. Under 1990-talet började man spara levande och döda träd i samband med föröng-ringsavverkning.

Det finns flera goda skäl för att lämna levande och döda träd på hyggen. För det första så ökar man chansen för många arter från den gamla skogen att överleva hygges- och ungskogsfasen – något som skulle kunna liknas vid en slags *livlina* (life-boating på engelska).

För det andra skapar man variation i den nya uppväxande skogen med exempelvis kvarlämnade träd av större dimensioner, något man skulle kunna kalla en *investering i framtida naturvärden*. Miljöhänsynen kan och bör därför också utvecklas genom olika typer av skötsel under hela omloppstiden.

För det tredje kan man skapa strukturer som liknar de som uppkommer efter naturlig störning. Hit hör, förutom kvarlämnade träd, också mer aktiva åtgärder som att bränna och skapa död ved i form av till exempel högstubbar.

Miljöhänsyn kan även betyda att skapa exempelvis bryn och luckor när skogen växer sig tätare. Miljöhänsynen i ungskog och gallringsskog är dock inte alls lika väl utvecklad och undersökt som miljöhänsynen i samband med föryngringsavverkning.

Skyddszoner mot vattendrag

Skogsmark nära vattendrag kräver speciell hänsyn, dels p.g.a. närheten till vatten (gäller risk för ökad slamtransport och direkt tillförsel av kemikalier vid gödsling, hantering av växtskyddsmedel och oljeprodukter), dels p.g.a. samspillet mellan den strandnära skogen och vattendraget, t.ex. tillförsel av näring i form av löv och insekter. Därför bör det finnas en zon där skogsbruksåtgärder inte utförs eller där vissa åtgärder utförs med särskild hänsyn, en s.k. skyddszon (Ring m.fl., 2008 a, b). Det finns dessutom åtminstone två skäl som talar för skyddszoners nytta för den biologiska mångfalden på land (Hylander m.fl., 2002).

Det första skälet är att skyddszonerna är viktiga för de växter och djur som bara finns i dessa miljöer (Sabo m.fl., 2005; Hylander, 2006; Sabo & Soykan, 2006). Det andra skälet är att skyddszonerna kan vara viktiga reservoarer för vanliga arter i intensivt brukade skogslandskap. Även om artsammansättningen skiljer sig mellan vattennära och icke vattennära miljöer så finns det många arter som kan utnyttja bådadera. Ett nätverk av skyddszoner i landskapet kan därför vara viktiga som tillflyktsorter för dessa arter då närliggande skogsområden avverkas.

En övergripande rekommendation för skötsel av bäcknära miljöer är att lämna så breda zoner som möjligt. Ju bredare desto bättre för den biologiska mångfalden. Det är dock en ganska värdelös rekommendation för skogsbruket där det i praktiken ofta är fråga om att prioritera mellan olika naturhänsyn. Hylander (2004) rekommenderar att breda skyddszoner bör lämnas framför allt i tre ståndortstyper:

- erosionskänsliga finsedimentmarker
- blöta eller fuktiga ståndorter där körskador kan bli stora
- miljöer med mycket substrat (stenblock, död ved, etc.) som utgör habitat för fuktkrävande arter.

Hur mycket hänsyn behövs?

För att kunna bedriva kostnadseffektiv naturvård är en högst relevant frågeställning hur mycket som krävs av skyddad skog, död ved, lövträd mm. för att alla arter skall överleva långsiktigt. Finns det tröskelvärden?

När det gäller fragmentering (sönderdelning i mindre utspridda områden) kan man matematiskt visa att avstånden mellan fragment ökar exponentiellt då fragmentarealen understiger ca 20 % av landskapet (Angelstam & Andrén, 1993). Teoretiskt skulle det innebära att om mängden habitat för en given art understiger 20 % av landskapet så borde populationen minska kraftigt. För

vissa fågelarter verkar det stämma. Stjärtnes behöver exempelvis ca 15 % medelålders till äldre lövrika (>50 % löv) bestånd om avståndet mellan bestånden är 500 m. (Jansson, 1999). Mindre hackspett behöver ca 40 ha äldre lövdominerade bestånd, fragmenterade inom ett område på högst 200 ha (Wiktander m.fl., 2001).

Men olika arter har olika biologi. De flesta däggdjur och fåglar är revirhävande, något som saknas bland växter och ryggradslösa djur, där spridnings- och förökningsförmåga är helt avgörande. Dessa varierar från art till art. En modelleringsstudie antyder att det inte finns något tröskelvärde för mängden död ved och antalet arter av vedlevande skalbaggar (Ranius & Fahrig, 2006). För varje enskild art finns det troligen ett tröskelvärde, men för antalet arter finns det inte det. Alltså, ju mer ved desto fler arter. I en finsk studie där man jämförde olika typer av skog, vanlig slutavverkningsskog, överårig slutavverkningsskog och naturskog varierade mängden död ved från några få kubikmeter till ca 100 kubikmeter (Martikainen m.fl., 2000). Antalet vedlevande skalbaggar som fångades i fällor ökade med mängden död ved. Men den snabbaste ökningen av antalet arter skedde då mängden död ved ökade från ca 3 kubikmeter till ca 20 kubikmeter. Sällsynta och hotade arter var dock sparsamt representerade inom detta intervall.

Tyvärr går det inte att besvara frågan ”Hur mycket är nog?” på ett uttömmande sätt. Det enkla svaret blir troligen ”Ju mer desto bättre”. Det blir i slutändan en avvägning mellan olika intressen. I Sverige har vi valt att kombinera en relativt liten formellt skyddad areal med en ganska hög grad av generell hänsyn. Det kallas ofta för ”Den svenska modellen” (även om den inte är särskild unik för Sverige). Det saknas mycket kunskap om hur denna modell fungerar. I vilken mån kan en hög grad av generell hänsyn kompensera för en liten och fragmenterad areal naturskog och hur ser den ekonomiskt optimala kombinationen ut av avsättningar och generell hänsyn ut?

Generella effekter av intensivare skogsbruk

För att kunna studera hur ett så komplext system som skogen förändras av skogsbruk, så måste vi hitta begripliga och sammanfattande sätt att beskriva detta på. Referenstidpunkten är central då det gäller att mäta förändringar. För skoglig naturvård i Sverige används ofta ”naturskogen” (skogstillståndet före till exempel 1850-talet) som referens (Angelstam & Andersson, 1997; Angelstam m.fl., 2007). Men man kan använda andra senare referenstidpunkter som har mer och bättre data att jämföra med. Om man skall studera effekterna av intensivt skogsbruk kanske referensen 1960 är mer användbar.

Några konkreta punkter kan beskriva de viktiga förändringar som skett hittills i skogslandskapet till följd av ett intensivare skogsbruk:

- Skogens dynamik
 - Färre bränder
 - Kortare omloppstider
- Skogens fragmentering och struktur
 - Mindre och mer fragmenterade arealer av gammal skog
 - Mindre och mer fragmenterade arealer av lövrik skog
 - Mindre mängder död ved.

Utan att göra några avancerade analyser kan man utgå ifrån att alla dessa förändringar har varit negativa för den biologiska mångfalden i skogslandskapet. Ytterligare höjning av intensiteten i skogsbruket kommer att utarma flora och fauna ännu mer om inte detta kompenseras med riktade åtgärder.

Intensivare skogsbruk med ökad tillväxt leder troligen till tätare skogar och kortare omloppstider. Tåta skogar är ett stort hot mot den biologiska mångfalden. I ett allt intensivare skogsbruk med mindre inslag av lövträd blir bestånden täta och mörka – gläntor är en bristvara. Kortare omloppstider betyder att arter anpassade till sena skogssuccessioner missgynnas. För att bibehålla eller öka förutsättningarna för en rik flora och fauna i landskapet måste man kompensera med andra åtgärder, t.ex. ökade avsättningar och bättre generell hänsyn som bl.a. beaktar behovet av gläntor.

I den matris som medföljer huvudrapporten är merparten av de produktionshöjande åtgärderna försedda med minustecken. Här bör dock påpekas att vi enbart utgått ifrån vad som händer i beståndet och utan att kompensera åtgärder utförs någon annanstans i landskapet. Det är en utmaning att hitta kostnadseffektiva lösningar på ett system där man i stor omfattning satsar på ökad produktion och ökad eller åtminstone bibehållen biologisk mångfald. När det gäller effekter på flora och fauna är det oklart om det finns en sådan lösning. En satsning på ökad produktion måste ju vara långsiktigt lönsam. Om kostnaderna för de kompensera åtgärderna är större än virkesvinsterna är det inte värt mödan.

Naturvårdsmål baserade på tillväxt?

I dag är andelen naturvård arealbaserad enligt FSCs krav. Om man i stället avsatte en viss andel av tillväxten skulle detta automatiskt innebära en ökning av naturvården i takt med att tillväxten ökar. Exakt hur ett sådant system skulle utformas är idag oklart. Men för att behålla balansen mellan produktions- och miljömål är det viktigt att öka insatser redan då man tar beslutet om att införa en produktionshöjande åtgärd. Effekten av åtgärderna tar tid och det är viktigt att göra eventuella avsättningar medan naturvärdena finns kvar i form av t.ex. gammal skog, grova träd och lövrika bestånd.

Plant- och frömaterial

Bättre plant- och frömaterial är i sig inget som påverkar flora och fauna jämfört med det material som används idag. Men det får effekt genom att det leder till tätare föryngringar och troligen kortare omloppstider (se Naturvårdsmål baserade på tillväxt?).

Trädslag

Trädslaget har mycket stor betydelse för vilken flora och fauna som finns i beståndet. Även om floran och faunan varierar för olika trädslag kan man generellt inte hävda att något inhemskt trädslag är bättre än något annat. Alla behövs för att associerade arter skall fortleva. Blandbestånd av löv och barrträd framhålls ofta som bättre än monokulturer därför att fler arter kan leva i sådana bestånd. Detta är dock ett förenklat och rentav missvisande resonemang. Om man skall utvärdera effekten av blandskog bör man jämföra det sammanlagda antalet arter i en monokultur av barr och en monokultur av löv med en lika stor yta blandskog. Några sådana undersökningar känner vi inte till.

Exotiska trädslag har normalt färre arter ur vår inhemska flora och fauna knutna till sig. Hur allvarlig odling av främmande trädslag är beror på omfattningen i landskapet och vilka marker som tas i anspråk. Om man jämför en åkerplantering med gran (en ganska artfattig miljö) med en åkerplantering med t.ex. sitkagran torde skillnaderna vara betydelselösa. Man kan också jämföra en åkerplantering av gran med en dito av hybridasp, där det senare alternativet förmodligen är det mest positiva ut miljösynpunkt. Men om användning av främmande trädslag skall ske i stor omfattning, behövs det en mycket större analys av miljökonsekvenser. En sådan är gjord för contortatall (Andersson m.fl., 1999)

Föryngringseffektivitet

Bättre föryngringseffektivitet leder till täta skogar, vilket är negativt. Gläntor blir en bristvara. Markberedningens största negativa effekt är att liggande död ved körs sönder. Och ju kortare omloppstider desto allvarigare blir följderna av detta (Weslien m.fl., 2008). Störningen som sker i marken (vid en vanlig harvning) har troligen ingen stor negativ inverkan på flora och fauna i våra ekosystem, då de är anpassade till störningar av olika slag. Att minska andelen löv i bestånden är negativt, såvida man inte ökar den någon annanstans.

Röjningsstrategi

Enligt en nyligen publicerad studie baserad på ståndortskarteringens provytor gynnar röjning artrikedomen av växter (Widenfalk & Weslien, 2009). Röjda bestånd hade fler arter per ytenhet än oröjda. Detta gällde också ganska långt efter röjning i nuvarande gallringsskog. Gallring hade dock inte samma effekt. En tidig röjning bör ha övervägande positiva effekter på markvegetationens artrikedom och utbredning jämfört med sen röjning.

Gödsling

Enligt tidigare gjorda konsekvensanalyser (Nohrstedt & Westling, 1995; Högbom & Jacobson, 2002) utgör 1–2 gödslingar av vuxen barrskog inget starkt hot mot rödlistade arter. Gödsling leder dock till vegetationsföränd-

ringar, särskilt i bottenskiktvegetationen. Varaktigheten av dessa förändringar kan diskuteras. Strengbom och Nordin (2008) rapporterar om vegetationsförändringar i påföljande skogsgeneration, men det finns tveksamheter i beståndsvalet som bör redas ut. Gödsling påverkar också artsammansättning av mykorrhizasvampar, åtminstone kortsiktigt (Taylor m.fl., 2005). Ungskogsgödsling kommer att innebära täta bestånd och korta omloppstider, samt troligen starkare och mer bestående vegetationsförändringar. Askgödsling på dikad torvmark påverkar växtsamhället. Men har man väl dikat, vilket har avgörande betydelse för växter och djur, så kan man likaväl gödsla.

Markbehandling

Dikesrensning eller skyddsdikning bör ej utföras uppströms vatten med höga biologiska värden. (se avsnitt Dikesrensning). Konsekvenserna av askåterföring beror på vilken typ av aska som används. Endast långsamverkande stabiliserade askor bör användas (Egnell m.fl., 1998)

Ökat uttag

Effekter av engångsuttag av barrträds-grot på flora och fauna bedömdes av Egnell m.fl. (1998) vara marginella eller reversibla för de flesta artgrupper. Vid upprepade uttag saknas kunskap. De största kunskapsluckorna gäller effekterna på organismer i marken och eventuella förändringar i viktiga processer och interaktioner såsom nedbrytning och mykorrhiza. Omfattande stubbskörd kan få negativa effekter på insekter och kryptogamer som utnyttjar dessa.

Uttag i skyddad skog, eller hellre *aktiv naturvård*, kan ge mer virke. Det finns skogsbestånd som behöver skötas för att behålla naturvärdena. Exempel på sådana är igenväxande kulturmarker. Här finns bara positiva effekter av huggning – men det är troligen kostsamt att sköta i längden. Bränning är en annan mycket effektiv åtgärd som sker för sällan. Ett uttag innan bränning är oftast nödvändig för att marken skall torka ut så att elden kan sprida sig. Naturvårdshuggningar enligt den modell som Rosvall och Normark (2006) föreslår är oprövade.

Uttag på icke skogsmark skulle kunna ha negativa effekter i vissa landskap – t.ex. jordbrukslandskapet där stora naturvärden är kopplade till åkerholmar och alléer och bryn.

Beskogning av åkermark

Beskogning av åkermark är i sig inget som påverkar åkerns flora och fauna negativt. Om det står en monokultur av vete eller gran är troligen likgiltigt – båda är konstlade och artfattiga ekosystem. Men det finns ändå *ett stort hot mot flora och fauna* om de lövrika brynen mot åkern blir beskuggade. I alla hundratals mil av åkerbryn i Sverige ryms stora naturvärden – inklämda mellan den brukade skogen och den brukade åkern. Därför bör all beskogning av åkermark beakta brynets naturvärden och anpassa åtgärderna därefter.

Skademinskning

Minskning av viltskadorna kan erhållas genom att ha lägre viltstammar. Detta skulle innebära att viltbegärliga trädslag som asp och rönn skulle kunna förnyngra sig – något som är svårt i många skogslandskap idag på grund av betestrycket. Detta skulle vara positivt för många andra arter också.

Övergripande händelser

Varmare klimat kommer att påverka flora och fauna mycket. Bland annat kommer nedbrytningen av död ved att gå snabbare. Det blir en negativ synergistisk effekt på mängden död ved av intensivare skogbruk med kortare omloppstider och varmare klimat med snabbare nedbrytning (Weslien m.fl., 2008).

Sammanfattning av påverkan på flora och fauna

I nedanstående tabell (tabell 28) har ett försök gjorts att övergripande bedöma de olika produktionshöjande åtgärdernas effekter på flora och fauna. Skalan består av + = troligen positivt, 0 = sannolikt ingen inverkan, och – = troligen negativt för flora och fauna.

Tabell 28.

Bedömd påverkan på flora och fauna av produktionshöjande åtgärder.

Åtgärd	Effekt på flora och fauna	Kommentar
Plantmaterial		
Plantstorlek	0	
Förädlat, sticklingar, SE-planter	–	kortare omloppstid, tätare skogar
Trädslag	+ –	både + och -, hybridasp mer + än granåker
Föryngringseffektivitet		
Kultur i stället för naturlig föryngring	–	kortare omloppstid, tätare skogar
Bättre markberedning	–	kortare omloppstid, tätare skogar
Kortare kalmarkstid	–	kortare omloppstid, tätare skogar
Bättre planter	–	kortare omloppstid, tätare skogar
Röjningsstrategi		
Tidigare röjning	+	högre växtdiversitet
Färre röjningar	+ – ?	
Gödsling		
1 och 2 ggr före slutavverkning	0	
Ungskogsgödsling	–	
Markbehandling		
Dikesrensning o skyddsdikning	–	
Askåterföring	0	
Ökat uttag		
Biobränsleuttag	0 –	
Uttag, skyddad skog, ej skogsmark	–	
Beskogning av åkermark	–	
Skadaminskning		
Viltskador	+	
Snytbagge, svamp, mekaniska skador	0	
Övergripande händelser		
Klimat och kvävenedfall	–	

VATTEN

Skogsbruk kan påverka vattnens kemi, biologi och hydrologi, d.v.s. flödesvägar och vattenflödenas storlek och fördelning under året (Ring m.fl., 2008a,b). De biologiska effekterna är ofta kopplade till kemiska och fysiska störningar i vattenorganismernas livsmiljö, d.v.s. störningar som påverkar substratkvalitet, ljusinstrålning, vattentemperatur, syrgashalt, organiskt material och näringstillgång.

Analysen av hur de produktionshöjande åtgärderna påverkar vatten baseras på de faktorer som Ring m.fl. (2008b) identifierade. Författarna drog slutsatsen att de effekter på vatten som skogsbruk kan ge upphov till beror på 1) vilken skogsbruksåtgärd som utförs, 2) hur åtgärden utförs i det enskilda fallet, 3) areell omfattning, 4) var i avrinningsområdet åtgärden görs, 5) tidpunkt, 6) art-sammansättning i vattnet och 7) geografiskt läge. Dessa punkter presenteras övergripande nedan. Möjliga åtgärder för att motverka negativa effekter på vatten redovisas under respektive produktionshöjande åtgärd och baseras på Ring m.fl. (2008b).

1) Skogsbruksåtgärd

Den effekt som erhålls för kemi, biologi och/eller hydrologi, beror på skogsbruksåtgärden som utförs. Detta måste man beakta då man planerar för produktionshöjande åtgärder på objektsnivå. Man måste ta hänsyn till de lokala förhållandena och bedöma hur vattnet i det enskilda fallet kan komma att påverkas. I Ring m.fl. (2008b) ges förslag på en planeringsmetod för detta.

2) Åtgärdens utförande

Sättet att utföra skogsbruksåtgärderna i det enskilda fallet har stor betydelse för miljöeffekterna. Ett bra utförande minskar negativ miljöpåverkan. En förutsättning för att klara detta är god och långsiktig planering.

3) Areell omfattning

Utlakningen påverkas av hur stor andel av avrinningsområdet som berörs av en åtgärd. Det gäller främst slutavverkning och skogsgödsling. Ju större påverkad andel, desto mer ökar utlakningen. I små avrinningsområden berörs ofta en betydligt större andel än i större. Därför erhålls störst effekt i traktens grundvatten och i närliggande vattendrag och sjöar. Ett liknande resonemang kan föras för avverkning nära vattendrag; de biologiska effekterna i vattendraget blir troligen större ju längre sträcka som avverkas.

4) Åtgärdens placering i avrinningsområdet

För vattendrag och sjöar är det mest riskabelt att utföra åtgärder i närliggande utströmningsområden. Det gäller terrängkörning nära ytvatten, vilket kan leda till omfattande uttransport av slam. Det gäller även gödselmedel, aska och växtskyddsmedel som hamnar i utströmningsområden och därmed riskerar att lakas ut direkt. Grundvattnets kvalitet påverkas främst av skogsbruksåtgärder i inströmningsområdena där grundvattenmagasinet fylls på.

5) Tidpunkt

Vattenkvaliteten påverkas av när på året man utför en skogsbruksåtgärd. Det beror bl.a. på att avrinningen och markens bärighet varierar över året. De biologiska effekterna påverkas av när åtgärden utförs och hur länge effekten håller i sig.

6) Artsammansättning i vattnet

Skogsbrukets påverkan på de vattenlevande organismerna beror bl.a. på vattnets kemi och bottenmaterial samt vilka arter som finns där och deras möjligheter till flykt och återkolonisation. Påverkan på organismerna beror på hur väl vattnen klarar av att stå emot de störningar som skogsbruksåtgärderna ger.

7) Geografiskt läge

Skogsbruksåtgärdernas effekter på vatten kan variera med traktens geografiska läge, eftersom det ofta finns en koppling till klimatet och markens bördighet. Slutavverkning verkar påverka kväveutlakningen under en längre tid i norra Sverige än i södra, men kväveutlakningen kan vara lägre per hektar och år i norra Sverige. Det är okänt om den totala mängden utlakat kväve skiljer sig mellan norr och söder.

Effekter av ökad skogstillväxt

Ökad skogstillväxt med större uttag av biomassa leder till ökad markförsurning, vilket på sikt kan öka surheten i grund- och ytvatten. Målet med de produktionshöjande åtgärderna att öka skogstillväxten innebär därför i sig, via ett ökat uttag, en påverkan på mark och vatten. Grunda marker är känsligare och har generellt sett en lägre potential för återhämtning från försurning.

Effekter av kortare omloppstid

Om man kortar omloppstiden kan hyggesfasen komma att utgöra en större andel av omloppstiden om inte produktiviteten samtidigt ökar. I en simuleringsstudie över flera hundra år (på landskapsnivå) fann man att kväveutlakningen inte påverkades nämnvärt då produktiviteten ökade och omloppstiden kortades (Weslien m.fl., 2008).

Om hyggesfasens andel av omloppstiden ökar är det negativt för vattnen, eftersom slutavverkning generellt sett har stor inverkan på vatten lokalt sett, även om effekterna på större avrinningsområden blir små. Slutavverkning i mindre avrinningsområden medför vanligtvis att avrinningen ökar, vattentemperaturen ökar (eller minskar) och att utlakningen av kväve och fosfor ökar (Ring m.fl., 2008a). Detta kan ge biologiska effekter i vattendrag. Merutlakningen av kväve pågår uppskattningsvis i 10–15 år i mer nordliga delar av landet och ca fem år i Götaland och uppvisar främst lokala effekter. Några studier indikerar att läckage av total- och metylkvicksilver ökat efter slutavverkning (Ring m.fl., 2008a). En kortare omloppstid innebär även att terrängkörningen ökar, vilket innebär risk för spårbildning. Spårbildning nära ytvatten kan påtagligt försämra ytvattens kvalitet genom ökad tillförsel av eroderat material.

Det finns ett antal åtgärder som man kan vidta för att minska påverkan av slutavverkning och det gäller framför allt att skapa trädklädda skyddszoner längs vatten och freda utströmningsområdena från terrängkörning (Ring m.fl., 2008b).

Plant- och frömaterial

De effekter på vatten som val av plant- och frömaterial kan ge är troligen främst kopplade till den ökade skogstillväxten och att omloppstiden kortas.

Trädslag

En viktig vattenkemisk variabel som kan påverkas av trädslaget är nitrat (Ring m.fl., 2008a). I avrinnande vatten från orörda skogar är nitrathalten generellt sett väldigt låg, oberoende av trädslagssammansättning. I områden med relativt högt kvävenedfall (mer än 20 kg kväve per hektar och år) var utlakningen av nitrat dubbelt så hög från en grandominerad skog jämfört med ett bokbestånd (Högbom, 2006). Eftersom granen har en större bladbiomassa och dessutom har barr under hela året blir kvävenedfallet högre i granskog än i bokskog. Det finns sparsamt med information från andra lövträdslag, men de studier som finns antyder att det inte är någon större skillnad i nitratutlakning för icke kvävefixerande trädslag (den kvävefixerande alen är ett undantag). Slutsatsen är att den viktigaste skillnaden i nitratutlakning mellan trädslag sannolikt föreligger mellan barrträdsdominerade respektive lövträdsdominerade bestånd i regioner med högt kvävenedfall.

Trädslagets omloppstid är troligen en viktig faktor för den sammanlagda utlakningen under flera omloppsperioder (se ovan). Anledningen är att hyggesfasens sammanlagda längd kommer att öka med minskande omloppstid (förutsatt att hyggesfasen är ungefär densamma för olika trädslag).

Föryngringseffektivitet

Effekter av markberedning

De vattenkemiska effekterna av markberedning har undersökts i ett fåtal studier, men flera nya studier pågår (åtta fältförsök drivs av Skogforsk). Ny kunskap kommer därför inom några år.

Mekanisk markberedning påverkar mineraliseringen, vilket kan påverka utlakningen, och exponerar mineraljord, vilket kan ha betydelse för erosion och slamtillförsel till ytvatten. De vattenkemiska studier som finns tyder på att utlakningen till grundvatten främst påverkas av själva hyggesupptagningen och i mindre utsträckning av markberedningen (Ring m.fl., 2008a). Jordart, markens lutning, markberedningsmetod och dess utförande avgör hur slamtransporten påverkas.

Finska studier visar att harvning och plöjning påverkar vegetationen både på kort och på lång sikt. Efter harvning återkoloniserades tiltor, fåror respektive ostörd mark olika snabbt av vegetationen (Palviainen m.fl., 2007), vilket sannolikt påverkade utlakningen (Piiirainen m.fl., 2007). Fem år efter harvning var fältvegetationens biomassa och näringsförråd betydligt högre på tiltorna än i harvfårorna. En del av den ökade näringstillgången i tiltorna hade därmed bundits in i fältvegetationen. Baserat på finrötternas biomassafördelning drog

Tanskanen och Ilvesniemi (2007) slutsatsen att granar tog upp betydande mängder näring och vatten från plogtillorna under de första 20 till 33 åren efter plantering.

Om markberedningen ökar i omfattning innebär det en ökad risk för slamtransport till ytvatten p.g.a. exponering av mineraljord och risk för hjulspår vid körning med markberedare på otjälad mark. Med god planering kan dock dessa effekter sannolikt undvikas (se Ring m.fl., 2008b).

En fråga som inte är helt utredd är hur markberedning påverkar kväveutlakning. De finska studierna samt Ring och Högbom (2006) visar att utlakningen är sammankopplad med markberedningens effekter på markvegetation och förnygringsresultat. En tumregel är att kväveutlakningen från hyggen avtar i takt med att vegetationen, såväl hyggesvegetation som trädbestånd, återkoloniserar marken. Betydande mängder kväve kan bindas in i hyggesvegetationen (Bergquist m.fl., 1999), vilket motverkar utlakning. Många faktorer spelar roll för kväveutlakningen från hyggen (Vitousek m.fl., 1979). Idag har vi inte tillräcklig kunskap för att bedöma effekterna av exempelvis tidigare markberedning, kortare kalmarkstid eller förnygring med andra trädslag. Två avgörande faktorer för kväveutlakning är hur snabbt vegetationen utvecklas på hygget och hur länge och hur mycket grundvattennivån är förhöjd i utströmningsområdena. Hur utlakningen av fosfor påverkas är än mindre belyst, men är minst lika viktigt ur ett vattenperspektiv.

Röjningsstrategi

Kunskapen om röjningens (och gallringens) påverkan på vatten är liten. Det finns en viss risk att kväveutlakningen ökar till följd av högre avrinning och ett större utbud av kväve i marken. Ring m.fl. (2008a) bedömde dock att en stor andel av kvävet troligen kommer att tas upp av vegetationen, eftersom marken fortfarande är täckt av ungskog (eller gallringsskog) efter åtgärderna.

Om röjning leder till att omloppstiden kortas medför detta att näringsutlakningen kan komma att öka i ett långt tidsperspektiv (se ovan).

Gödsling

Gödsling av vuxen skog på fastmark

Då gödselmedel hamnar i ett vattendrag eller på närliggande utströmningsområden ökar halterna av nitrat och ammonium dramatiskt i vattendraget (Edlund, 1994). Det kan under vissa förhållanden orsaka fiskdöd p.g.a. höga ammoniakhalter (se Ring m.fl., 2008a). Genom att lämna en ogödslad skyddszon runt vattendraget kan de dramatiska haltökningarna i vattendraget undvikas (Nohrstedt & Ring, 1991). Haltförhöjningarna i både vattendrag och markvatten kvarstår vanligtvis under ett till två år efter gödslingen. Ofta tycks mindre än 5 % av normala gödselgivan lakas ut, men i ett fall beräknades utlakningen till ca 25 % (Nohrstedt & Westling, 1995). Huvuddelen av det tillförda kvävet binds in i mark och vegetation (Melin & Nõmmik, 1988). Markens förråd av kväve ökar, vilket kan påverka nitratutlakningen efter slutavverkning (Ring, 1996). Skogforsk bedriver studier som inom några år kommer att lära oss mer om de långsiktiga effekterna av praktisk skogsgödsling.

Sammanfattningsvis ökar skogsgödsling kväveutlakningen på kort sikt, d.v.s. direkt efter tillförseln, och eventuellt under den kommande hyggesfasen. Effekterna på vatten motverkas genom att följa Skogsstyrelsens allmänna råd (SKSFS 2007:3) och de råd som ges av Ring m.fl. (2008b).

Ungskogsgödsling

Ungskogsgödsling enligt den modell som beskrivs av Johan Bergh (muntlig kommunikation) kommer sannolikt att öka kväveutlakningen vid varje gödslingstillfälle och efter slutavverkning, p.g.a. att markens kväveförråd ökat samt att omloppstiden blivit kortare. Det går dock inte att i nuläget dra några säkra slutsatser om huruvida den totala kväveutlakningen vid ungskogsgödsling skiljer sig från utlakningen vid konventionell gödsling av vuxen skog.

Askgödsling på dikad torvmark

Två skäl att tillföra aska på torvmark är dels att träd tillväxten i regel ökar, eftersom askan innehåller fosfor och kalium, dels att förebygga näringsbrist och minskad skogsproduktion vid grot-skörd på torvmark.

Obehandlad aska är mycket löslig. För att motverka bl.a. brännskador på vegetation och hög utlakning försöker man ”stabilisera” askan innan spridning i skogsmark. Fältförsök visar dock att även ”stabiliserad” aska kan vara löslig (Ring m.fl., 2006) och orsaka skador på vegetationen (Jacobson & Gustafsson, 2007). Askan innehåller bl.a. tungmetaller och fosfor och om dessa ämnen lakas ut vid askgödsling är det generellt sett negativt för vattenkvaliteten. För att belysa effekterna på bl.a. vattenkemin anlades tre fältförsök i södra Sverige (SV Småland) med början år 2003 (Sikström m.fl., 2006). De askdoser som studerats i dessa försök kan betraktas som kompensationsgiva (ca 3 ton aska per hektar) respektive låg gödslingsdos (ca 6 ton aska per hektar). I ett försök på en dikad och relativt lågproduktiv torvmark med tallskog gjordes vattenkemiska mätningar i avrinnande vatten, i huvuddiket, och i grundvatten ner till 1 m djup. I två andra försök undersöktes grundvattenkemin.

Askan som tillfördes var genomgående självhårdad och krossad biobränsleaska. Vid spridningen av 3,1 ton aska per hektar i avrinningsområdet lämnades en 5 m bred obehandlad zon mot huvuddiket, men ingen hänsyn togs till tegdikena som ofta var igenväxta. Målet var att undvika att sprida aska direkt i avrinnande vatten, eftersom detta kan påverka vattenkemin dramatiskt, t.ex. öka pH-värdet kraftigt, och öka koncentrationerna av tungmetaller m.m. En visuell inspektion efter spridningen visade att ingen aska hamnat i skyddszonen och därmed inte i huvuddiket.

I huvuddiket ökade den elektriska ledningsförmågan (ett mått på vattnets innehåll av joner) efter askspridningen samt halterna av bor, brom, kalcium, kadmium, kobolt, kalium, klorid, litium, magnesium, mangan, natrium, fosfor, fosfat-fosfor, svavel, sulfat och zink (Sikström m.fl., 2006). För de flesta ämnen kom ökningen direkt efter spridningen och varade i några månader till minst ett år, d.v.s. under hela mätperioden. Halten av bly och vanadin var lägre än förväntat i ca sex respektive nio månader. Därefter tenderade blyhalten att öka. En minskning noterades även för halten av löst organiskt kol som var lägre än förväntat i ca åtta månader. Under tre månader efter asktillförseln var pH-värdet lägre än förväntat. Halten av bly och vanadin samt den totala aciditeten

samvarierade med halten av löst organiskt kol. Det antyder att dessa halter påverkades indirekt genom att asktillförseln påverkade utlakningen av organiskt material. De grundvattenkemiska effekterna av asktillförseln stämde överens med de effekter som noterades i avrinnande vatten.

Den citerade studien är relativt unik, eftersom miljöeffekterna på vatten av askåterföring endast studerats i ett fåtal fältförsök (Aronsson & Ekelund, 2004). Askgivningen i avrinningsområdet var låg sett i ett produktionsperspektiv. De givorna som resulterat i stora ökningar av träd tillväxten i finska försök har ofta varit betydligt högre. Man kan förvänta sig att utlakningen per hektar generellt ökar med ökande askgiva. Utlakningen beror också på hur stor andel av avrinningsområdet som gödslas. I det studerade området utgjorde det behandlade området ca hälften av avrinningsområdet. Studien visar att askåterföring på torvmark påverkar kemin i avrinnande vatten och i ytligt grundvatten, men det är svårt att bedöma hur allvarliga effekterna är. En sådan bedömning måste göras utifrån olika perspektiv, t.ex. med utgångspunkt i de nationella miljökvalitetsmålen eller ekotoxikologiska konsekvenser och beakta de lokala förhållandena.

Markbehandling

Dikesrensning

Dikning leder vanligtvis till ökad erosion av torv och mineraljord, högre utlakning av kväve och fosfor, minskade humushalter samt högre pH i det avrinnande vattnet (Simonsson, 1987). Ring m.fl. (2008a) drar slutsatsen att effekten på vattenkvaliteten av dikesrensning troligen är mindre än vid nydikning och sannolikt även vid skyddsdikning, förutsatt att dikesrensningen sker innan grundvattennivån nämnvärt påverkats. Erosionsrisken vid själva grävningen kvarstår dock. Den ökade transporten av partiklar kan ge biologiska effekter längre ner i vattensystemet (Ring m.fl., 2008a). Rensning av ett igenväxt tegdike på en torvmark ger troligen små effekter lokalt jämfört med rensning i en tidigare dikad del av ett naturligt vattendrag. Observera att rensning på en torvmark ändå kan ge stora effekter om eroderat material lämnar dikessystemet och transporteras nedströms till mer värdefulla vatten.

I en finsk studie i 40 avrinningsområden fann man att dikesrensning och viss nydikning i medeltal minskade surheten, ökade vattnets elektriska ledningsförmåga, ökade halten av partiklar, natrium, kalium, kalcium och magnesium och minskade halten av löst organiskt kol (Joensuu m.fl., 2002). Ammonium- och nitrathalterna ökade medan halterna av organiskt kväve minskade. Höga fosforhalter uppmättes i några få områden i anslutning till dikesrensningen, men totalt sett såg man inga effekter på halten löst fosfor (partikulärt bunden fosfor kunde inte mätas). Mätningarna påbörjades ett till två år före rensningsåtgärderna och pågick därefter i två till tre år.

Dikesrensning som produktionshöjande åtgärd bör göras i områden där rensningen kan ske utan att transporten av eroderat material avsevärt försämrar nedströms liggande vatten. Det innebär att dikesarbeten inte bör utföras i direkt anslutning till eller direkt uppströms vatten med höga biologiska värden, t.ex. där det finns flodpärlmussla. Avgörande för transporten av eroderat material är hur diken ansluts till vattendrag och sjöar. Dikesvattnet skall inte ledas direkt ut i vattendrag eller sjöar. Vid alla typer av dikesarbeten bör åtgärder vidtas för att minska uttransporten av eroderat material, t.ex. med hjälp

av sedimentationsbassänger, översilning och olika filterkonstruktioner (se Skogsstyrelsen, 2007b). Nyttan av dessa motåtgärder är dock inte helt fastställd.

Skyddsdikning

De vattenkemiska effekterna av skyddsdikning liknar troligen effekterna vid nydikning. Även vid skyddsdikning skall motåtgärder vidtas för att minska uttransporten av eroderat material (se avsnitt Dikning).

Askåterföring

När det gäller effekter på vatten vid askåterföring på fastmark är det bakomliggande resonemanget detsamma som beskrivs för askgödsling på torvmark (se avsnitt *Askgödsling på dikad torvmark* ovan i detta Gödslingsavsnitt). Askåterföring till skogsmark har föreslagits för att motverka den markförsurning som uppstår vid ett ökat uttag av biomassa, och för att minska skogsmarkens läckage av aluminium och vätejoner till yt- och grundvatten. För den buffrande effekten kan paralleller dras mellan askåterföring och kalkning. Tillförsel av 3 ton kalk per hektar på inströmningsområden påverkar ytvattenkemin marginellt enligt Ring m.fl. (2008a).

I markvattnet under rotzonen, d.v.s. på ca 50 cm djup, har effekterna av tillförsel av aska eller kalk undersökts i relativt många studier internationellt sett. Studierna ger en fingervisning om hur asktillförsel eller kalkning påverkar grundvattenkemin. Man har funnit att surheten i markvattnet ökat efter ask- eller kalktillförsel, att halten kadmium och aluminium ökat, och att halten organiskt bundet kol och nitrat ökat (Ring m.fl., 2006; Lundström m.fl., 2003). Ring m.fl. (2006) fann att askgivan har betydelse för effekterna; ju högre giva, desto större påverkan på flertalet undersökta variabler.

Slutsatsen är att inga tydliga effekter ännu påvisats i avrinnande vatten då ca 3 ton kalk tillförts. Markvattenstudier visar att asktillförsel kan öka halten av metaller under några år, men att ökningen beror på askgivan. Om man bedömer att askåterföring är nödvändig för att upprätthålla den långsiktiga produktionsförmågan kan åtgärden sannolikt utföras utan att i hög grad påverka vatten negativt, vid doser på ca 3 ton per hektar och förutsatt att aska inte hamnar direkt i vattendrag.

Ökat uttag

Ett sätt att få tillgång till mer vedråvara är att ta ut träd eller träddelar som vanligtvis lämnas kvar i skog och mark. Det kan också handla om att utöka skogsodling på mark som för närvarande används för andra ändamål.

Biobränsleuttag (grot, stubbar, ungskog)

Uttag av biomassa i form av grot eller stubbar kan ge såväl positiva som negativa effekter. Jacobson (2007) gjorde en sammanställning av effekterna, se avsnitt *Ökat uttag* under Produktionshöjande åtgärder.

Avverkningsresterna har ofta, framför allt på fuktigare lokaler, använts till att minska körskador och markkompaktering genom att de använts som underlag för skogsmaskinerna. Uttag av grot kan därför innebära tillväxtförluster då marken skyddas sämre. Därför bör grot-uttaget begränsas på fuktiga och finjordsrika marker, och man bör använda befintliga stickvägar. Det ökade uttaget

av biobränsle innebär ökade risker för vattenkvaliteten p.g.a. risken för ökade markskador. Skörd av grot tycks kunna ge olika effekt på nitrathalterna i markvattnet. I vissa försök har halterna varit lägre då man skördat grot jämfört med konventionell avverkning och i andra försök har ingen effekt kunnat påvisas (Ring m.fl. 2008a).

Övergripande händelser

Skogsmarkens innehåll av kvicksilver är förhöjt till följd av industriella utsläpp. Flera undersökningar påvisar ökad utlakning av kvicksilver i samband med olika skogsbruksåtgärder (Ring m.fl., 2008a). De exakta orsakerna till ökningarna är fortfarande okända, men då utflödet av lösta organiska ämnen (humus) ökar och hydrologin ändras, ökar även risken för att mer kvicksilver lakas ut. Slutavverkning och terrängkörning är åtgärder som visat sig kunna öka kvicksilverutlakningen. Kortare omloppstid, vilket kan innebära en högre andel hyggesfas av omloppstiden och därmed mer körning i terrängen sett i ett långt perspektiv, ökar därför risken för att markens kvicksilver skall frigöras och transporteras till ytvattnet.

Sammanfattning av påverkan på vatten

I nedanstående tabell (tabell 29) har ett försök gjorts att mycket övergripande bedöma de olika produktionshöjande åtgärdernas effekter på vatten. Bedömningen följer den skala som används för flora och fauna ovan.

Tabell 29.

Bedömd påverkan på vatten av produktionshöjande åtgärder. Generellt sett gäller att kortare omloppstid och högre tillväxt leder till ökad förurning.

Åtgärd	Effekt på vatten	Kommentarer
Plantmaterial		
Förädlat, sticklingar, SE-planter	–	ökad förurning p.g.a. kortare omloppstid
Trädslag	–	ökad förurning p.g.a. kortare omloppstid
Föryngringseffektivitet		
Kultur i stället för naturlig föryngring	–	ökad förurning p.g.a. kortare omloppstid
Bättre planter	–	ökad förurning p.g.a. kortare omloppstid
Röjningsstrategi		
Tidigare röjning	–	ökad förurning p.g.a. kortare omloppstid
Färre röjningar	0	
Gödsling		
1 och 2 ggr före slutavverkning	–	ökad kväveutlakning i samband med gödsling
Ungskogsgödsling	–	ökad kväveutlakning i samband med gödsling, om totala givan >600–700* kg N ha ⁻¹ finns risk för extra utlakning efter slutavverkning, ökad förurning p.g.a. kortare omloppstid
Askgödsling, dikad torvmark	–	ökad utlakning i samband med gödsling, studier av långsiktiga effekter saknas
Markbehandling		
Dikesrensning o skyddsdikning	–	ökad utlakning och uttransport av eroderat material
Askåterföring	– +	utlakning av metaller (-), åtgärd mot markförurning (+)
Ökat uttag		
Biobränsleuttag	– 0	utförandet avgör, större risk för körsador och slamtransport, ökad förurning
Skademinskning		
Viltskador	0?	svårt att bedöma effekten på vatten
Snytbagge	-	om minskning fås genom ökad användning av kemiska bekämpningsmedel ökar risken för läckage av dem
Svamp (rotröta, kräfta)	0?	svårt att bedöma effekten på vatten
Mekaniska skador	+	om markskador nära ytvatten minskar blir slamtransporten till ytvatten mindre
Övergripande händelser		
Klimat och kvävenedfall	–	påverkar markprocesser och avrinningsmönster, risk för mer körsador
Kvicksilver i skogsmark	–	föryngringsavverkning tycks öka utlakningen av Hg

*Siffran är en grov uppskattning, forskning pågår för att fastställa tröskelvärden för ökad utlakning.

KLIMAT OCH MARK

Skogsbruk och växthusgaser

Begränsningar

De skattningar som gjorts av skogens balans av växthusgaser visar på stora osäkerheter och en stor mellanårsvariation (Naturvårdsverket, 2008). Detta avsnitt gör således inte anspråk på att kvantifiera storleken av de olika effekterna utan pekar snarare ut riktningen av olika åtgärder i olika delar av landet. I huvudsak kommer följande åtgärder att beaktas i regionala (stiftsvisa) bedömningen, slutavverkning, dikning och gödsling/N-nedfall. Även tillväxtens effekter på CO₂-halten kommer att bedömas.

Definitioner

Växthuseffekten kallas den samlade effekten av klimatpåverkande gaser i atmosfären (främst vattenånga (H₂O_(g)), koldioxid (CO₂), metan (CH₄), freoner (CFC cloro-fluoro-carbons) och lustgas (N₂O) som gör att jorden är >30 grader varmare än vad som annars skulle vara möjligt. Av dessa gaser står

H₂O_(g) för den allra största andelen och är den gas som är svår att påverka genom mänsklig verksamhet. Enligt de flesta klimatmodeller är påverkan av klimatgaser på klimatet i själva verket en påverkan på mängden vattenånga i atmosfären och därigenom en påverkan på energibalansen.

”Global warming” är den ökning av temperaturen som anses orsakad av människans utsläpp av klimatpåverkande gaser. Det finns också andra förklaringsmodeller till den observerade temperaturökningen, men även dessa modeller visar på antropogen (mänsklig) påverkan på klimatet, bl.a. genom avskogning.

Gaser som påverkas av skogsbruk

Koldioxid (CO₂)

Koldioxid är kanske den gas som påverkas i störst utsträckning av skogsbruk, dels genom upptag av det växande beståndet, och dels genom frigörande genom nedbrytning. I svenska skogsekosystem beräknas marken innehålla 80 % av ekosystemets kolförråd. Delar av detta kolförråd frigörs i samband med slutavverkning, och det beräknas att det tar ca 20 år efter avverkning innan ekosystemet når ”break even”, d.v.s. börjar ta upp kol i samma utsträckning som det frigörs (Hyvönen-Olsson & Grelle, 2007).

Upptaget av CO₂ kan uppskattas, eftersom ca 50 % av torrsubstansen i biologiskt material består av kol. I brist på exaktare data kan skogsbruket antas vara, under förutsättning att tillväxten och uttaget är konstant, relativt CO₂-neutralt. Nettoökningen av CO₂ i atmosfären kommer från de fossila bränslen som används i samband med avverkning, markberedning, transporter etc.

En skogsbruksåtgärd som har stor nettopåverkan på beståndets CO₂ balans är dikning (både ny- och dikesrensning). Dikning påverkar CO₂ balansen negativt under en lång tid. Genom att grundvattenytan sänks kommer den aeroba nedbrytningen att öka.

Ökad skogsproduktion bidrar till att hålla nere ökningen av CO₂ genom ett ökat upptag.

Skogsgödsling ökar upptaget av CO₂, dels genom ökad tillväxt av träden, men också genom en ökning av markens kolförråd. Askåterföring och kalkning kan sänka upptaget av CO₂ genom en sänkt tillväxt på fattigare marker (Jacobson, 2001) och orsaka en ökad kolomsättning och CO₂-avgång på näringsrika marker (Högbom m.fl., 2001, 2008).

Omrörning av marken genom markberedning, körsador och stubbrytning kan leda till omsättning av markens kol och kväve. Forskning pågår, framför allt kring stubbrytning, men än är det svårt att dra några entydiga slutsatser.

Metan (CH₄)

Metan är en betydligt ”potentare” växthusgas än CO₂, CH₄ är ~34 gånger effektivare än CO₂ räknat på 100 år. Metanhalten i atmosfären har mer än fördubblats och bidrar med ca 18 % av den strålningspåverkan som orsakas av växthusgaser (IPCC, 2007). Metan bildas vanligtvis på myrar under syrefria förhållanden. Vanlig skogsmark på fastmark fungerar som en sänka för CH₄.

Dikning kan påverka CH_4 -avgången genom att den sänkta grundvattennivån leder till en minskad metanproduktion.

Lustgas (N_2O)

Lustgas (N_2O) är ca 340 ggr effektivare än koldioxid (CO_2) och är den gas som i internationella sammanhang kanske skapar mest oro för framtiden, p.g.a. dess snabba ökning och dess effektivitet. Lustgas bildas framför allt genom denitrifikation (nitrat (NO_3^-) $\rightarrow$ lustgas (N_2O) $\rightarrow$ kvävgas (N_2)). Vid låga pH i marken stannar denna bakterieförmedlade reaktion vid lustgas i stället för att fortsätta till kvävgas (N_2). Denitrifikation kräver förutom syrefria förhållanden även nitrat. På dessa grunder kan det antas att problemen är störst i kväverika och försurade områden (SV Sverige). Även markavvattning påverkar bildandet av lustgas. Totalt sett står dikade torvmarker för 18 % av de antropogena emissionerna av lustgas, och 88 % av dessa emissioner från marker med en kol-kvävekvot under 25.

Slutavverkning

En slutavverkning leder till en höjning av grundvattennivån, och därigenom ökar det temporära utströmningsområdet. Större arealer med potential för bildning av både metan och lustgas kommer att skapas. Hur den totala balansen av växthusgaser kommer att se ut på olika typer av marker är det för närvarande svårt att ha någon uppfattning om.

Effekter på mark

All form av skörd leder även till uttag av näringsämnen. Förluster via skörd och avrinning som inte balanseras av nedfall och kvävefixering eller vittring leder till minskade mängder växtnäring i marken. Vilken effekt detta har på tillväxt finns skilda uppfattningar om. Den post som är svårast att bedöma är vittringen där stor osäkerhet råder kring dess storlek.

Rent generellt kan det sägas att med tunna jordlagermarker är känsligare för förurning genom uttag och för försurande nedfall, och dessutom går återhämtningen långsammare.

Sammanfattning av påverkan på klimat och mark

I nedanstående tabell (tabell 30) har ett försök gjorts att mycket övergripande bedöma de olika produktionshöjande åtgärdernas effekter på mark och klimat. Bedömningen följer samma skala som under flora och fauna ovan:

- + Troligen positiv påverkan
- 0 Mindre sannolik påverkan
- Troligen negativ påverkan

Tabell 30.

Bedömd påverkan på mark och kolinlagring av produktionshöjande åtgärder. Generellt sett gäller att kortare omloppstid och högre tillväxt leder till ökad förurning.

Åtgärd	Effekt på mark	Effekt på kol	Kommentarer
Plantmaterial			
Förädlat, sticklingar, SE-plantor	–	+	mark: ökad tillväxt m ökat uttag > förurning och minskad näringstillgång
Trädslag	–	+	
Föryngringseffektivitet			
Kultur i stället för nat föryngr.	–	+	
Bättre plantor	–	+	
Röjningsstrategi			
Tidigare röjning	0	–	kol: totalproduktionen minskar
Gödsling			
1 gång före slutavverkning	0	+	
2 ggr före slutavverkning	0	+	
Ungskogsgödsling	0	–	kol: antagligen minus p.g.a. användning av fossila bränslen för gödselframställning och transport
Askgödsling, dikad torvmark	–	+	mark: effekterna debatteras
Markbehandling			
Dikesrensning	–	–	kol: mindre negativt om dikningen fungerar väl
Skyddsdikning	–	–	
Ökat uttag			
Biobränsleuttag	–	– +	kol: bra om fossila bränslen ersätts, men ej för kollagring
Beskogning av åkermark	–	+	mark: effekten beror på mark och trädslag
Skademinskning			
Viltskador	0	+	
Snytbagge	0	+	
Svamp (rotröta, kräfta)	0	+	
Mekaniska skador	+	+	mark: erosionsskadorna minskar
Övergripande händelser			
Klimatförändring	– +	– +	omöjligt att bedöma
Kvävenedfall	–	+	mark: försurande; kol: ökar kollagringen i marken

SOCIALA OCH KULTURELLA VÄRDEN

Friluftsliv

I Sverige har skogen stor betydelse för människors rekreation och friluftsliv. I en nyligen genomförd gallupundersökning svarade 94 % av svenskarna att det är viktigt för dem att vistas i skog och mark (LRF, 2009). Rekreation i skog och mark har inte förändrats nämnvärt under de senaste 20 åren. Hörnsten (2000) visade att svenskar i slutet av 1990-talet besökte skogen lika ofta och lika länge som 20 år tidigare. Däremot har aktiviteterna i skogen förändrats, och idag är det t.ex. betydligt färre som plockar bär än tidigare (Hörnsten, 2000).

Den bostadsnära skogen har störst betydelse för människors utnyttjande. Skogen skall helst ligga inom promenadavstånd från bostaden. Med undantag för de sydvästligaste delarna av Sverige bor svensken i genomsnitt 700 meter från en skog. Om avståndet till skogen överstiger 2 kilometer minskar antalet skogsbesök drastiskt (Hörnsten, 2000). Tillgängligheten till skog är oftast hög i Sverige genom allemansrätten. Enda undantaget är de sydvästra delarna av Skåne, i andra storstadsregioner är tillgången till gröna närområden stor. Den

tätortsnära skogen har en mycket stor betydelse genom att 7,5 miljoner svenskar bor i någon av Sveriges 1938 tätorter (Rydberg, 2001).

Idag diskuteras rekreationsskogens värde för folkhälsan allt mer. Förutom de positiva effekterna av fysisk aktivitet finns belägg för att vistelse i skogen minskar den mätbara stressen (Annerstedt, 2008). Särskilda rekreationsskogar kan ha ett stort värde i områden med dålig tillgång till tätortsnära skog. Region Skåne har uppmärksammat värdet och satsar därför på att utveckla sitt skogs-innehav med tanke på rekreation. Värdet av skogen ur ett folkhälsoperspektiv har beräknats vid överstiga värdet från skogens virkesproduktion (Ohlsson, 2008).

Störst betydelse för skogens roll för friluftslivet har läget, men även dess struktur och skönhetsvärden spelar stor roll för hur den upplevs för rekreation. Rydberg (2001) anger två grundläggande krav på en skog för att den skall uppfattas som socialt värdefull:

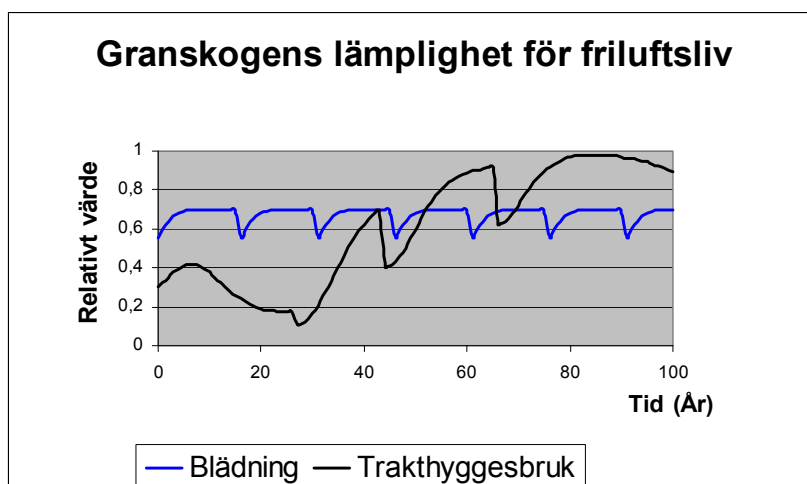
- Skogen skall upplevas tillgänglig och framkomlig. Här handlar det dels om avstånd till skogen, dels om fysiska eller mentala barriärer. En skog är mer attraktiv om det finns stigar, om skogen inte är för tät, och om framkomligheten inte hindras av avverkningsavfall, buskar och lågor.
- Skogen skall erbjuda en angenäm upplevelse. Här saknas enkla schabloner, men skogen skall utgöra ett rofyllt alternativ till en stressig, urban miljö.

Upplevelsevärdena kan brytas ned i några rekommendationer (Rydberg, 2001):

- Variation är ett grundläggande karaktärsdrag hos en bra rekreationsskog. Det kan innebära att skogen rymmer bestånd med olika ålder, olika trädslag, täthet och höjdsiktningar. Stor variationsrikedom innebär också att behandlingsenheterna bör vara små i den tätortsnära skogen.
- Skogen skall vara stabil och vital så att drastiska förändringar undviks. Människan har en statisk syn på skogen.
- Alltför stora förändringar i skogen skall undvikas. Avverkningar och andra ingrepp måste därför genomföras så skonsamt som möjligt.
- Äldre skog upplevs positivt och stärker människans fascination och vördnad för skogen.
- Skönhetsvärdena kan förstärkas vid hyggesupptagning. Framför allt är skogsbrynen viktiga för skönhetsvärdet.
- Skogen bör upplevas som ”naturlig”, ett tillstånd som dock varierar med olika människors uppfattning. Samtidigt uppskattar människor i allmänhet den skötta skogen mer än den som lämnas för fri utveckling.
- Skogen bör ha ett rikt växt- och djurliv, varför det är viktigt att skapa livsrum för många djur och förutsättningar för en örtrik flora.
- Markvegetationen bör vara intakt, varför alltför täta bestånd kan minska skogens rekreativvärde.

- Skogen bör vara förankrad i landskapets historia. Många människor är mer intresserade av den lokala kulturhistorien än av förekomsten av fåglar, insekter och blommor.
- **Skogsbrukets inverkan på friluftslivet**

Skogens värde för friluftsliv kommer att förändras över tiden i takt med att träden växer upp, glesas ut och så småningom avverkas (se figur 13). Den första hyggesfasen upplevs ofta mindre positivt i ett enskilt bestånd, men kan på landskapsnivå upplevas positivt då hygget öppnar upp utsikter och skapar en variation. Värdet för friluftsliv försämras i takt med att plant- och röjnings-skogen sluter sig, och en nyröjd skog där röjningsavfallet ligger kvar har ett mycket lågt rekreativevärde. Den unga, täta gallringsskogen har också ett lågt värde. Efter gallring ökar värdet i takt med att gallringsavfallet bryts ned. Det största värdet återfinns ofta i de äldre, glesare skogarna ("pelarsalarna"). Detta är en fas som är kortlivad i ett intensivskogsbruk.



Figur 13. Schematisk beskrivning av skogens värde för friluftsliv under en 100-årig omloppsperiod. Värdet för blådat skog ligger mer konstant än för vanligt trakthyggesbruk, där värdet både blir betydligt lägre och högre under omloppstiden. Figur från Anders Lindhagen (opublicerad).

De samlade effekterna på friluftslivet av skogsbruket beror på fördelningen av de olika faserna i ett landskap över tiden. I ett intensivare skogsbruk med korta omloppstider kommer sannolikt de mest attraktiva faserna att vara kortlivade. Det finns samtidigt möjlighet att med snabbare tillväxt förkorta den minst attraktiva fasen av skogen – den täta röjnings- och förstagallringsskogen.

Med vardagshänsyn kan friluftslivets behov ofta tillfredsställas i ett normalt produktionsskogsbruk. Särskild hänsyn kan dock krävas i vissa områden och situationer. From (1998) nämner här:

- De mest välbesökta områdena
- Stigar, spår och leder
- Gläntor, utsiktspunkter och andra välbesökta småområden.
- Övergångszonen mellan skog och bebyggelse samt andra bryn.

Utan denna särskilda hänsyn kan ett intensivt skogsbruk med ökat fokus på virkesproduktion innebära konflikter med rekreationsintressena. Flertalet av de åtgärder som listas här leder till tätare skogar med kortare omloppstider, vilket påverkar skogens framkomlighet och skönhetsvärden. Åtgärder som dikesrensning och stängsling mot vilt kan också minska framkomligheten. Samtidigt kan en del åtgärder vara positiva, som en ökad variation med användning av andra trädslag, särskilt lövträd och lärk som ger en ljusare skog med en rikare markvegetation. Uttag av grot kan öka framkomligheten på hyggen och i gallringar och kan bidra till ett bevarande av stigar. Ett ökat uttag av grot och stubbar kan dock öka risken för markskador, vilket upplevs mycket negativt. Enstaka tätare bestånd som bryter av ett i övrigt framkomligt landskap behöver dock inte vara negativt, utan kan i vissa fall bidra till en ökad variation. Täta bestånd kan också utgöra skydd för vilt.

Friluftslivet, och särskilt vardagsrekreationen, är ofta koncentrerad till mindre områden nära tätorter (Anders Lindhagen, muntl.). Det är alltså en liten del av skogsmarken som berörs av ett intensivare friluftsliv.

I de mest välbesökta områdena kan särskilda hänsyn behöva tas till friluftslivet, men även med dessa torde det vara möjligt att kombinera ett produktionsintensivt skogsbruk med rekreation. From (1998) ger några råd till sådan hänsyn:

- Avverkningen bör göras så skonsamt som möjligt, i tätortsnära områden med mindre motorfordon eller till och med häst. Avverkningen får inte leda till skador på mark och vegetation.
- Anlägg i första hand tall, bland- eller lövskog i de mest välbesökta områdena, eftersom allmänheten föredrar dessa skogar framför granskogar.
- Utforma förnygringsytorna så att de inte uppfattas som helt kala. Träd i grupper och enstaka evighetsträd är positivt.
- Fröträd och skärmställningar bör utnyttjas i högre grad i välbesökta områden.
- Kanthuggning och luckhuggning i granskog ger en ojämn förnygring som skapar en variation.
- Blädning kan övervägas i vissa områden.
- Plockhuggning kan användas i direkt anslutning till bebyggelse. Genom plockhuggning kan trädslagsblandningen påverkas så att exempelvis lövträd gynnas.
- Hyggesrensning och markberedning bör utföras skonsamt. Det är viktigt att spara bärande träd och buskar, och att lämna sammanhängande grupper av plantor och ungskog till det nya beståndet.

Effekter av de produktionshöjande åtgärderna på friluftslivet

Rekreativvärde av en skog är summan av hela upplevelsen av skogsbesöket, det vill säga mosaiken av bestånd med olika struktur och åldrar. Ett enstaka bestånd som är tätt och snabbväxande behöver därför inte vara alltigenom negativt. I genomgången nedan har dock de enskilda åtgärderna bedömts var och en för sig.

Plant- och frömaterial

Syftet med förädlade plantor är att skapa skogar som är mer snabbväxande och produktiva. En tätare skog som inte tillåts bli tillräckligt gammal ger ett sämre rekreativvärde.

Samtidigt kan en snabbväxande skog snabbare nå en rekreativvänlig ålder, förutsatt att den gallras så att den blir ljus och mer framkomlig. Värde sett över en omloppstid beror dock på vid vilken ålder skogen avverkas. Värde för friluftslivet ökar starkt om den får stå kvar länge när den uppnått slutavverkningsmogen ålder.

Trädslag

Snabbväxande, täta granskogar upplevs i allmänhet negativt (From, 1998). Troligen gäller samma inställning till sitkagran, där nackdelarna förstärks av de stickiga barren.

Skogar med contortatall är i allmänhet grenigare och mörkare än en skog med svensk tall, och betraktas troligen som mindre rekreativvänlig. Det finns dock inga belägg för att contortaskogar skulle ha en väsentligt annorlunda fältvegetation än talskogar, även om det noterats tendenser till mindre bärris i contortaskogarna (Nylander, 2008) liksom färre arter (Nilsson m.fl., 2008).

Lärk, poppel, hybridasp och björk blir snabbare ”rekreativvänlig” i och med den snabbare ungdomstillväxten. De släpper också ner mer ljus på marken och får ett rikare växttäck. Lärkar och lövträd förändras också med årstiderna, vilket uppfattas positivt (Rydberg, 2001).

Trädslag som kräver hägnad vid planteringen innebär naturligtvis att framkomligheten begränsas. I förekommande fall behöver grindar eller andra gångar skapas.

Föryngringseffektivitet

En lyckad föryngring står i sig inte i kontrast till friluftslivet, men en ungskog som snabbare sluter sig minskar tillgängligheten.

Markberedning som utförs utan alltför radikala metoder är normalt inget hinder för friluftslivet. Högläggning med grävskopa på fuktiga marker kan dock upplevas som onaturligt, även om högarna med tiden jämnas ut.

En lyckad föryngring går att kombinera med satsningar på friluftslivet om man samtidigt strävar efter variation i föryngringen med olika trädslag och täthet på olika delar av föryngringsytan. Stigar och skogsbyn bör särskilt beaktas. Ibland kan en utsiktspunkt lämnas utan föryngring.

Röjning

En oröjd, tät skog är inte särskilt attraktiv för friluftslivet (Sandström, 2008), men en nyröjd skog med mycket hindrande fällstammar upplevs som ännu sämre (Jensen & Skovsgaard, 2008). Vid röjningen finns möjlighet att styra trädslagsval. Genom att lämna löv eller avvikande trädslag i skogsbyn och mot stigar och vattendrag kan röjningen bidra till en ökad variation och ökade skönhetsvärden.

Gödsling

En pågående gödsling kan uppfattas som hotfull och en miljöförorening som kan förknippas med det tidigare skogsbrukets flygbesprutningar. Bärproduktionen kan påverkas både positivt och negativt beroende på konkurrenssituationen med andra arter. En engångsgödsling på torr eller frisk mark ökar produktionen av blåbär, men minskar lingonförekomsten (Högbom, 2002). Gödsling kan påverka artsammansättningen av mykorrhizasvampar, men den totala mängden fruktkroppar verkar dock öka (Högbom, 2002). Eftersom de synliga effekterna av en gödsling är snabbt övergående är sannolikt konflikten med friluftslivet begränsad. Det finns dock andra resultat som pekar på att blåbärsproduktionen minskar, och att nedgången är långvarig (Strengbom & Nordin, 2008).

Markbehandling

Nydikning innebär att större diken kan skära av en tidigare tillgänglig skog. Det är därför viktigt att se till att det finns spänger eller andra övergångar på strategiska platser, särskilt där stigar går fram. En dikning kan dock göra att ett tidigare otillgängligt, alltför blött, område blir framkomligt.

Skyddsdikning och dikesrensning har sannolikt mindre effekter på friluftslivet och skönhetsvärdena, eftersom de synliga spåren är relativt snabbt övergående. Det förutsätter dock att dikesmassor har spridits ut jämnt längs med diket och inte har lagts upp i större, permanenta högar

Ökat uttag

Uttag av biobränsle som grot gynnar normalt framkomligheten. Allmänheten föredrar normalt ett ”städat” hygge som mer positivt än ett som har mycket avverkningsavfall (Skogsstyrelsen, 2009).

Effekterna av stubbrytning på upplevelsevärdena är troligen inte undersökta. Hur stubbrytningen utförs har stor betydelse för påverkan. Med grävmaskin och djupa hål kan marken upplevas som kraftigt störd. I de flesta fall torde de synliga effekterna vara övergående, och stubbrytning kan i stället på samma sätt som grot öka intrycket av ett ”välstädat” hygge. Skogsstyrelsen rekommenderar dock att stubbrytning inte utförs i områden med identifierade höga sociala värden, då stubbrytning, och upplagen av stubbar, anses förfula landskapet (Skogsstyrelsen, 2009).

Ökade terrängtransporter med biobränsleuttag ger naturligtvis en ökad risk för markskador. Djupa, vattenfyllda hjulspår upplevs mycket negativt.

Skademinskning

Allmänheten vill oftast se en vital och oskadad skog (Rydberg, 2001). Omfattande skador av granbarkborre, törskate eller *Gremmeniella* kan därför upplevas negativt. I de flesta fall uppfattar dock friluftslivet inte skador på plant- och ungskog. En älgbetad tall kan ha samma upplevelsevärde som en oskadad tall.

Om betesskadorna måste reduceras med viltstängsel minskar naturligtvis framkomligheten. Skadereducering med gifter upplevs negativt förutsatt att behandlingen är känd. Genom att rensa skräp och dunkar kring åtgärdsplatsen minskar denna risk.

Jakt

I Sverige finns idag cirka 280 000 jägare (mätt som jaktkortsinnehavare), vilket är en svag minskning jämfört med 1990-talet (Mattson m.fl., 2008). Jakten representerar ett stort värde för dess utövare. Det totala värdet uppskattades för jaktåret 2005/2006 till 11 200 kr per jägare. Av detta stod köttvärdet för 36 % och upplevelsevärdet för 64 % (Mattson m.fl., 2008). För landet som helhet betyder det att jakten är värd drygt 3 miljarder kronor.

Älgen är det viltslag som har störst värde, och som flest jaktdagar avsätts för. I genomsnitt jagade den svenska jägaren älg i 9 dagar, rådjur i 6 dagar och hare i 4 dagar. Det totala antalet jaktdagar per jägare uppgick 2005/2006 till 26 dagar, vilket var en ökning per jägare från 20 dagar jaktåret 1986/1987 (Mattson m.fl., 2008).

Värdet för älgjakt uppgick till drygt 1,4 miljarder kronor, följt av rådjur med drygt 600 miljoner kronor och hare med drygt 300 miljoner kronor. Därefter följer i tur och ordning skogsfågel, räv och grävling, vildsvin och sjöfågel (Mattsson m.fl., 2008).

De värden som presenteras ovan utgör de upplevda värden och kostnader som jägarna har angett. För markägaren har jakten också stora värden, dels genom arrendeavgifter, dels genom att jakten minskar viltstammen och skadorna på skogen.

Jaktarrendena varierar stort över landet och med tillgången på vilt. I tätorts-nära, viltrika områden finns exempel där arrendet uppgår till 600 kronor per hektar och år, medan mer glesbefolkade trakter med mindre vilttillgång kan ha arrendepreiser på under 1 krona per hektar. Någon sammanställning på genomsnittliga arrendepreiser har inte hittats. Sveaskog höjde nyligen sina jaktarrenden i norra Sverige till 10 kronor per hektar och år i Norrbotten och 12 kr i Västerbotten, en fördubbling av de tidigare arrendena.

Skogsbrukets inverkan på jakten

Viltstammarnas storlek påverkas av många faktorer, där skogsbrukets utformning är en viktig faktor. De stora föryngringsytorna under 1970-talet skapade förutsättningar för en exploderande älgstam, medan klövviltstammarna har sämre förutsättningar i dagens grandominerade ungskogar i södra Sverige. Viltstammarna påverkas också av många faktorer, delvis utanför skogsbrukets kontroll. Rävens populationer har svängt med tillgången till bytesdjur och spridningen av rävskaab. Höga rävsstammar har en stark inverkan på förekomsten av rådjur och småvilt. Rävsstammen är dock till viss del kopplad till skogsbruket, genom att kalhyggen gynnar smågnagare, vilket ger underlag för en större rävsstam (Hjeljord, 2008).

De större rovdjuren kan lokalt decimera viltstammarna kraftigt. Vildsvinet sprider sig kraftigt i södra och mellersta Sverige och ger ökade jaktmöjligheter, men samtidigt en påverkan på övrigt vilt.

Det finns många åtgärder som skogsbruket kan vidta för att gynna viltstammarna. Det kan handla både om att öka fodertillgången och att ge skydd för småvilt.

I Alriksson (1999) citeras en artikel av jägmästare Anders Wahlgren, som redan 1903 kunde ge råd om skogsbrukets åtgärder för att gynna viltet. Dessa råd står sig till stora delar också idag:

- Uppdragande av blandade bestånd, där löfträd i början ingå till åtminstone 15–20 procent.
- Skogens indelning i små hyggesföljder med olika skogsbrukssätt, traktthuggning eller blädning, allt efter markens beskaffenhet.
- Kvarlämnande i möjligaste mån av förefintliga fristående ekar och aspar.
- Undvikande af hyggenas löpbränning på våren.
- Anläggning av breda brandgator och skifteslinier.
- Kvarlämnande af mindre, löfskogsbeväxta kärr och mosslaggar.
- Anläggande av vattenreservoarer.
- Hyggenas besåning med blandsäd eller anordnande af särskilda foderremiser.
- Anläggande af saltsleken.

Åtgärder för att gynna viltet

Nedanstående är ett kondensat från råden i von Essen (1974), Alriksson (1999) och Hjeljord (2008).

Kantzoner erbjuder skydd, foder, vatten och en naturlig variation som har stor betydelse för viltet. Kantzoner är särskilt viktiga mot öppen mark, myr, bergs-impediment, hållmarker och vatten. I gränsen mellan skog och jordbruksmark kan kantzoner behöva vara öppnare för att gynna örter och buskar, medan kantzoner mot vatten kan vara tätare. Granen bör gallras ur i grandominerade bryn.

Hyggesrensning bör begränsas. Grupper av småträd, framför allt gran, ger ett bra skydd för skogsfågel och annat småvilt. Bärande träd, och framför allt enen, bör sparas som viltfoder. Aspen är mycket värdefull som viltfoder och kan gynnas både genom att spara stora aspar på hygget, och att ta ner enstaka aspar så att rotskottföryngringen gynnas.

Ristäkt av hyggesavfall bör inte utföras på våren då rishögarna utnyttjas som häckningsplatser för fåglar. Tjäder, gräsänder och krickor kan lägga sina ägg i rishögar på lämpliga hyggen. Enstaka rishögar kan därför lämnas kvar på hygget.

Rotvältor bör sparas i söderlägen. Rotvältorna är naturliga ”grustäcker” för skogsfågel.

Markberedning på våren riskerar att förstöra häckningen för fåglar. Markberedning kan också vara positivt för viltet, särskilt högläggning där högarna gynnar örter och gräs. Deras högre läge gör dem tillgängliga under en längre tid på året.

Hyggesbränning är positivt genom att betesbegärliga trädslag som asp, sälg, vide, björk och tall gynnas. Om hyggesbränningen utförs under häckningssäsongen kan dock t.ex. tjäderns häckning spolieras.

Röjningen har stor betydelse genom att trädslagsblandningen kan justeras. Betesbegärliga lövträd bör sparas. Röjningen ökar ljusinsläppet till marken och ökar fodertillgången. Redan betade tallar lämnas. Älgen återvänder till dessa. Ett alternativ till ordinarie röjning är toppning, både för att skapa viltfoder och för att begränsa tillväxten hos stammar som hämmar huvudstammarna.

Vid **gallringar** är det vanligt med underröjning, men underväxten har stor betydelse som skydd mot rovdjur för hare och skogsfågel.

Avverkning av lövskog kan med fördel göras på vintern för att skapa ett naturligt stödfoder för viltet.

Foderstråk kan skapas i ledningsgator och dikesrenar. På dessa ytor kan toppning eller röjning av foderbegärliga arter gynna viltet. Särskilda foderplanteringar är en annan möjlighet. På mindre produktiva marker kan tall skötas för att utgöra foder, som ett kostnadseffektivt alternativ till en mer skötselkrävande viltåker.

Andra åtgärder, som inte är direkt skogliga, är **stödutfordring**, utsättning av **saltstenar** och en **reglering av jakten**. Stödutfordringen hjälper viltet att klara vintern och kan samtidigt avleda betestrycket från barrplanteringarna.

Produktionshöjande åtgärders inverkan på jakten

De föreslagna produktionshöjande åtgärderna påverkar jaktmöjligheterna om de utförs fullt ut. Om de däremot kombineras med hänsyn till viltet och jaktmöjligheterna kan en högre virkesproduktion i vissa bestånd inte behöva stå i konflikt med jakten.

Plant- och frömaterial

Vitala, kväverika plantor betas i högre grad av klövvilt än naturligt förnygrade och mer långsamväxande plantor (Bergquist m.fl., 2002). Det finns dock inga belägg för att förädlade plantor i sig skulle vara mer betesbenägna än oförädlade, förutsatt att de har haft samma förutsättningar i plantskolan.

Förädlade plantor som växer snabbare i ungdomen kan tidigare passera en beteskänslig höjd.

Dyrare plantor, t.ex. gransticklingar från utvalda kloner, torde inte vara mer beteskänsliga än andra, men en betesskada får större ekonomisk konsekvens. Särskilt värdefulla plantor kan därför behöva skyddas med repellenter.

Trädslag

Flera av de högproducerande ”alternativa” trädslagen är begärliga för viltet: hybridasp, lärk, douglasgran och förädlad björk. I viltrika områden krävs ofta ett hägn.

Contortatallen är mindre betad än den svenska tallen, och är därför ett intressant alternativ när målet är att minska betesskadorna (Norgren & Elfving, 1995).

Sitkagranen betas mindre än den svenska granen och drabbas i mindre grad av barkflängning (Tengberg, 2005).

Föryngringseffektivitet

En intensiv föryngring med målet att skapa ett tätt och högproducerande bestånd är i sig negativt för viltet, förutsatt att föryngringen inte skapas med något viltbegärligt trädslag. För att ge plats åt viltet behövs därför vardagshänsyn, som att lämna luckor med andra trädslag, att spara en del av den gamla beståndsföryngringen, lämna dungar med träd och att spara träd eller undvika att plantera på fuktiga områden.

För jägaren innebär en lyckad föryngring med en tät ungskog sämre framkomlighet och mindre utrymme för skott. Föryngringarna bör därför utformas så att det är lätt att hitta stigar genom dem, och att det finns skjutgator på strategiska platser.

Röjning

En effektiv röjning är för det mesta positiv för viltet, särskilt om viltbegärliga arter gynnas. Genom att beståndet öppnas upp och ger mer ljus kan fodertillgången i fältskiktet öka.

Röjningen som öppnar upp bestånden ökar också möjligheterna till skott för jägaren.

Gödsling

Gödsling av ungskog ger mer välsmakande träd som betas mer. I försök har älgbetningen varit flerfaldt högre i gödslade parceller jämfört med ogödslade (Hjeljord, 2008). Den mesta gödslingen kommer dock att utföras i äldre skog, där effekterna för viltet sannolikt är små. Gödslingen kan gynna markvegetation, vilket är positivt. Påverkan på bärproduktionen är dock omdiskuterad. Gödslingen kan påverka svampflorans sammansättning, men det finns resultat som snarare visar att mängden fruktkroppar av svamp ökar efter gödsling, vilket kan vara gynnsamt för rådjur under den period då de gärna betar svamp.

Markbehandling

Dikning och dikesrensning syftar till att sänka grundvattennivån i skogsbestånden. En sådan sänkning innebär ofta att mängden öppna vattenytor minskar, vilket är negativt för viltet. Dikessystemen kan dock kombineras med dammar, som får fungera som kvävefällor innan dikesvattnet når naturliga vattendrag. Dessa dammar kan då fungera som vattenreservoarer och som mindre viltvatten.

Torrläggningen av markens ytskikt minskar också förutsättningarna för gräs och örter, varför en foderresurs försvinner för många djur. Efter dikning ökar också trädens tillväxt och skogens täthet, vilket i sig ger ett torftigare markskikt.

Dikena är i sig ett hinder för framkomligheten i skogen, samtidigt som en torrare skog är mer tillgänglig. Sammantaget bör dock dikning betraktas som negativt ur jakt- och viltsynpunkt.

Ökat uttag

Ett ökat uttag av bioenergi är till största delen negativt för viltet. Rishögar på hyggen kan vara häckningsplatser för skogsfågel och vissa änder, och ge skydd mot rovdjur. Hyggesrester, särskilt från löv, är ett viktigt foder under vintern.

Skademinskning

Den effektivaste metoden för att minska viltskadorna är naturligtvis att minska viltstammen, och en minskad viltstam påverkar naturligtvis jaktmöjligheterna. Åtgärder för att minska viltbetet i föryngringar kan dock kombineras med stödutfodring samt fodergator längs vägar, kraftledningarna och viltåkrar. Med en rätt balans torde det vara möjligt att upprätthålla en viltstam samtidigt som skadorna begränsas.

Övergripande händelser

Kvävenedfallet har gynnat gräsväxten i de svenska skogarna, och med en minskad kvävebelastning kommer sannolikt denna fodertillgång att minska.

Ett varmare klimat kommer sannolikt att öka tillgången på foder i skogsmarken. Samtidigt kan balansen mellan predatorer, parasiter och betesdjur påverkas både positivt och negativt. Hur detta kommer att utvecklas är svårt att förutse.

Kulturmiljö

De kulturspår som vittnar om hur människan nyttjat skogen och de marker som idag är skogsmark kan sammanfattas i begreppet skogens kulturarv. Lämningar som ingår i detta kulturarv delas in i två kategorier utifrån sitt lagskydd: **fasta fornlämningar** och **övriga kulturhistoriska lämningar**.

Spåren efter hur människan nyttjat skogen och skogsmarken kan också ses i vegetationen. Till detta **biologiska kulturarv** räknas hamlade träd och trädgårdsväxter. Många nyckelbiotoper i t.ex. gamla ängs- och hagmarker har uppkommit som ett resultat av tidigare markanvändning, som slåtter och bete, och kan därför också betraktas som biologiskt kulturarv.

De fasta fornlämningarna har ett starkt lagskydd genom kulturminneslagen, medan övriga kulturhistoriska lämningar och det biologiska kulturarvet skyddas genom hänsynsparagrafen i skogsvårdslagen.

Trots att övriga kulturhistoriska lämningar inte har samma strikta lagskydd som fasta fornlämningar skall de skyddas från skador så långt det är möjligt, om inte pågående markanvändning avsevärt påverkas.

Skogsbruk innebär dock alltid risk för att kulturlämningar skadas, och oftast beror det på oaktsamhet. I en landsomfattande uppföljning av avverkningar i områden med fasta fornlämningar visade det sig att avverkningen hade orsakat skador på 40 % av fornlämningsobjekten och drygt 50 % av fornlämningsområdena (där en skyddszon runt fornlämningsobjektet räknas in). När bestånden var markberedda återfanns skador på 60 % av fornlämningsobjekten och 80 % av fornlämningsområdena (Dolk Fröjd & Norman, 2007). Denna studie, och tidigare liknande studier, har pekat på behovet av kunskap för att kunna minska skadorna.

Skogforsk har tillsammans med Riksantikvarieämbetet och Skogsstyrelsen tagit fram informationsmaterial för att öka kunskapen om skydd av skogens kulturarv, bl.a. en film och en handledning samt ett kunskapssystem för webben (sammanfattat i Hannerz m.fl., 2008).

I dessa material finns råd om skötsel och hänsyn för att minimera åverkan på kulturlämningar. Det handlar dock inte bara om att skydda lämningarna från skador, utan också om att bevara dem med aktiv skötsel. Frihuggning för att synliggöra dem eller för att motverka rotsprängning med mera från träd är en sådan åtgärd.

De viktigaste åtgärderna är:

- Undvik att köra sönder lämningarna och att täcka över dem med avverkningsrester.
- Undvik markskador nära lämningarna.
- Plantera inte så nära lämningarna att de riskerar att förstöras av rotsprängning och stormfällning.

Markberedning och plantering

Det är viktigt att den som utför arbetet är väl instruerad i vilka kulturhistoriska lämningar som finns på objektet, och vilken hänsyn som skall tas.

Undvik att markbereda på fornlämningsområden. Markberedning och annan körning med tunga maskiner utgör alltid en risk för skador. Tänk på att det kan finnas forn- och övriga kulturhistoriska lämningar som idag är dolda under vegetation och mossor.

Markberedning i fornlämningsområden kräver tillstånd från länsstyrelsen. Om markberedning är nödvändigt kan mildare manuella metoder tillåtas. Fylljordsplantering som inte innebär en omrörning i marken kan ibland godkännas.

I områden med övriga kulturhistoriska lämningar bör markberedningen vara så skonsam som möjligt. Kranspetsmonterade aggregat är att föredra, då föraren lättare kan upptäcka lämningar som inte är markerade i traktdirektivet.

Plantering bör undvikas närmast lämningarna. Ett sätt att synliggöra lämningarna bättre är att skapa kontraster genom att undvika plantering, eller att lämna en beståndsföryngring i, t.ex. en kolbotten.

Vid vissa lämningar, som bebyggelsemiljöer, kan trädslagen väljas så att de passar den tidigare odlings- och trädgårdsmiljön. Lövträd är att föredra där.

Röjning

Vid röjningen finns en god chans att upptäcka tidigare okända kulturlämningar. Dessa kan då registreras. Röjningen ger också chans att rätta till tidigare misstag från föryngringen, t.ex. genom att röja fram lämningarna eller att gynna löv vid bebyggelselämningar.

Gallring och slutavverkning

All avverkning medför en risk för skador genom terrängtransport med tunga maskiner och risk för fällskador eller överrisning. Det är viktigt att ge rätt

instruktion till den som skall utföra arbetet. Avverkningen ger dock också en chans att förbättra hänsynen, genom att frihugga lämningar eller gynna passande trädslag.

Produktionshöjande åtgärders inverkan på kulturmiljön

Precis som för jakt och rekreation beror de produktionshöjande åtgärderna på hur de utförs och vilka hänsyn som tas. En åtgärd behöver inte ha direkt inverkan på kulturlämningarna om de utförs på rätt sätt. De olika åtgärderna medför dock en viss risk för att lämningar skadas eller att kulturmiljöers värde försämrats.

Plant- och frömaterial

Ett mer snabbväxande plantmaterial behöver inte påverka kulturlämningarna direkt, förutsatt att hänsyn har tagits vid föryngringen (som att undvika plantering runt lämningarna och att inte markbereda för nära dem). En snabbväxande skog innebär dock kortare omloppstider och fler ingrepp, vilket ökar risken för mark- och fällskador.

Trädslag

Trädslagsvalet har ingen direkt effekt på kulturlämningarna, men det påverkar helhetsbilden av en kulturmiljö. I kulturhistoriska miljöer bör en stor andel lövträd användas.

Föryngringseffektivitet

Effektivare föryngring utöver markberedning har ingen direkt effekt på kulturlämningarna.

En ökad andel markberedning, särskilt sådan markberedning som påverkar en större areal, medför en ökad risk för skador på kulturlämningar. I områden med kända fornlämningar krävs tillstånd för markberedning. I områden med lämningar från förhistoriskt jordbruk (t.ex. hackåkrar) bör harvning och högläggning undvikas. Mildare metoder, som manuell markberedning och fylljordsplantering, kan dock användas. Inversmetoden har fördelen att en mindre markyta berörs av grävningen.

Röjning

Röjningen kan vara positiv för kulturlämningarna, förutsatt att den utförs på rätt sätt. Vid röjningen finns möjlighet att spara lövträd eller att röja fram kulturlämningar. Dessutom har röjaren möjlighet att upptäcka tidigare okända kulturlämningar.

Gödsling

Gödsling från helikopter har ingen direkt inverkan på kulturlämningarna, men en traktorgödsling medför ytterligare en körning som ökar risken för markskador.

Markbehandling

Dikning och skyddsdikning innebär påverkan på mark som tidigare inte varit utsatt för omrörning. Om detta utförs i områden med kulturspår kan dessa naturligtvis skadas. En torrläggning av våtmark kan betyda att kulturlämningar

av trä som varit inbäddade i torv börjar utsättas för syre och nedbrytning. På torvmarker kan rester finnas från gammalt jordbruk, t.ex. myrslätter.

Dikesrensning av tidigare diken behöver inte ha någon direkt påverkan, eftersom diken redan existerade. En torrläggning av markytan kan till och med vara positivt för vissa kulturlämningar om de tidigare var utsatta för fukt i markytan. Samtidigt innebär dikesrensning och all annan markavvattning en ökad körning, med ökad skaderisk som följd.

Ökat uttag

Uttag av grot och stubbar innebär fler körningar i beståndet med en ökad risk för markskador. Insamling av avverkningsrester kan dock innebära att färre kulturlämningar döljs av ris, vilket är positivt.

Stubbrytning i områden med kulturlämningar kan ge stora skador om det innebär stor markpåverkan.

Skademinskning

Minskning av viltskador, snytbagge och rotröta har ingen direkt påverkan på kulturlämningarna.

Övergripande händelser

Klimatförändringar och minskat nedfall av kväve har ingen direkt effekt på kulturlämningarna.

Sammanfattning av påverkan på sociala och kulturella värden

I nedanstående tabell (tabell 31) har ett försök gjorts att poängsätta de olika åtgärdernas effekter på friluftsliv, jakt och kulturmiljö. Som nämnts ovan är det dock ofta svårt att direkt avgöra om en åtgärd är positiv, negativ eller indifferent, eftersom det beror på vilka hänsyn som tas i övrigt. De flesta åtgärderna är möjliga att kombinera med de sociala och kulturella värdena. I bedömningen nedan har dock risken för ökad påverkan vägts in, en risk som ökar ju intensivare ingrepp som görs.

Bedömningen följer den skala som har använts för de andra värdegrupperna, d.v.s.:

- + Troligen positiv påverkan
- 0 Mindre sannolik påverkan
- Troligen negativ påverkan

Tabell 31.

Bedömd påverkan på sociala och kulturella värden av produktionshöjande åtgärder.

Åtgärd	Effekt på friluftsliv	Effekt på jakt	Effekt på kulturmiljö och kulturlämningar
Plant- och frömaterial	–	0	0
Trädslag	– +	0	0
Föryngringseffektivitet	–	0	–
Röjning	+	+	+
Gödsling	0	+	0
Markbehandling/dikning	–	–	–
Ökat uttag	+	–	–
Skadaminskning	0	–	0
Övergripande händelser	0	0	0

SAMMANFATTNING – KONSEKVENSER AV DE PRODUKTIONSHÖJANDE ÅTGÄRDerna

Nedanstående tabell (tabell 32) sammanfattar tabellerna under respektive huvudrubrik för att mer överskådligt visa de konsekvenser som de produktionshöjande åtgärderna för med sig. Högre upplösning med mer detaljer hittas under respektive värdegrupp.

Tabell 32.

Förenklad sammanfattning av de konsekvenser som produktionshöjande åtgärder för med sig. Kommentarer och detaljer hittas under respektive värdegrupp ovan. Skalan är: + = troligen positiv påverkan, 0 = mindre sannolik påverkan, och - = troligen negativ påverkan av den produktionshöjande åtgärden.

Åtgärd	Värdegrupp						
	Flora och fauna	Mark	Vatten	Kol	Friluftsliv	Jakt	Kulturvärden
1. Plant- och frömaterial	– 0	–	–	+	–	0	0
2. Trädslag	– +	–	–	+	– +	0	0
3. Föryngringseffektivitet	–	–	0	+	–	0	–
4. Röjningsstrategi	+	0	– 0	–	+	+	+
5. Gödsling	– 0	– 0	–	– +	0	+	0
6. Markbehandling	– 0	–	– +	–	–	–	–
7. Ökat uttag	– 0	–	– 0	– +	+	–	–
8. Beskogning av åkermark	–			+			
9. Skadaminskning	0 +	0 +	– +	+	0	–	0
10. Övergripande händelser	–	– +	–	– +	0	0	0

De nationella miljö kvalitetsmålen

Riksdagen har antagit 16 nationella miljö kvalitetsmål som beskriver den kvalitet och det tillstånd för svensk miljö och svenska natur- och kulturresurser som är ekologiskt hållbara på lång sikt (www.miljomal.se). De 16 miljö kvalitetsmålen har 72 delmål för att konkretisera arbetet med att nå miljö målen. Delmålen anger inriktning och tidsperspektiv. På Miljö målsportalen (www.miljomal.se) redovisas de regionala miljö målen uppdelade länsvis. De produktionshöjande åtgärderna påverkar flera miljö kvalitetsmål.

I målet *Levande skogar* finns ett par mål som i viss mån stöder produktionsinriktat skogsbruk. Dels skall skogsmarkens naturgivna produktionsförmåga bevaras och dels skall arealen som föryngras med lövskog ökas. Det senare kan innebära både högre och lägre produktion beroende på t.ex. vilket trädslag som väljs.

De produktionshöjande åtgärdernas påverkan på flora och fauna hanteras huvudsakligen i miljö målen *Giftfri miljö*, *Myllrande våtmarker*, *Levande skogar*, *Ett rikt odlingslandskap*, *Storslagen fjällmiljö* och *Ett rikt växt- och djurliv*. Tyvärr är Miljö rådet bedömning av måluppfyllelsen inom dessa miljö mål i huvudsak pessimistisk. Det sägs bl.a. att avverkning av skogar med mycket höga naturvärden fortsatt och att hänsynen vid föryngringsavverkning är bristfällig.

Skogsbrukets påverkan på vatten berör framför allt målen *Levande sjöar och vattendrag*, *Bara naturlig försurning*, *Ingen övergödning*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Hav i balans samt levande kust och skärgård* och *Myllrande våtmarker*. Generellt sett innebär ett intensivare brukande, d.v.s. produktionshöjande åtgärder, sannolikt en större påverkan på vatten. I genomgången för de enskilda stiftet kommer åtgärderna bl.a. att bedömas utifrån de regionala miljö målen inom respektive stift.

Påverkan på marken hanteras i målen *Bara naturlig försurning* och *Ingen övergödning*. Miljö målsrådet konstaterar att utsläppen av försurande svavel och kväve har minskat kraftigt samtidigt som att de uppsatta målen inte kan nås enbart med nationella åtgärder. Det krävs en internationell samverkan. Klimatfrågan hanteras till stor del i miljö kvalitetsmålen *Begränsad klimatpåverkan* och *Skyddande ozonskikt*. När det gäller *Begränsad klimatpåverkan* är rådet mycket pessimistisk och bedömer att en stabilisering av halten växthusgaser inte kommer att kunna nås till år 2050. Sverige ligger långt framme när det gäller att minska utsläppen från fossila bränslen, men vi har begränsade möjligheter att göra något åt den globala situationen. Vad gäller *Skyddande ozonskikt* ser miljö målsrådet positivt på möjligheterna att utveckla ozonskiktets skyddande verkan.

Kulturvärden och friluftsliv hanteras i målen *Hav i balans samt levande kust och skärgård*, *Levande skogar*, *Ett rikt odlingslandskap*, *Storslagen fjällmiljö* och *God bebyggd miljö*. Rådet uttrycker sin oro för att vissa områden utsätts för hårt tryck genom bebyggelse, friluftsliv och turism, medan andra områden hotas av igenväxta odlingslandskap, vilket leder till förlust av unika upplevelsevärden. Fornlämningar och andra kulturmiljövärden utsätts för skador till följd av skogsbruk i oacceptabel omfattning, medan tillståndet för åkermarken och dess långsiktiga produktionsförmåga är tillfredsställande.

Referenser

- Almgren, G. 1990. Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård. Skogsstyrelsen. Jönköping, 261 s.
- Alriksson, B.-Å. 1999. Viltet och skogen. Skogsstyrelsens Förlag, Jönköping, 42 s.
- Andersson, B, Engelman, O., Rosvall, O. & Sjöberg, K. 1999. Environmental impact assessment (EIA) concerning lodgepole-pine forestry in Sweden. Report 3/1999, Skogforsk.
- Angelstam, P. & Andersson, L. 1997. I vilken omfattning behöver arealen skyddad skog i Sverige utökas för att biologisk mångfald skall bevaras? SOU 1997:98, Bilaga 4.
- Angelstam, P. & Andrén, H. 1993. Hur mycket är nog. Skog & Forskning 17: 14-19.
- Angelstam, P., Jonsson, B.-G. & Törnblom, J. 2007. Uppföljning av 1997 års bristanalys för bevarande av biologisk mångfald i olika skogsmiljöer i Sveriges naturregioner: Vad har hänt på tio år?
- Annerstedt, M. 2008. Doktorn ordinarar – lövskog. Skogskonferensen 2008, SLU, Alnarp, 25–26 november 2008.
- Aronsson, K.A. & Ekelund, N.G.A. 2004. Biological effects of wood ash application to forest and aquatic ecosystems. J. Environ. Qual. 33: 1595–1605.
- Bergh, J. 2009. Balanserad näringstillförsel med gran. I: Produktionshöjande åtgärder (förf.: Ståhl, P.), Skogsstyrelsen, Skogsskötselserien, Jönköping, s. 47–51.
- Bergh, J., Linder, S. & Bergström, J. 2005. Potential production of Norway spruce in Sweden. Forest Ecology and Management 204: 1–10.
- Bergkvist, I., Lundmark, T., Rytter, L. & Thor, M. 2006. Uttag av biobränslen i ungskog. Skogforsk, Arbetsrapport nr 611, Uppsala, 17 s.
- Bergquist, J., Björse, G., Johansson, U. & Langvall, O. 2002. Vilt och skog. Information om aktuell forskning vid SLU om vilt och dess påverkan på skogen och skogsbruket. I: webbok om gran, SLU. www-gran.slu.se
- Bergquist, J., Örlander, G. & Nilsson, U. 1999. Deer browsing and slash removal affect field vegetation on south Swedish clearcuts. Forest Ecology and Management 115: 171–182.
- Bergström, R. 2004. Viltskador. Skogforsk, Arbetsrapport nr 574, Uppsala, s. 45–55.
- Bergström, R., Bergquist, J. & Bergqvist, G. 2003. Rådjursbete på barrplantor – mönster och effekter. Skogforsk, Resultat nr 19, Uppsala, 4 s.
- Bergström, R. & Bergqvist, G. 2006. Mycket älgmat skadar inte. Skogforsk, Redogörelse nr 2, Uppsala, s. 134–137.
- Bergström, R., Bergqvist, G. & Burström, L. 2008. Försommarbete på tall – ett skogligt problem. Skogforsk, Resultat nr 1, Uppsala, 4 s.
- Bergström, R., Danell, K., Edenius, L. & Persson, I.-L. 2005. Älgens vinterfoder – tillgång och utnyttjande. Skogforsk, Resultat nr 3, Uppsala, 6 s.
- Bergström, R. & Glöde, D. 2004. Viltbete – smakar det så kostar det. Skogforsk, Redogörelse nr 1, Uppsala, s. 53–58.
- Brunberg, T. 2008. Skogsbrukets kostnader och intäkter: 2007 – virkespriserna ökade. Skogforsk, Resultat nr 8, Uppsala, 2 s.
- Devillard, C. & Högberg, K.-A. 2004. Somatiska embryon – morgondagens granplantor för intensivskogsbruk. Skogforsk, Resultat nr 7, Uppsala, 4 s.

- Dolk Fröjd, C. & Norman, P. 2007. Uppföljning av skador på fornlämningar i skogsmark. Skogsstyrelsen, Rapport nr 9/2007, Jönköping, 21 s.
- Edlund, J. 1994. Skogsgödsling med kväve – effekter i ytvatten. Skogforsk, Redogörelse nr 6, Uppsala, 30 s.
- Egnell, G., Nohrstedt, H.Ö., Weslien, J., Westling, O. & Örlander, G. 1998. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. Skogsstyrelsen Rapport 1/1998.
- Elfving, B., Ericsson, T. & Rosvall, O. 2001. The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden – a review. *Forest Ecology and Management* 141: 15–29.
- Elfving, B. & Norgren, O. 1993. Volume yield superiority of lodgepole pine compared to Scots pine in Sweden. Swedish Univ. Agric. Sci., Dept. of Genetics and Plant Physiology, Report 11, Umeå, s. 69–80.
- Elm, D. 2008. Dikesrensning och skyddsdikning – en fältstudie och utredning av behov i södra Sverige. SLU, Inst. f. skogens ekologi och skötsel, Examensarbeten 2008:24, Umeå, 32 s.
- From, J. 1998. Skog nära människor. Skogsstyrelsen, Jönköping, 18 s.
- FSC 2006. Swedish FSC Standard for Forest Certification. Forest Stewardship Council, 39 s.
- Glöde, D., Bergström, R. & Pettersson, F. 2004. Intäktsförluster på grund av älgbetning av tall i Sverige. Skogforsk, Arbetsrapport nr 570, Uppsala, 30 s.
- Granström, A. & Schimmel, J. 1993. Heat effects on seeds and rhizomes of a selection of boreal forest plants and potential reaction to fire. *Oecologia* 94: 307–313.
- Gustafsson, L. 2007. Konsekvenser för miljön. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademins Tidskrift 4: 31–35.
- Hakkila, P. 1979. Wood density survey and dry weight tables for pine, spruce and birch stems in Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 96.3: 1–59.
- Hannerz, M., Ulfskiöld, C., Lind, H. & Carlström, J. 2008. Kunskap ska skydda skogens kulturarv. Skogforsk, Resultat nr 19, Uppsala, 4 s.
- Hanski, I. & Hammond, P. 1995 Biodiversity in boreal forests. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 5–6
- Hill, Ö. & Ström, Å. 2008. Skogens kulturarv – hänsyn och skötsel. 2:a uppl.,Handledning, Skogforsk, Uppsala, 62 s.
- Hjeljord, O. 2008. Viltet, biologi og forvaltning. Tun Forlag, Oslo, 352 s.
- Hylander, K. 2004. Living on the edge – effectiveness of buffer strips in protecting biodiversity in boreal riparian forests. PhD-thesis, Umeå University.
- Hylander, K. 2006. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species: comment. *Ecology* 87: 2126–2128.
- Hylander, K., Jonsson, B. G. & Nilsson, C. 2002. Evaluating buffer strips along boreal streams using bryophytes as indicators. *Ecological Applications* 12: 797–806.
- Hyvönen-Olsson, R. & Grelle, A. 2007. Effekter på skogens kolbalans. I Egnell, G., Hyvönen, R., Högbom, L., Johansson, T., Lundmark, T., Olsson, B., Ring, E. & von Sydow, F (eds.) Miljökonsekvenser av stubbskörd - en sammanställning av kunskap och kunskapsbehov. Energimyndigheten, Rapport ER 2007:40, Eskilstuna, s. 89–102.
- Hyttiäinen, K., Tahvonen, O. & Valsta, L. 2005. Optimal juvenile density, harvesting and stand structure in even aged Scots pine stands. *Forest Science* 51: 120–133.

- Hänell, B. 1989. Skogliga våtmarker i Sverige. En beskrivning av det skogliga tillståndet på de torvtäckta markerna och deras utbredning på riks-, landsdels- och länsnivå. SLU, Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära nr 60, Uppsala, 88 s.
- Hänell, B. & Magnusson, T. 2005. An evaluation of land suitability for forest fertilization with biofuel ash on organic soils in Sweden. *Forest Ecology and Management* 209: 44–55.
- Högbom, L. 2002. Projekt kväve 2002: Skogsgödsling och miljön. Skogforsk, Resultat nr 14, Uppsala, 4 s.
- Högbom, L. 2006. Jämförelse mellan löv- och granskog: Effekter på markens pH och nitratläckage. I: Trakthyggesbruk med gran och självföryngrad björk, en jämförande studie. Karlsson, B. (red.) Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, s 39–41.
- Högbom, L., & Jacobson, S. 2002. Kväve 2002 – en konsekvensbeskrivning av skogsgödsling i Sverige. Skogforsk, Redogörelse nr 6, Uppsala. 42 s.
- Högbom, L., Nohrstedt, H.-Ö. & Persson, T. 2001. Effekter på kvävedynamiken av markförurning och motåtgärder. Skogsstyrelsen, Rapport 11E, Jönköping, s. 22 s.
- Högbom, L., Persson, T., Sikström, U. & Rosenberg, O. 2008. Långtidseffekter av kalkning på skogsmarkens kol- och kväveförråd. Skogsstyrelsen, Rapport 5, Jönköping. 22 s.
- Hörnsten, L. 2000. Outdoor recreation in Swedish forests – implications for society and forestry. Doktorsavhandling, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 169. SLU, Uppsala, 29 s.
- IPCC 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, S. 61.
- Jacobson, S. 2007. Intensivare skörd – uttag av energisortiment. Skogforsk, Arbetsrapport nr 640, Uppsala, s. 41–45.
- Jacobson, S. & Gustafsson, L. 2001. Effects on ground vegetation of the application of wood ash to a Swedish Scots pine stand. *Basic Applied Ecology* 2: 233–241.
- Jacobson, S., Kukkola, M., Mätkönen, E., Tveite, B. 2000. Impact of whole-tree harvesting and compensatory fertilization on growth of coniferous thinning stands. *Forest Ecology and Management* 129: 41–51.
- Jacobson, S., Pettersson, F., Högbom, L. & Sikström, U. 2005. Skogsgödsling – en handledning från Skogforsk. Skogforsk, Uppsala, 53 s.
- Jansson, G. 1999. landscape composition and birds in managed boreal forest. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 122, SLU Uppsala.
- Jensen, F. S. & Skovsgaard, J. P. 2008. Precommercial thinning of pedunculate oak: Recreational preferences of the population of Denmark for different thinning practices in young stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24: 28–36.
- Joensuu, S., Ahti, E. & Vuollekoski, M. 2002. Effects of ditch network maintenance on the chemistry of run-off water from peatland forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 238–247.
- Johnson, D.W. 1992. Nitrogen retention in forest soils. *Journal of Environmental Quality* 21: 1–12.
- Jordbruksverket 2007. Kartläggning av mark som tagits ur produktion. Jordbruksverket, Rapport 2008:7, Jönköping, 44 s.
- Kommissionen mot oljeberoende 2006. På väg mot ett oljefritt Sverige. Kommissionen mot oljeberoende, 45 s.

- Kouki, J., Löfman, S., Martikainen, P., Rouvinen, S. & Uotila, A. 2001. Forest Fragmentation in Fennoscandia: Linking Habitat Requirements of Wood-associated Threatened Species to Landscape and Habitat Changes. *Scand J. For. Res.* 16: 27–37
- Kullberg, Y. & Bergström, R. 2001. Winter browsing by large herbivores on deciduous seedlings in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 371–378.
- Lavsund, S. 2003. Skogsskötsel och älgskador i tallungskog. Skogforsk, Resultat nr 6, Uppsala, 4 s.
- Lindroth, S. & Åkerblom, K. 1984. Arealer för energiskogsbruk i Sverige. Inst. f. skogstaxering, Rapport 36, SLU, Umeå, 134 s.
- LRF, 2009. Nio av tio är skogstokiga. Enkätundersökning av svenska folkets inställning till skog och skogsbruk. LRF 2009-03-26 (www.lrf.se).
- Lundström, U.S., Bain, D.C., Taylor, A.F.S. & van Hees, P.A.W. 2003. Effects of acidification and its mitigation with lime and wood ash on forest soil processes: a review. *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 3: 5–28.
- Marklund, L.G. 1988. Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. SLU, Inst. f. skogstaxering, Rapport 45, Umeå, 73 s.
- Martikainen, P., Siitonen, J., Punttila, P., Kaila, L. & Rauh, J. 2000. Species richness of *Coleoptera* in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland. *Biological Conservation* 94: 199–209.
- Mattson, L., Boman, M. & Ericsson, G. 2008. Jakten i Sverige – Ekonomiska värden och attityder jaktåret 2005/06. Adaptiv förvaltning av Vilt och Fisk, Rapport nr 1 SLU, Umeå, 22 s.
- Mattsson, L. 1990. Hunting in Sweden: Extent, economic values and structural problems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5: 563–573.
- Mattsson-Turku, G. 2005. Diken växer igen. *Skogsbruket* 8(2005): 4–5.
- Melin, J. & Nõmmik, H. 1988. Fertilizer nitrogen distribution in a *Pinus sylvestris*/*Picea abies* ecosystem, Central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3: 3–15.
- Naturvårdsverket 2008. Sweden's National Inventory Report 2007. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Niklasson, M & A Granström, 2000. Numbers and sizes of fires: Long term trends in a Swedish boreal landscape. *Ecology* 81: 1496–1499.
- Nilsson, C., Engelmark, O., Cory, J., Forsslund, A. & Carlborg, E. 2008. Differences in litter cover and understorey flora between stands of introduced lodgepole pine and native Scots pine in Sweden. *Forest Ecology and Management* 255: 1900–1905.
- Nohrstedt, H.-Ö. & Ring, E. 1991. Bäckvattenkemi och utlakning efter en traktorgödsling med kalkammonsalpeter. Institutet för Skogsförbättring, Rapport nr 20, Uppsala, 20 s.
- Nohrstedt, H.-Ö. & Westling, O. 1995. Miljökonsekvensbeskrivning av STORA SKOGs gödslingsprogram, Del 1 faktaunderlag. IVL Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, Aneboda, 90 s.
- Nordlander, G., Örlander, G., Petersson, M. & Hellqvist, C. 2008. Skogsskötselåtgärder mot snytbagge. SLU, Webbhandbok på www2.ekol.slu.se/snytbagge, Uppsala, 43 s.

- Norgren, O. & Elfving, B. 1995, Tall eller contorta – valet mellan stabilitet och tillväxt avgör, Fakta Skog 1995:15, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Nylander, A. 2008. Trädslagsinverkan på markvegetationens utveckling i odlingsförsök med tall och contorta. SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Examensarbeten 2008:10, Uppsala, 27 s.
- Näsholm, T., Nohrstedt, H.-Ö., Kårén, O., Kytö, M. & Björkman, C. 2000. How are forest trees affected? In: Effects of Nitrogen Deposition on Forest Ecosystems (eds., Bertills, U. & Näsholm, T.), Swedish Environmental Protection Agency, Report 5067, Stockholm, pp. 53–75.
- Ohlsson, S. 2008. Mångbruk i lövskogen – en utmaning i praktiken. Skogskonferensen 2008. SLU, Alnarp, 25–26 november 2008.
- Palviainen, M., Finér, L., Laurén, A., Mannerkoski, H., Piirainen, S. & Starr, M. 2007. Development of ground vegetation biomass and nutrient pools in a clear-cut disc-plowed boreal forest. *Plant and Soil* 297: 43–52.
- PEFC 2006. Kombinerat tekniskt dokument II med tillämpningskrav. Pan European Forest Certification, dokument PEFC/05-1-1, 64 s.
- Petersson, M., Wallertz, K., Hellqvist, C. & Nordlander, G. 2006. Åtgärder mot snytbaggen. SLU, Uppsala, 8 s.
- Petersson, M. & Örlander, G. 2003. Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 64–73.
- Petersson, F. 1994. Predictive functions for impact of nitrogen fertilization on growth over five years. Skogforsk, Report No. 3, Uppsala, 56 pp.
- Petersson, F. 1996. Effekter av olika röjnings- och gallringsåtgärder på beståndsutvecklingen i tall- och granskog. SkogForsk, Redogörelse nr 5, Uppsala, 46 s.
- Petersson, F. 2001. Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutvecklingen i tallskog. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 28 s.
- Petersson, F. 2004. Röjning – produktionsmässiga, skötselmässiga och ekonomiska effekter. Skogforsk, Arbetsrapport nr 574, Uppsala, s. 27–40.
- Piirainen, S., Finér, L., Mannerkoski, H. & Starr, M. 2007. Carbon, nitrogen and phosphorus leaching after site preparation at a boreal forest clear-cut area. *Forest Ecology and Management* 243: 10–18.
- Pukkala, T., Möykkynen, T., Thor, M., Rönnberg, J. & Stenlid, J. 2005. Modeling infection and spread of *Heterobasidion annosum* in even-aged Fennoscandian conifer stands. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 74–84.
- Ranius, T. & Fahrig, L. 2006. Targets for maintenance of dead wood for biodiversity conservation based on extinction thresholds. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 201–208.
- 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. & Högbom, L. 2006. Mindre läckage av nitratkväve efter markberedning. Skogforsk, Resultat nr 21, Uppsala, 2 s.
- Ring, E., Jacobson, J. & Nohrstedt, H.-Ö. 2006. Soil-solution chemistry in a coniferous stand after adding wood ash and nitrogen. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 153–163.

- Ring, E., Löfgren, S., Sandin, L., Högbom, L. & Goedkoop, W. 2008a. Skogsbruk och vatten, En kunskapsöversikt. Skogforsk, Redogörelse nr 3, Uppsala, 64 s.
- Ring, E., Löfgren, S., Sandin, L., Högbom, L., Goedkoop, W., Bergkvist, I. & Berg, S. 2008b. Skogsbruk med hänsyn till vatten – en handledning från Skogforsk. Skogforsk, Uppsala, 64 s.
- Rosvall, O. 2007. Produktionspotentialen är betydligt högre än dagens tillväxt. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 4: 13–30.
- Rosvall, O. & Normark, E. 2006. Ökad tillväxt och virkesproduktion i Holmens skogar. Den fullständiga utredningen. Holmen Skog, Domsjö, 156 s.
- Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J. & Stener, L.-G. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk, Redogörelse nr 1, Uppsala, 41 s.
- Rosvall, O., Bergström, R., Jacobson, S., Pettersson, F., Rosén, K., Thor, M. & Weslien, J.-O. 2004. Ökad produktion i familjeskogsbruket – analys av tillväxthöjande och skadeförebyggande åtgärder. Skogforsk, Arbetsrapport nr 574, Uppsala, 94 s.
- Rydberg, D. 2001. Skogens sociala värden. Skogsstyrelsens förlag, Rapport 8J, Jönköping, 29 s.
- Rytter, L. 2004. Produktionspotential hos asp, björk och al. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 62 s.
- Rytter, L. 2006. A management regime for hybrid aspen stands combining conventional forestry techniques with early biomass harvests to exploit their rapid early growth. *Forest Ecology and Management* 236: 422–426.
- Rytter, L. 2007. Produktionspotential hos inhemska och introducerade trädslag. Skogforsk, Arbetsrapport nr 640, Uppsala, s. 29–39.
- Rytter, L. & Werner, M. 1998. Lönsam lövskog – steg för steg. Skogforsk, Handledning, Uppsala, 43 s.
- Sabo, J.L. & Soykan, C.U. 2006. Riparian zones increase regional richness by supporting different, not more, species: reply. *Ecology* 87: 2128–2131.
- Sabo, J.L., Sponseller, R., Dixon, M., Gade, K., Harms, T., Heffernan, J., Jani, A., Katz, G., Soykan, C., Watts, J., Welter, J. 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology* 86: 56–62.
- Sandström, E. 2008. Skötsel av tätortsnära skogliga rekreatiomsområden. SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Examensarbeten 2008:5, Umeå, 47 s.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forestry as an example. *Ecol. Bull.* 49: 11–41
- Sikström, U., Ernfors, M., Jacobson, S., Klemedtsson, L., Nilsson, M. & Ring, E. 2006. Tillförsel av aska i tallskog på dikad torvmark i södra Sverige – effekter på skogsproduktion, avgång av växthusgaser och vattenkemi. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor, Rapport 974, Stockholm, 39 s.
- Silfverberg, K. 1996. Nutrient status and development of tree stands and vegetation on ash-fertilized drained peatlands in Finland. The Finnish Forest Research Institute, Research Papers no 588, 27 pp.
- Silfverberg, K. & Moilanen, M. 2001. Ash fertilization as used on Finland's drained and forested mires. The Forestry Research Institute of Sweden, Report no 2, Uppsala, pp. 25–28.

- Simonsen, R., Rosvall, O. & Gong, P. 2008. Lönsamhet för produktionshöjande skogsskötselåtgärder hos Holmen Skog AB. Skogforsk, Redogörelse nr 2, Uppsala, 35 s.
- Simonsson, P. 1987. Skogs- och myrdikningens miljökonsekvenser, Slutrapport för ett projektområde. Naturvårdsverket Rapport nr 3270, 196 s.
- Skogsstyrelsen 1983. Skogsstatistisk årsbok 1981–1983. Skogsstyrelsen, Jönköping, 245 s.
- Skogsstyrelsen, 1999. Scenarier och Analyser i SKA 99. Skogsstyrelsen, Rapport nr 4, Jönköping.
- Skogsstyrelsen, 2006. Skogsvårdslagen – Handbok. Skogsstyrelsen, Jönköping, 75 s.
- Skogsstyrelsen, 2007a. Skogsstyrelsens allmänna råd till ledning för hänsyn enligt 30 § Skogsvårdslagen, (1979:429) vid användning av kvävegödselmedel på skogsmark, Skogsstyrelsen, SKSFS 2007:3, Jönköping.
- Skogsstyrelsen, 2007b. Skogsbruk vid vatten. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping, 26 s, 26 s.
- Skogsstyrelsen, 2008a. Skogsstatistisk årsbok 2008. Skogsstyrelsen, Jönköping, 337 s.
- Skogsstyrelsen, 2008b. Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Skogsstyrelsen, Meddelande nr 2, Jönköping, 22 s.
- Skogsstyrelsen, 2008c. Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA-VB 08. Skogsstyrelsen, Rapport 25, Jönköping, 146 s.
- Skogsstyrelsen, 2009. Skogsstyrelsens preliminära rekommendationer gällande stubbskörd. 2009-04-23.
- SLU 2004. Skogsdata 2004. Sveriges officiella statistik, Inst. f. skoglig resurshållning och geomatik, SLU, Umeå, 124 s.
- SLU, 2008. Skogsdata 2008. Sveriges officiella statistik, Inst. f. skoglig resurshållning, SLU, Umeå, 97 s.
- Stener, L.-G. 1998. Analys av fiberegenskaper för kloner av hybridasp. Skogforsk, Arbetsrapport nr 387, Uppsala, 11 s.
- Stener, L.-G. 2004. Resultat från sydsvenska klontester med poppel. Skogforsk, Arbetsrapport nr 571, Uppsala, 27 s.
- Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2005. Förädlad björk och hybridasp, snabbt växande alternativ för södra Sverige. Skogforsk, Resultat nr 7, Uppsala, 4 s.
- Strengbom, J. & Nordin, A. 2008. Gödsling orsakar långvariga förändringar av skogsmarksvegetationen. Fakta Skog 7, 2008. SLU.
- Strömberg, C., Claesson, S., Thuresson, T. & Örlander, G. 2001. Föryngring av skog – metoder, åtgärder och resultat. Skogsstyrelsen, Rapport 8D, Jönköping, 42 s.
- Svenska Jägareförbundet 2006. Årsrapport Viltövervakningen. Svenska Jägareförbundet, Öster Malma, 12 s.
- Svensson, S.A. 2008. Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2007 – SKA-VB 08. Skogsstyrelsen, Meddelande 4, Jönköping, 73 s.
- Sveriges Skogsvårdsförbund 1994. Praktisk Skogshandbok. 14:e upplagan, Sveriges Skogsvårdsförbund, Djursholm, 510 s.
- von Sydow, F. & Örlander, G. 1994. The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. Scandinavian Journal of Forest Research 9: 367–375.

- Tamm, C.O. & Aronsson, A. 1982 Optimum nutrition of some non-food plants. In: Optimizing Yields, Proc. 12th Congr. Int. Potash Inst., Berne, Switzerland, pp. 181–196.
- Tamm, C.O.; Aronsson, A. & Burgtorf, H. 1974. The optimum nutrition experiment Stråsan. A brief description of an experiment in a young stand of Norway spruce (*Picea abies* Karst.). Dep. For. Ecol. & For. Soils, Res. Notes 17, R. Coll. For., Stockholm, 29 pp.
- Tanskanen, N. & Ilvesniemi, H. 2007. Spatial distribution of fine roots at ploughed Norway spruce forest sites. *Silva Fennica* 41: 45–54.
- Taylor, A, Malmberg, A., Finlay, R., Högbom, L. 2005. Gödsling påverkar mykorrhizasamhället – men effekten verkar vara övergående. Skogforsk, Resultat nr 1, Uppsala, 4 s.
- Tengberg, F. 2005. En jämförelse av sitkagranens (*Picea sitchensis*) och den vanliga granens (*P. abies*) produktion. SLU, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 62, Alnarp, 45 s.
- Thor, M. 2004. Rotröteskador. Skogforsk, Arbetsrapport nr 574, Uppsala, s. 57–65.
- Thor, M. 2006. Friskt virke med rotrötebekämpning. I: Ökad tillväxt och virkesproduktion i Holmens skogar, Rosvall, O. & Normark, E., (red.) Holmen Skog, Örnsköldsvik, s. 59–68.
- Thor, M. & Stenlid, J. 2004. Rotröta – ett växande problem. Skogforsk, Redogörelse nr 1, Uppsala, s. 59–63.
- Thorsén, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. 2001. Influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (*Hyllobius abietis*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 54–66.
- Thuresson, T. 2002. Skogsmarksgödsling – effekter på skogshushållning, ekonomi, sysselsättning och miljön. Skogsstyrelsen, Meddelande nr 6, Jönköping, 37 s.
- Thuresson, T., Samuelsson, H. & Claesson, S. 2003. Konsekvenser av ett förbud mot perimettrinbehandling av skogsplantor. Skogsstyrelsen, Meddelande nr 2, Jönköping, 65 s.
- Wardle, D.A., Zachrisson, O., Hörnberg, G. & Gallet, C., 1997. The influence of Island Area on ecosystem properties. *Science* 227: 1296–1299
- Vitousek, P.M., Gosz, J.R., Grier, C.C., Melillo, J.M., Reiners, W.A. & Todd, R.L. 1979. Nitrate losses from disturbed ecosystems, Interregional comparative studies show mechanisms underlying forest ecosystem response to disturbance. *Science* 204: 469–474.
- Weslien, J. 2004. Skador av insekter särskilt snytbagge. Skogforsk, Arbetsrapport nr 574, Uppsala, s. 43–44.
- Weslien, J., Finér, L., Jónsson, J.A., Koivusalo, H., Laurén, A., Ranius, T. & Sigurdsson, B. 2008. Kol, kväveutlakning och död ved i morgondagens skog. Skogforsk, Resultat nr 11, Uppsala, 4 s.
- Widenfalk, O. & Weslien, J. 2009. Plant species richness in managed boreal forests—Effects of stand succession and thinning. *For. Ecol. Manage.* 257: 1386–1394.
- Wikars, L.-O. 1992. Skogsbränder och insekter. *Entomol. Tidskr.* 113: 1-12.
- Wiktander, U., Olsson, O. & Nilsson, S.G. 2001. Seasonal variation in home-range size and habitat area requirement of the lesser spotted woodpecker *Dendrocopos minor* in southern Sweden. *Biological Conservation* 100: 387-395.
- von Essen, L. 1974. Viltvård. I: Viltvård, Viltet, människan och miljön. Kursbok utgiven av Svenska Jägareförbundet.

- Zachrisson, O. 1977. Influence of forest fires on the North Swedish boreal forest. *Oikos* 29: 22-32.
- Örlander, G. & Nilsson, U. 1999. Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hyllobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 341–354.

Muntlig kommunikation

- Karl-Anders Högberg. SkogD. Skogforsk, 2009.
- Johan Bergh. Forskningsledare. SLU, 2009.
- Rolf Björheden. Professor. Skogforsk, 2009.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2008

År 2008	
Nr 652	Löfgren, B., Nordén, B. & Lundström H. 2008. Fidelitystudie av en skogsmaskin-simulator. 30 s.
Nr 653	Norén J., Rosca, C. & Rosengren, P. 2008. Riktlinjer för presentation av apterings-information i skogsskördare. 70 s.
Nr 654	Sonesson, J. 2008. Analys av potentiella mervärden i kedjan skog-industri vid användning av pulsentensiv laserscanning.
Nr 655	Jönsson, P. & Nordén B. 2008. Skotare med ALS och tredelade stöttor – Studier av prestation och helkroppsvibrationer i gallring. 14 s.
Nr 656	Persson, T., Almqvist, C., Andersson, B., Ericsson, T., Högberg, K.-A., Jansson, G., Karlsson, B., Rosvall, O., Sonesson, J., Stener, L.-G. & Westin, J. 2008. Lägesrapport 2007-12-31 för förädlingspopulationer av tall, gran, björk och contortatall. 21 s.
Nr 657	Stener, L.G. 2008. Study of survival, height growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in southern Sweden. 11 s.
Nr 658	Almqvist, C. & Eriksson, M. Ökad produktion i plantage 501 Bredinge – försök med rotbeskärning och gibberellinbehandling. 13 s.
Nr 659	Rytter, R.M. 2008. Detektion av röta i bok med 4-punkters mätning av resistivitet. 14 s.
Nr 660	Bergkvist, I., Iwarsson Wide, M., Nordén, B. & Löfroth, C. 2008. Jämförande prestationsstudier – Röjsåg med klinga kontra kedjeröjsåg. 21 s.
Nr 661	Johansson, K. Snytbaggen – kunskapsläget 2008. 18 s.
Nr 662	Österman. Öd. D., Rimquist, L. & Hanson, M. 2008. Geststyrning för engreppsskördare – en första undersökning – Projektarbete Ergonomi och Design VT-2008. 64 s.
Nr 663	Westlund, K. & Andersson, G. 2008 Vägstandardens inverkan på skogsnäringsens transportarbete. 58 s.
Nr 664	Hannrup, B. 2008. Slutrapport för projekt ”Mätteknik för avverkningsrester”. 52 s.
Nr 665	Rosvall, Ola., Wennström, U. 2008. Förädlings effekter för simulering med Hugin i SKA 08. 38 s.
Nr 666	Barth, A., Hannrup, B., Möller J. J. & Wilhelmsson, L. 2008. Validering av FORAN SingleTree® Method. 44 s.
Nr 667	Baez, J. 2008. Vibrationsdämpning av skotare. 67 s.
Nr 668	Björklund, N., Hannrup, B. & Jönsson, P. 2008. Effekter av förhöjt knivtryck i skördar-aggregat på barkskadorna hos massaved och földeffekter på produktionen av granbarkbollar. 34 s.
År 2009	
Nr 669	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.

Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. – Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforskns intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009 Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breeding with selection forwards. 14 s.
Nr 688	Eliasson, L. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.