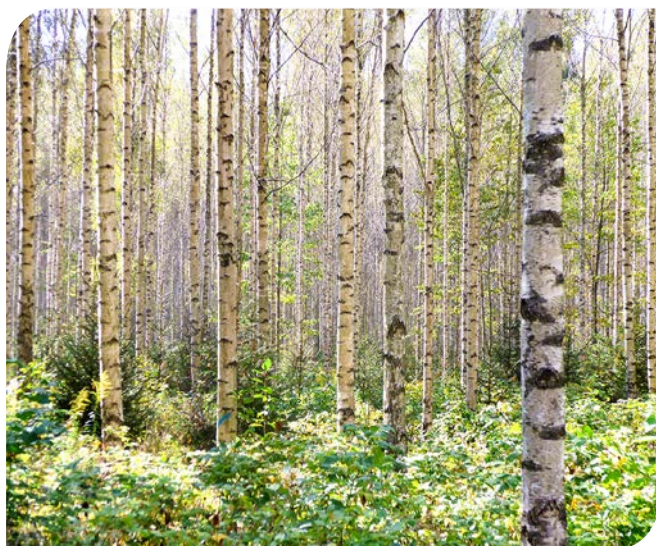


SKÖTSEL AV BJÖRK, AL OCH ASP



Skogsskötselserien är en sammanställning för publicering via Internet av kunskap om skogsskötsel utan ställningstaganden eller värderingar.

Texterna har skrivits av forskare och har bearbetats redaktionellt både sakligt och språkligt. De är upphovsrättsligt skyddade och får inte användas för kommersiellt bruk utan medgivande.

I Skötselserien ingår:

1. Skogsskötselns grunder och samband
2. Produktion av frö och plantor
3. Plantering av barrträd
4. Naturlig förnygring av tall och gran
5. Sådd
6. Röjning
7. Gallring
8. Stamkvistning
9. *Skötsel av björk, al och asp*
10. Skötsel av ädellövskog
11. Blädningsbruk
12. Skador på skog
13. Skogsbruk – mark och vatten
14. Naturhänsyn
15. Skogsskötsel för rekreation och friluftsliv
16. Produktionshöjande åtgärder
17. Skogsbränsle
18. Skogsskötselns ekonomi
19. Skogsträdsförädling
20. Slutavverkning

Skogsskötselserien har tagits fram med finansiering av Skogsstyrelsen, Skogsindustrierna, Sveriges lantbruksuniversitet och LRF Skogsägarna. Bidrag har även lämnats av Energimyndigheten för behandling av frågor som rör skogsbränsle och av Stiftelsen Skogssällskapet.

Omarbetningar (revisioner) för att ta fram andraupplagor har till stor del även bekostats av Erik Johan Ljungbergs Utbildningsfond och Stiftelsen Skogssällskapet.

Skogsskötselserien – Skötsel av björk, al och asp

Första upplagan, december 2008

Andra omarbetade upplagan, december 2014

Författare:

Lars Rytter, Skog Dr, docent, forskare, Skogforsk

Anders Karlsson, Skog Dr, docent, forskare, SLU

Matts Karlsson, SkogDr, Södra Skog

Lars-Göran Stener, jägmästare, forskare, Skogforsk

© Lars Rytter, Anders Karlsson, Matts Karlsson, Lars-Göran Stener och Skogsstyrelsen

Redaktör: Clas Fries, Skogsstyrelsen

Typografisk formgivning: Michael Ernst, Textassistans AB

Grafisk profil: Louise Elm, Skogsstyrelsen

Diagrambearbetning, layout och sättning: Bo Persson, Skogsstyrelsen

Foto omslag: Lars Rytter. Björkbestånd i Järpås, Lidköpings kommun

Utgivning: Skogsstyrelsen, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

Innehåll

Innehåll	3
Skötsel av björk, al och asp.....	5
Viktiga skillnader jämfört med skötsel av barrskog	6
De här trädslagen behandlas	7
Björk	8
Arter	10
Ekologiska krav	10
Produktion.....	11
Vad används björken till?.....	13
Vanliga skador och problem.....	14
Asp	14
Arter	14
Ekologiska krav	16
Produktion.....	16
Vad används aspen till?.....	19
Vanliga skador och problem.....	20
Al.....	20
Arter	20
Alarna ordnar sitt kväve själva	23
Ekologiska krav	23
Produktion.....	23
Vad används alen till?	25
Vanliga skador och problem.....	26
Föryngring.....	27
Odlingsmaterial.....	27
Allmänt	27
Björk	29
Hybridasp.....	30
Poppel	31
Al.....	32
Plantering	32
Ståndorten	33
Plantan.....	33
Markberedningen och vegetationskontroll	34
Tidpunkten	34
Planteringen	35
Björk	35
Asp	37
Poppel	38
Al.....	38
Blandskog, inklusive hantering av skärmträd.....	39
Sådd.....	39
Fröbehandling	40
Björk	42
Asp	45
Al.....	46
Blandning av träslag där ordinärt löv ingår	46

Naturlig föryngring	46
Processer	46
Björk	50
Asp	55
Al.....	56
Röjning.....	59
Allmänna effekter av olika röjningsstrategier.....	59
Röjningsformer	60
Selektiv röjning.....	60
Schematisk röjning.....	63
Effekter på träd och bestånd.....	63
Röjningsstyrka och röjningstidpunkt.....	64
Stamval	67
Röjning av björk, asp och al	68
Björk	69
Asp	73
Al.....	75
Stamkvistning	77
När ska man stamkvista?	79
Hur ska man stamkvista?	80
Gallring	83
Björk	84
Masurbjörk.....	91
Asp och poppel	93
Asp	93
Hybridasp och poppel	96
Al.....	98
Gallring i bristfälligt skötta bestånd.....	101
Blandskog med lövträd	102
Vad är blandbestånd?	102
Blandbestånd eller rena bestånd?.....	103
Björk och gran.....	106
Björk och tall.....	107
Asp och gran	107
Blandbestånd av lövträd.....	108
Möjligheter att variera skötseln för uttag av biobränslen	109
Potential för förbättringar	111
Klimatet.....	111
Förädling	111
Ståndortsanpassning.....	113
Gödsling.....	114
Skötselåtgärder.....	114
Hänsyn till andra värden och intressen	116
Ekonomiska reflektioner	118
Referenser	120

SKÖTSEL AV BJÖRK, AL OCH ASP

De ordinära lövträden

De ordinära lövträden dominerar bland lövträden i landet och utgör nära 88 % av lövvirkesförrådet. I det här kapitlet behandlas ordinära lövträdsarter som har skoglig betydelse. I Sverige gäller det tre olika släkten: björkar, aspar inklusive popplar samt alar.

Föryngring

Föryngring av skogsbestånd kan ske på tre sätt: naturlig föryngring, sådd och plantering. För de ordinära lövträden finns många möjligheter och de olika trädslagen har olika förutsättningar.

Röjning

Även om våra ordinära lövträdsarter ofta förekommer i blandbestånd med varandra eller med andra trädslag så inriktar sig följande avsnitt på röjning i mer eller mindre rena bestånd av björk, al och asp, där målsättningen är att skapa produktionsbestånd.

Stamkvistning

I Sverige har åtgärden framförallt utförts på ek och tall, bland annat därför att risken för röta i veden är liten för dessa båda trädslag. Den finns dock resultat både från Norden och från övriga världen som visar att stamkvistning i allmänhet är en positiv och lönsam åtgärd även för andra trädslag.

Gallring

Vid gallring av barrträdsbestånd är grundytan starkt styrande för när åtgärder ska sättas in. Inom skötseln av ordinära lövträd ser man mer till grönkronans skick och utvecklingsbarhet. Man laborerar sålunda mer med trädhöjder och stamantal. Generellt sett är grundytorna betydligt lägre i lövträdsbestånd än vad som gäller för vanligt granskogsbruk.

Uttag av biobränslen

De ordinära lövträden har egenskaper som gör att mål och skötsel kan varieras. Eftersom biobränsle har kommit in som ett nytt och troligen varaktigt sortiment på marknaden finns möjlighet att ta hänsyn till detta vid skötseln av lövskog.

Potential för förbättringar

Det finns en stor potential att förbättra både produktion och kvalitet hos de ordinära lövträden och betydande resurser har följaktligen lagts ned på detta. Eftersom björk är det dominerande lövträdslaget i Sverige har förädlingsresurserna för lövträd huvudsakligen koncentrerats till björk.

Delen ”Skötsel av björk, al och asp” i Skogsskötselserien innehåller de olika faserna i skötsel av lövskog. Till skillnad från andra delar i serien finns alla momenten i skötseln under samma tak, men här koncentrerat till våra ordinära lövträd och till lövblandskogar där dessa ingår. Här finns sålunda föryngning, röjning, gallring och stamkvistning med som egna avsnitt. Dessutom presenteras inledningsvis trädslagen, deras ståndortskrav, användningsområden och skadebild. Skötsel är ingen fristående företeelse utan bygger såväl på trädslagets egna unika egenskaper som på marknadens önskemål, och detta måste vävas in i skötselns planering och utförande. Ett avsnitt behandlar de möjligheter som finns att förbättra produktion, skötsel och hänsyn till andra intressen. Avslutningsvis belyses ekonomiska aspekter för lövskogsbruket.

I avsnitten röjning och gallring är innehållet huvudsakligen inriktat på så kallat konventionellt skogsbruk. Detta syftar till att sköta skogen så att sortimentsutfallet blir massaved och sågtimmer, samt att sågtimmerandelen både ska bli hög och vara av god kvalitet. Det finns möjlighet att ha annan inriktning på sin skötsel av lövskogen och detta berörs i ett separat avsnitt.

Praktiska råd och information om skötsel av de ordinära lövträden, där interaktiva möjligheter att testa specifika bestånd finns inlagt, kan även hittas på den skogliga rådgivningsportalen Kunskap Direkt under modulen Skötsel av lövskog (Björk, asp & al). Portalen kan nås via länkarna www.skogforsk.se och www.kunskapdirekt.se.

Viktiga skillnader jämfört med skötsel av barrskog

I det svenska skogsbruket finns idag en tendens till att sköta olika bestånd med olika trädslag på ett likartat sätt. Eftersom gran är det dominerande trädslaget på lokaler där lövträd förekommer blir åtgärder ofta utförda enligt anvisningar gjorda för granskogsbruk. Detta är inte så konstigt med tanke på den ansträngda ekonomin som skogsägaren har att bemöta i röjning och gallring.

De lövträdsarter som ingår i det här kapitlet är alla pionjärträdsdrag. De har en snabb ungdomsutveckling med en jämförelsevis kort omloppstid, och de tål konkurrens om ljus förhållandevis dåligt. Det betyder att skötseln, i tid och styrka, måste bli annorlunda än för granskogsbruk. Det är vår förhoppning att detta tydligt kommer fram i det här kapitlet eftersom välskötta lövskogar är en värdefull nationell tillgång ur många aspekter, inte minst som industriråvara.

De här trädslagen behandlas

De ordinära lövträden dominerar bland lövträden i landet och utgör nära 88 % av lövvirkesförrådet (tabell LÖ1). De är dessutom rikstäckande. Ibland kallas dessa lövträd för triviala lövträd, men då ordet trivial kan tolkas som tråkig eller ointressant är det lämpligare att kalla dem *ordinära* lövträd. I det här kapitlet behandlas ordinära lövträdsarter som har skoglig betydelse. De är dessa som det finns kunskap och information om när det gäller skötsel och som det finns en virkesmarknad mot vilken skötseln kan styras.

De skogligt betydelsefulla ordinära lövträden påträffas i Sverige i tre olika släkten: björkar (*Betula* sp.), aspar och popplar (*Populus* sp.) och alar (*Alnus* sp.). Vi behandlar därmed inte ordinära lövträdslag såsom rönn, oxel, pil, vide, hästkastanj och hassel.

Tabell LÖ1 Virkesförråd på samtliga ägoslag i Sverige fördelat på trädslag. Data från Riksskogstaxeringens period 2009–2013.¹

Trädslag	Virkes- volym (milj. m ³ sk)	Virkes- volym (% tot. vol.)	Virkesvolym (% lövvirkes- volym)
Barrträd	2721	81,3	
Tall	1312	39,2	
Gran	1371	41,0	
Contortatall	36,5	1,1	
Lärk	1,4	0,04	
Lövträd	625	18,7	100
Ordinära lövträd	549	16,4	87,8
Björk	416	12,4	66,6
Asp	55,5	1,7	8,9
Al	50,2	1,5	8,0
Sälg	15,5	0,46	2,5
Rönn	7,0	0,21	1,1
Övriga ordinära	4,5	0,13	0,72
Ädla lövträd	76,3	2,3	12,2
Ek	42,6	1,3	6,8
Bok	20,1	0,60	3,2
Ask	6,1	0,18	1,0
Lönn	2,1	0,06	0,34
Alm	1,9	0,06	0,30
Lind	1,5	0,04	0,24
Fågelbär	1,1	0,03	0,18
Avenbok	0,9	0,03	0,14
Totalt	3346	100	100

¹Skogsstyrelsen. 2014. *Skogsstatistisk årsbok 2014*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 363 s.

Björk

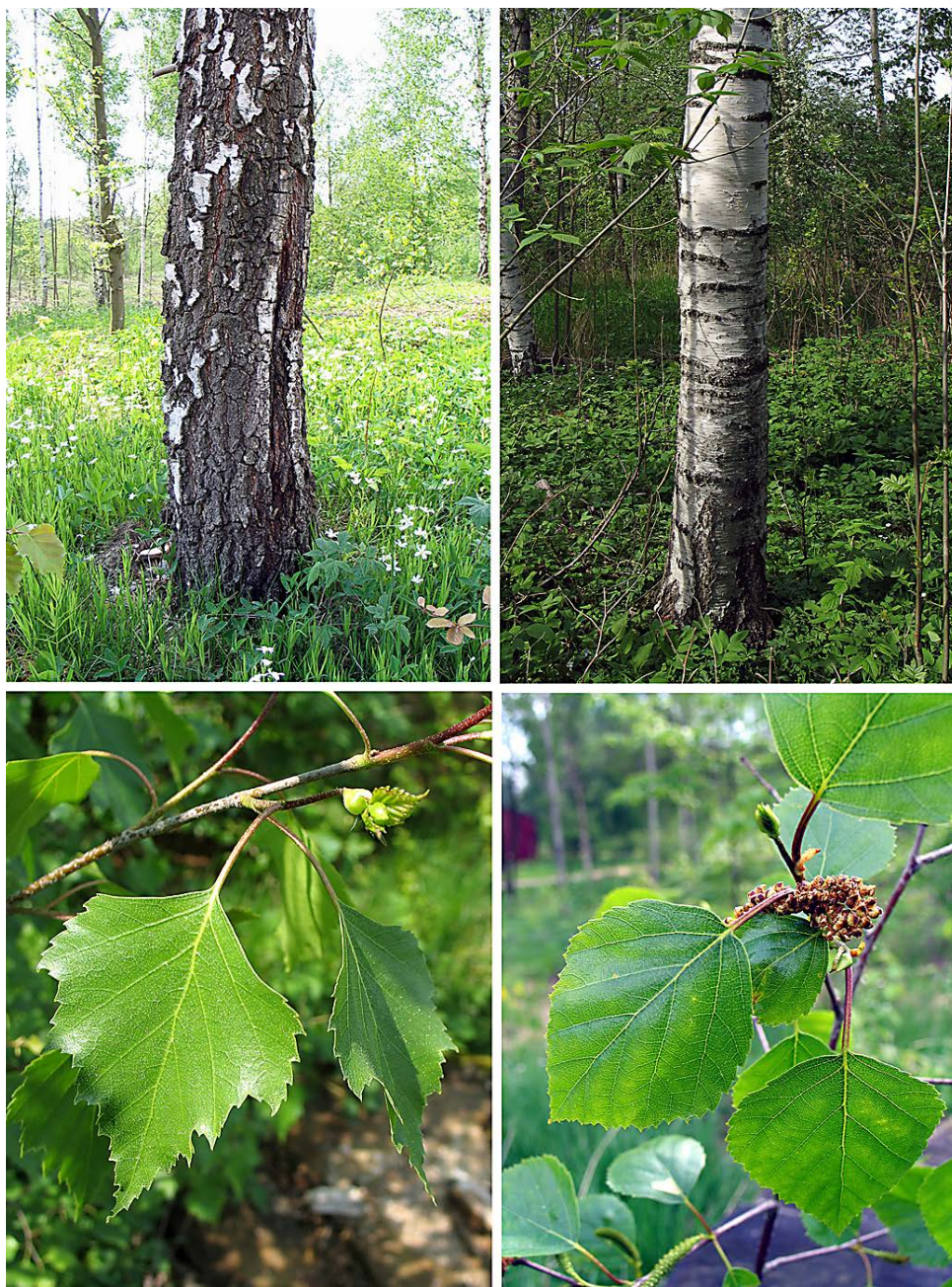
Arter

Det finns två björkarter i Sverige som är av skogligt intresse, vårtbjörk (*Betula pendula* Roth) och glasbjörk (*B. pubescens* Ehrh.). Därutöver tillkommer den ris- eller buskformade dvärgbjörken (*B. nana* L.) och fjällbjörk, som räknas som en underart till glasbjörk. Glasbjörken förekommer över hela landet, vårtbjörken i hela landet utom i fjäll- och fjällnära skogar. Glasbjörken är den dominerande arten och står för ungefär tre fjärdedelar av landets virkesförråd av björk. I södra Sverige är andelen vårtbjörk 30–50 % medan den i norra Sverige sjunker till mellan 10 och 20 %.²

Det finns ett antal morfologiska kännetecken som brukar användas för att skilja på glas- och vårtbjörk:

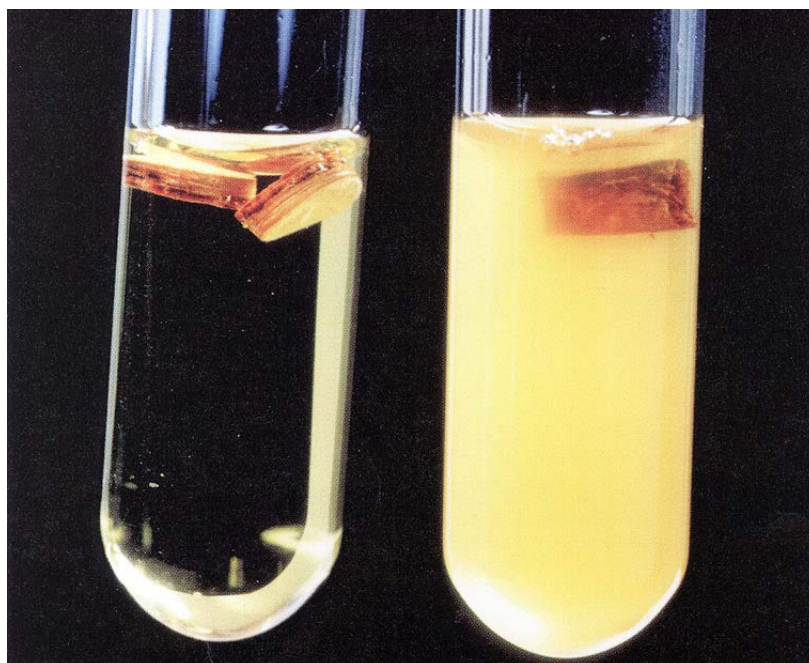
- Bladen – vårtbjörk har dubbelsågade blad som är som bredast nära basen medan glasbjörkens blad är enkelsågade och som bredast på ungefär en tredjedel från basen (figur LÖ1).
- Barken – vårtbjörk utbildar skorpbark med åren vilket är ovanligt på glasbjörk (figur LÖ1).
- Kronformen – vårtbjörk har hängande grenar, glasbjörk har mer upprättstående grenar.
- Skotten – de unga skotten är vårtiga hos vårtbjörk (därav namnet) medan de är håriga hos glasbjörk.

²Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.



Figur LÖ1 Bladen och barken kan hjälpa till att identifiera vårtbjörk och glasbjörk men de är inga helt säkra karaktärer. Vårtbjörk (t v) och glasbjörk (t h). Foto Lars Rytter.

De morfologiska dragen är dock inte alltid särskilt utvecklade och det kan ibland vara svårt att avgöra vilken av arterna det är fråga om. Därför har en kemisk metod tagits fram (figur LÖ2) som på ett säkert sätt skiljer arterna åt utan att man måste ta till kromosombestämmning (vårtbjörk är diploid med 28 kromosomer, glasbjörk är tetraploid och har 56 kromosomer). Den nya kemiska metoden bygger på att vårtbjörkens bark innehåller den fenoliska substansen platyphyllosid, vilken saknas i barken hos glasbjörk. Genom att använda en reagenslösning för platyphyllosid kan den påvisas, och i så fall är barkprovet taget från vårtbjörk.



Figur LÖ2 Barkprover i reagenslösning. Till vänster glasbjörk och till höger vårtbjörk.³

Hybrider mellan glas- och vårtbjörk förekommer men är sällsynta då arterna har svårt att korsa sig med varandra.⁴

En speciell variant av vårtbjörk är masurbjörk (*B. pendula* var. *carelica* (Merklin) Hejtmánek). Den kännetecknas av stor oregelbundenhet i vedfibrerna, vilket är genetiskt betingat. Masurbjörkar ger ett attraktivt virke, se nedan.

Ekologiska krav

De båda björkarterna har olikheter i ståndortskraven även om de ofta växer tillsammans i samma bestånd. Båda björkarterna växer generellt sett bäst på friska och näringsrika lokaler. Vårtbjörken klarar sig bättre på tämligen torra och lite magrare marker medan glasbjörken klarar sig jämförelsevis bra på växtplatser där syretillgången är begränsad, såsom våtmarker, torvmarker och styvare lera. I båda fallen blir naturligtvis tillväxten lägre än vid optima förhållanden.

Björkar tycks tåla sura markförhållanden. Vårtbjörk har till exempel visat sig tåla pH-värden i marken på under 4.⁵

Såväl glas- som vårtbjörk är pionjärer som är anpassade till att överleva i ett landskap påverkat av skogsbrand. Där kan de dra nytta av sin goda fröspridning och sin förmåga att skjuta skott från stambasen. Björken brukar vara först på plats på föryngringsytor och på övergiven jordbruksmark. Björkarna växer fort i ungdomen, en vanlig egenskap hos pionjärträdslag, och når

³ Källa: Eriksson, H., Johansson, U. & Lundgren, L.N. 1996. *Glasbjörk eller vårtbjörk? – metoder för säker artbestämning*. SLU, Fakta Skog nr 1 1996, Uppsala, 4 s.

⁴ Johnsson, H. 1974. Genetic characteristics of *Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh. *Annales Forestales* 6/4: 91–133, Zagreb.

⁵ Cameron, A.D. 1996. Managing birch woodlands for the production of quality timber. *Forestry* 69: 357–371.

sin slutliga höjd, oftast drygt 25 m, före 80 års ålder.⁶

Björkarna kräver mycket utrymme om de som individer ska utvecklas snabbt och till fulla. Konkurrens mellan träd inträder snabbt och leder till att träden tappar grönkrona och därmed tillväxtkapacitet. Glasbjörken anses klara av att växa i täta bestånd något bättre än vårtbjörk.

Produktion

Medeltillväxten hos vårtbjörk ligger som högst på strax över 10 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ för omloppstider på 30–60 år (tabell LÖ2) under nordeuropeiska förhållanden. Detta motsvarar ungefär 5 ton TS av stamvirke om veddensiteten antas vara ca 500 kg m⁻³. Den högsta löpande tillväxten som uppmätts ligger på omkring 18 m³sk ha⁻¹ år⁻¹.^{7,8}

Tabell LÖ2 Under sydsvenska förhållanden uppskattad maximal stammedelproduktion för olika lövträdsarter på goda ståndorter men utan extra tillförsel av näring. Tabellen är till stora delar hämtad från Dahlberg m fl.⁹

Art	Volym (m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹)	Vikt (ton TS ha ⁻¹ år ⁻¹)
Glasbjörk	6–7	3,5
Vårtbjörk	ca 10	ca 5
Klibbal	10–15	3–5
Gråal	15–20	5–7
Asp	ca 12	4–5
Hybridasp	20–25	7–9
Hybridpoppel	25–30	9–10
<i>Salix</i>		10 i praktisk odling

Vårtbjörk växer bättre än glasbjörk på frisk mark. Koivisto¹⁰ uppskattade att glasbjörkens medelproduktion var ungefär 75 % av vårtbjörkens och Hytönen m fl¹¹ bedömde motsvarande siffra till 67 %. På fuktig och organisk mark tycks däremot båda arterna producera ungefär lika mycket.¹²

⁶ Lagerberg, T. 1972. *Kompendium i Trädkännedom. II. Lövträd & Växtgeografi*. Omarbetning av H. Sjör, Skogshögskolans kompendiekommitté, Stockholm. 111 s.

⁷ Braastad, H. 1967. Produktionsstabeller for björk. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 22: 265–365.

⁸ Sonesson, J., Albrektson, A. & Karlsson, A. 1994. Björkens produktion på nedlagd jordbruksmark i Götaland och Svealand. SLU, Inst. f. skogsskötsel, *Arbetsrapport* nr 88, Umeå, 31 s.

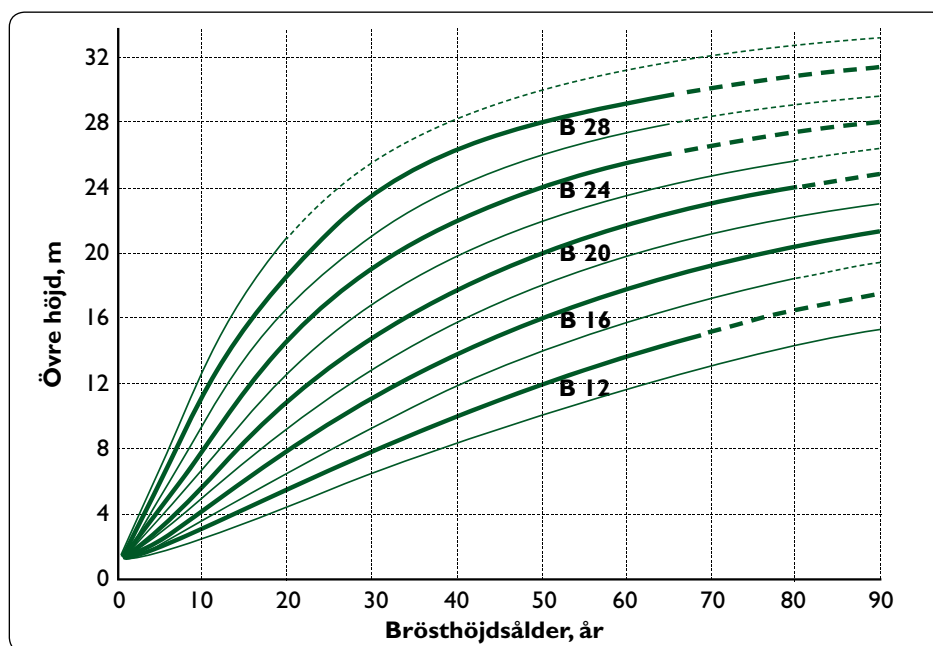
⁹ Dahlberg, A., Egnell, G., Bergh, J., Rytter, L. & Westling, O. 2006. Miljöeffekter av skogsbränsleuttag och askåterföring i Sverige – En syntes av Energimyndighetens forskningsprogram 1997 till 2004. Energimyndigheten, Rapport ER2006:44, Eskilstuna, 211 s.

¹⁰ Koivisto, P. 1959. Growth and yield tables. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(8): 1–49.

¹¹ Hytönen, J., Saramäki, J. och Niemistö, P. 2014. Growth, stem quality and nutritional status of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in pure stands and mixtures. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 438–448.

¹² Karlsson, A., Albrektson, A. & Sonesson, J. 1997. Site index and productivity of artificially regenerated *Betula pendula* and *Betula pubescens* stands on former farmland in southern and central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 256–263.

Höjdtvecklingskurvor där ståndortsindex kan bedömas för björkbestånd finns tillgängliga. De kurvor som utarbetades av Fries¹³ för vårtbjörk i Svealand och södra Norrland har sedermera ersatts med mer generella björkkurvor¹⁴ där båda björkarterna ingår för hela landet (figur LÖ3). I en norsk undersökning framkom stora likheter mellan olika nordiska tillväxtmodeller för bland annat björk och slutsatsen var att det bör gå att ta fram gemensamma nordiska modeller för olika trädslag.¹⁵ För att relatera höjdtvecklingskurvorna till ståndortens bonitet (ideal medelproduktion) gäller ungefär: B18 – 2,5; B22 – 4,9; B26 – 6,7 m³sk ha⁻¹ år⁻¹.



Figur LÖ3 Höjdtvecklingskurvor för vårt- och glasbjörk i Sverige. Referensåldern är 50 år i brösthöjd. Streckade delar av kurvorna betyder att extrapoleringar utförts.¹⁶

Ofta försöker man jämföra produktionen på samma mark för olika trädslag. Björk jämförs vanligen med gran. Resultaten av olika jämförelser varierar. Fries¹⁷ bedömde att vårtbjörk i medeltal producerar 81–87 % av granens produktion i Svealand och södra Norrland. I Norge kom Braastad¹⁸ fram till att vårtbjörk producerar 70–100 % av vad gran förmår. I en senare svensk stu-

¹³ Fries, J. 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Studia Forestalia Suecica* 14: 1–227.

¹⁴ Eriksson, H., Johansson, U. & Kiviste, A. 1997. A site-index model for pure and mixed stands of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 149–156.

¹⁵ Andreassen, K., & Öyen, B.-H. 2011. Comparison of selected Nordic stand growth models for Norway spruce, Scots pine and birch. *Forestry Studies* 55: 46–59.

¹⁶ Källa: Eriksson, H., Johansson, U. & Kiviste, A. 1997. A site-index model for pure and mixed stands of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 149–156.

¹⁷ Fries, J. 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Studia Forestalia Suecica* 14: 1–227.

¹⁸ Braastad, H. 1983. *Forholdet mellom høydebonitet og produksjonsevne for gran, furu og bjørk på samme voksested*. Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket 1983(3): 50–59.

die¹⁹ uppskattas björkens produktion till 40–60 % av granens men här görs ingen åtskillnad på vårt- och glasbjörk, och dessutom jämförs naturligt förnygrad björk med planterad gran. Øyen och Tveite²⁰ beräknade att glasbjörk producerar 23–52 % av granens volym och 60–70 % av tallens.

Det är tydligt att volymproduktionen är lägre för björk än för gran på samma typ av ståndort, men det är också uppenbart att björk har högre veddensitet än gran²¹, vilket minskar skillnaden i produktion om man använder vikt istället för volym.

Det finns stora möjligheter att göra ett effektivt genetiskt urval riktat mot tillväxt och kvalitet hos vårtbjörk och sannolikt även glasbjörk. Det svenska förädlingsprogrammet för vårtbjörk har bland annat resulterat i en fröplantage i södra Sverige som ger plantor med ungefär 15 % högre tillväxt och bättre stamkvalitet än vanligt beståndsfrö.²²

Vad används björken till?

Björkvirket är hårt och tungt och har en god böjstyrka, vilket gör att det är lämpligt som råvara för plywoodindustrin och som golv- och möbelträ. Men det har många andra användningsområden. Det har för det mesta funnits god avsättning för björktimmer av god kvalitet. Det är marginell skillnad mellan virket från glas- respektive vårtbjörk. Glasbjörken anses dock ha rakare fiberriktning och föredras därför i vissa sammanhang. Björktimmer liksom björkfanér har betalats bra, vilket har varit viktigt för att få lönsamhet i björkskogsbruk.

Björkvirket är även eftertraktat som massaved. Fibern är betydligt kortare än granfibern (1–1,5 mm jämfört med drygt 3,5 mm), vilket innebär att drag- och rivhållfastheten är lägre hos björkmassan. Men den har högre opacitet (ogenomsynlighet) och ger mycket goda tryckegenskaper. Björkveden ger också ett högre utbyte än barrved med nuvarande kokteknik då den dels har högre densitet och dels ger ett högre utbyte per viktsenhet.

På senare tid har björk börjat användas för att producera textilmassa, så kallad dissolvingmassa, som bland annat används för att producera tyg av viskos²³.

Björken är sedan långt tillbaka välkänd och uppskattad som brännved. Även på senare tid har folk uttalat sig lyriskt om björkens förträfflighet för detta – ”att hugga lagom grov glasbjörk en riktigt kall vinterdag är ett rent nöje”.²⁴

¹⁹ Ekö, P.-M., Johansson, U., Petersson, N., Bergqvist, J., Elfving, B. & Frisk, J. 2008. Current growth differences of Norway spruce (*Picea abies*), Scots pine (*Pinus sylvestris*) and birch (*Betula pendula* and *Betula pubescens*) in different regions in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23: 307–318.

²⁰ Øyen, B.-H. & Tveite, B. 1998. En sammenligning av høydebonitet og produksjonsevne mellom ulike treslag på samme voksested i Vest-Norge. *Rapport fra skogforskningen* 15/98: 1–32.

²¹ Rytter, L. 2004. *Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 62 s.

²² 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.

²³ Se till exempel: <http://www.sodra.com/sv/Massa/Vara-massaprodukter/Textilmassa/>

²⁴ Drakenberg, B. 1991. *Kompendium i skoglig lövträds-kännedom*. SLU, Institutionen för ståndortslära, Umeå, 74 s.

Björk används även inom slöjd och hobbyverksamhet. Björknäver har använts till bland annat taktäckning och används fortfarande till korgar och näverslöjd. Nävertäkt medför att kambiezonen kan skadas och bör därför endast ske på träd som ska avverkas. Masurbjörk är en form som fått fiberstörningar i veden men som utbildar vackra mönster som är populära i möbler och slöjdartiklar.

Vanliga skador och problem

I stort sett alla lövträdslag, liksom ett flertal barrträd, riskerar att få betydande betes- och fejningsskador i viltrika trakter. Björk är inget undantag utan får betraktas som normalt attraktiv för viltet, vilket inverkar negativt på virkeskvaliteten²⁵.

När det gäller insektsskador är det framför allt unga björkar som ibland kaläts av diverse insektsarter. Ett specifikt insektsproblem för björk är björkbastflugan (*Phytobia betulae*), vars larver missfärgar sågbart virke. Skadorna syns oftast på solexponerade träd. Bålgetingar (*Vespa rabo*) och klubbhornsteklar (*Cimbicidae*) kan försämra kvaliteten hos björk i bestånd där de kaläter toppskotten, vilket leder till krökar och flerstammighet. Björksplintborren (*Scolytus ratzeburgi*) angriper försvagade björkar. Den förorsakar bland annat vertikala rader med hål i barken.

Vissa år är björkrost (*Melampsoridium betulinum*) vanlig på björkarnas blad. Björkarna tappar de gulnande bladen tidigare men tar normalt inte skada av detta även om motståndskraft och tillväxt tillfälligt sätts ned. Gräsrika planteringar kan drabbas av basfläcksjuka som beror på svampangrepp av bland annat *Godronia multisporea* och *Fusarium* spp. och som i vissa fall kan leda till att plantor dör.

Asp

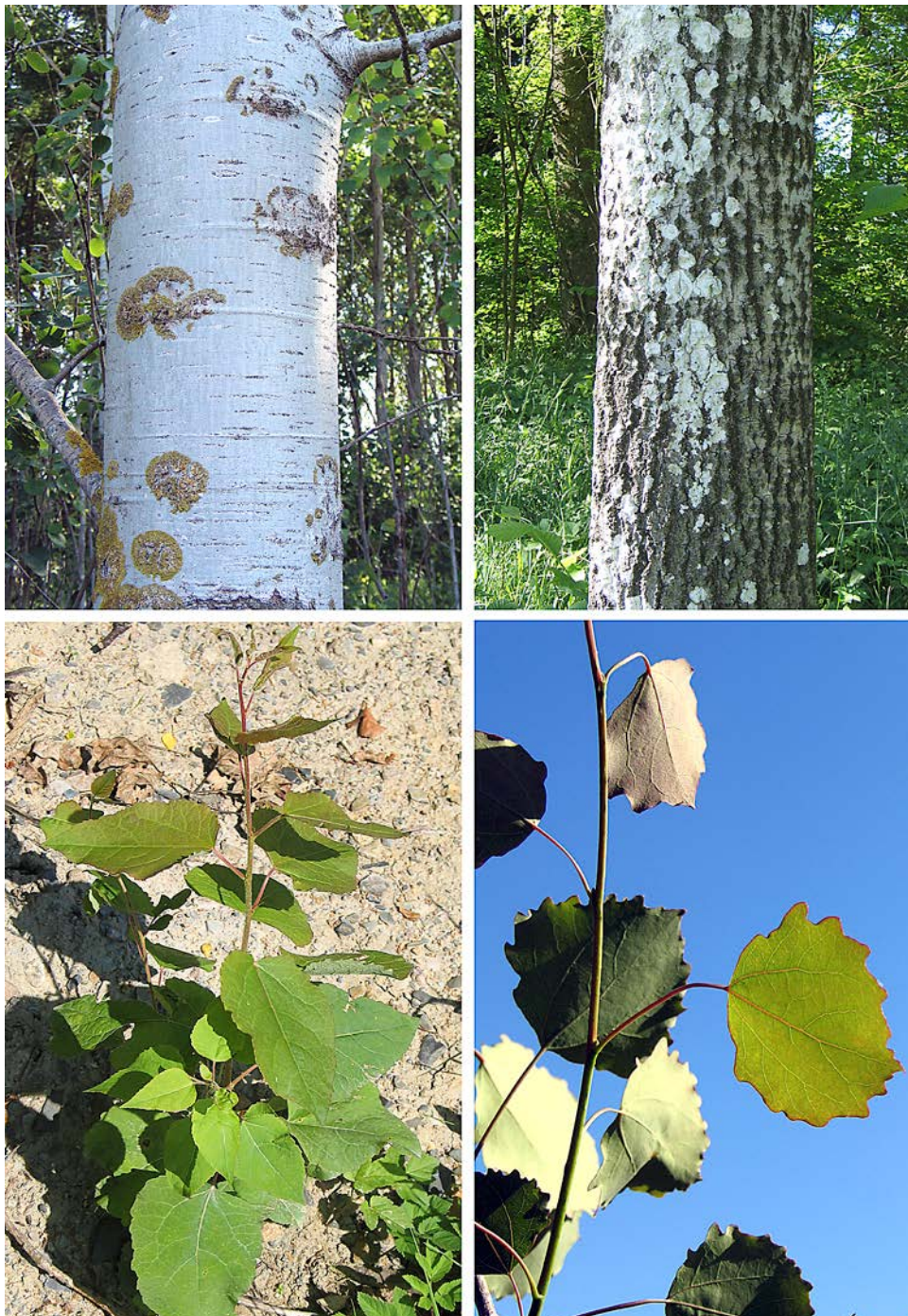
Arter

Släktet *Populus* har en inhemsk representant i Sverige, den europeiska aspen (*Populus tremula* L.). Den finns allmänt spridd över landet och förekommer även över hela Europa och stora delar av norra Asien. Det är emellertid inte ovanligt att man träffar på andra poppelarter i Sverige. Dessa är dock importerade från Europa, Nordamerika eller Asien. De vanligaste är svartpopplar (*P. nigra* L., *P. deltoides* Marshall), balsampopplar (*P. balsamifera* L., *P. trichocarpa* T. & G.) och vitpoppel (*P. alba* L.) samt hybrider mellan dem. Det är framförallt i bebodda trakter och i anslutning till åkermarker som dessa brukar finnas. Dickmann och Kuzovkina²⁶ beskriver utförligt systematiken och arterna inom släktet *Populus*. Det finns även en asphybrid som är en korsning mellan europeisk asp och nordamerikansk asp (*P. tremuloides* Michx.). Denna hybridasp (*P. tremula* L. x *P. tremuloides* Michx.) är ett lämpligt alternativ till odling av vanlig asp då den växer betydligt bättre men för övrigt är mycket likartad.

²⁵ Härkönen, S., Pulkkinen, A. & Heräjärvi, H. 2009. Wood quality of birch (*Betula* spp.) trees damaged by moose. *Alces* 45: 67–72.

²⁶ Dickmann, D.I. & Kuzovkina, J. 2014. Poplars and willows of the world, with emphasis on silviculturally important species. In: Isebrands, J.G. & Richardson, J. (eds.) *Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment*, FAO and CABI, Rome & Boston, s. 8–91.

Aspen känns lätt igen på de runda mogna (adult) bladen med grov mjuk tandning (figur LÖ4). De unga (juvenila) bladen är däremot triangulära. Bladskriften är platta, vilket förklarar varför det rasslar i kronan när det blåser. Aspen har inledningsvis en slät grönaktig bark som så småningom blir mer grå och skorpartad.



Figur LÖ4 Aspens unga stam och juvenila blad (t v), samt äldre stam och adulta blad (t h). Foto Lars Rytter.

Ekologiska krav

Aspen är en typisk pionjär med snabb tillväxt i ungdomen (de första 20 åren) och jämförelsevis kort ekonomisk omloppstid. Asp föredrar goda ståndorter såsom finjordshaltig morän med översilande vatten och mark-pH på omkring 5²⁷, men klarar även sämre ståndorter. Markkraven påminner i stor utsträckning om granens. Ett tecken på att aspen mår bra är att den grönaktiga barken behålls upp till hög ålder och för att detta ska ske behöver marken vara av minst lågörttyp.²⁸

Eftersom rotskott är den vanligaste förnyngringsformen för asp uppstår ofta mindre trädslagsrena aspbestånd eller dungar som består av en eller ett fåtal kloner.

Asparna tycks tåla ljuskonkurrens bättre än björk²⁹ och tål därför också att stå något tätare. Dessutom verkar asp ha god förmåga att skikta sig.

Produktion

Den vanliga aspens medeltillväxt kan nå upp till ungefär 12 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ på goda marker (tabell LÖ2). Den högsta nivå som presenterats för ”normal” skogsodling ligger på knappt 15 m³sk ha⁻¹ år⁻¹.³⁰ Nivån är sålunda något högre än för vårtbjörk, men då virket är lättare, knappt 400 jämfört med björkens ca 500 kg TS m⁻³, blir biomassaproduktionen något lägre.

Tillväxten hos hybridasp är betydligt högre än hos vanlig asp. Det äldre odlingsmaterial som togs fram under 1950- och 60-talen har producerat drygt 15 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ i medeltal³¹ medan det material som planterades under 1980-talet ger ungefär 20 m³sk ha⁻¹ år⁻¹.^{32,33} (figur LÖ5). Ett urval av klonerna från 80-talet finns kommersiellt tillgängliga och bedöms kunna höja nivån ytterligare upp mot 25 m³sk ha⁻¹ år⁻¹.³⁴

²⁷ Lu, E.-Y. & Sucoff, E.I. 2001. Responses of *Populus tremuloides* seedlings to solution pH and calcium. *Journal of Plant Nutrition* 24: 15–28.

²⁸ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

²⁹ Rytter, L. 2013. Growth dynamics of hardwood stands during the precommercial thinning phase – Recovery of retained stems after competition release. *Forest Ecology and Management* 302: 264–272.

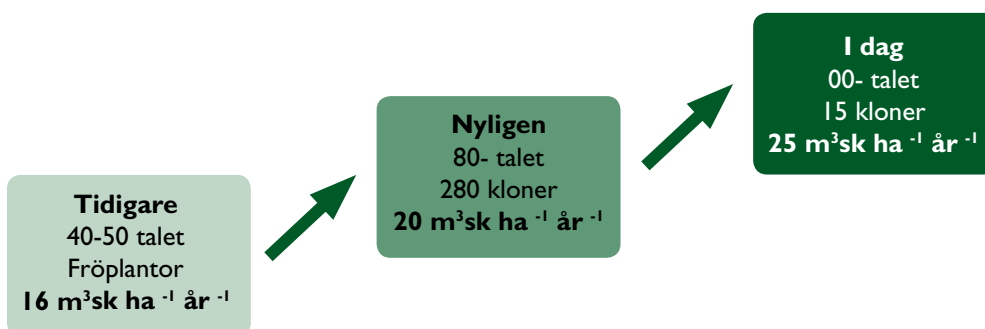
³⁰ Opdahl, H. 1992. Bonitet, vekst og produksjon hos osp (*Populus tremula* L.) i Sør-Norge. *Meddelelser fra Skogforsk* 44.11: 1–44, NISK & NLH, Ås, Norge.

³¹ Elfving, B. 1986. Odlingvärdet av björk, asp och al på nedlagd jordbruksmark i Sydsverige. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5/86: 31–41.

³² Rytter, L. & Stener, L.-G. 2005. Productivity and thinning effects in hybrid aspen (*Populus tremula* L. x *P. tremuloides* Michx.) stands in southern Sweden. *Forestry* 78: 285–295.

³³ Rytter, L. & Stener, L. 2014. Growth and thinning effects during a rotation period of hybrid aspen in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* (<http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2014.968202>).

³⁴ Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* x *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.



Figur LÖ5 Resultatet av det genetiska förädlingsarbetet på hybridaspens produktion i södra Sverige. Från det inledande odlingsmaterialet har det visats att medeltillväxten i bestånd på bättre marker når ca 15 m³sk ha⁻¹ år⁻¹. Från material utvalt under 1980-talet, och som ofta finns i dagens odlingar, kan man förvänta sig omkring 20 m³sk. Då man väljer de 15 bästa klonerna, vilket är det odlingsmaterial som används idag vid nyanläggning, visar beräkningar att man når ca 25 m³sk år⁻¹ i medeltillväxt.³⁵

Andra poppelarter, och inte minst hybridpopplar, har rapporterats producera ännu mer stamvolym än hybridasp (tabell LÖ2). Ofta är det siffror från utlandet som inte helt enkelt går att jämföra med våra inhemska tillväxtsiffror, men det finns exempel från Sverige där medelproduktionen uppskattats till omkring 10 ton TS stamved ha⁻¹ år⁻¹ (>25 m³sk ha⁻¹ år⁻¹)^{36,37}. Stener har också visat att vissa poppelkloner växer bättre än hybridasp på samma lokal.³⁸

Höjdtvecklingskurvor för asp har utarbetats av Johansson³⁹ i Sverige. Kurvorna (figur LÖ6) gäller för asp över hela Sverige. Vid översättning av höjdtvecklingskurvorna till ståndortens bonitet gäller ungefär: Asp11 – 2,0; Asp17 – 5,5; Asp23 – 11,1 m³sk ha⁻¹ år⁻¹.

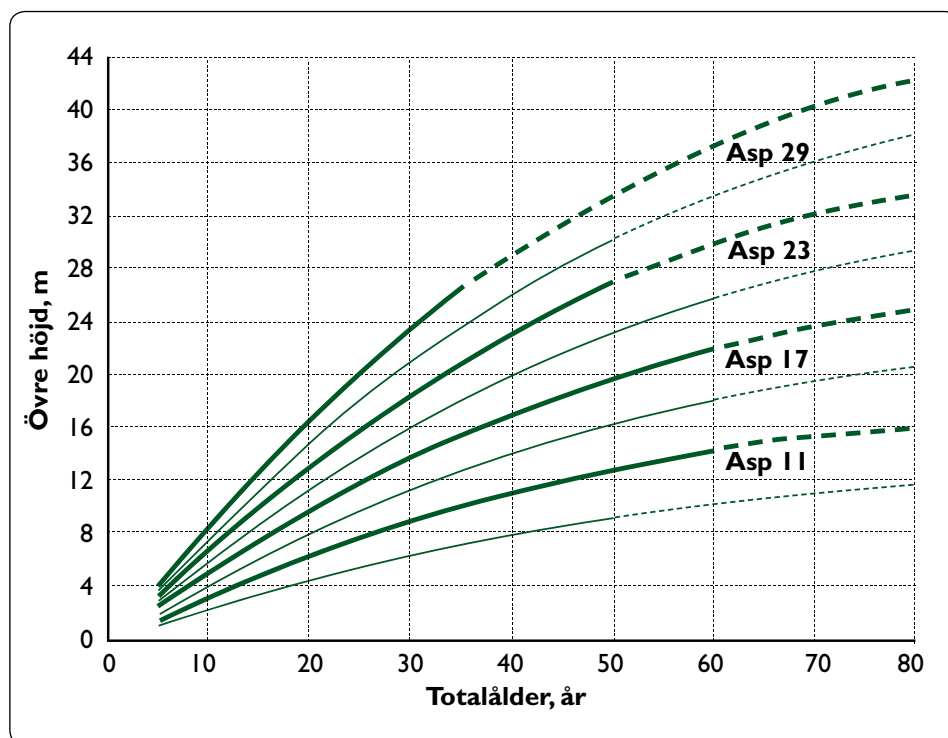
³⁵ Källa: Tullus, A., Rytter, L., Tullus, T., Weih, M. & Tullus, H. 2012. Short-rotation forestry with hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) in Northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 10–29.

³⁶ Christersson, L. 2010. Wood production potential in poplar plantations in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 34: 1289–1299.

³⁷ Johansson, T. & Karačić, A. 2011. Increment and biomass in hybrid poplar and some practical implications. *Biomass and Bioenergy* 35: 1925–1934.

³⁸ Stener, L.-G. 2004. *Resultat från sydsvenska klontester med poppel*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 571, Uppsala, 27 s.

³⁹ Johansson, T. 1996a. Site index curves for European aspen (*Populus tremula* L.) growing on forest land of different soils in Sweden. *Silva Fennica* 30: 437–458.



Figur LÖ6 Höjdutvecklingskurvor för asp i Sverige. Referensåldern är 40 års totalålder. Streckade delar av kurvorna betyder att extrapoleringar utförts⁴⁰.

För släktet *Populus* är det allmänt förekommande att odlingar även anläggs och drivs som skottskogsbruk med höga stamantal och korta omloppstider. Produktionssiffrorna blir då mycket höga. Liesebach m fl⁴¹ rapporterade för hybridasp en medelproduktion av ovanjordisk biomassa på över 12 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ under en 10-årsperiod. Rytter⁴² uppmätte en medelproduktion på 9,5 ton TS vedbiomassa ha⁻¹ år⁻¹ de fyra första åren efter avverkning av föregående trädgeneration med hybridasp. Lee⁴³ och Pontailier m fl⁴⁴ rapporterade över 20 ton TS för hybridpoppel som ett medeltal över flera korta omloppstider medan man i en italiensk studie⁴⁵ erhöll högsta produktion (>16 ton TS ha⁻¹ år⁻¹) vid 3-åriga omdrev med poppel.

⁴⁰ Källa: Johansson, T. 1996a. Site index curves for European aspen (*Populus tremula* L.) growing on forest land of different soils in Sweden. *Silva Fennica* 30: 437–458.

⁴¹ Liesebach, M., Wuehlisch, G. von & Muhs, H.-J. 1999. Aspen for short-rotation coppice plantations on agricultural sites in Germany: Effects of spacing and rotation time on growth and biomass production of aspen progenies. *Forest Ecology and Management* 121: 25–39.

⁴² 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.

⁴³ Lee, D.K. 1988. *Leaf biomass yield and coppice growth of poplar hybrids*. Swedish University of Agricultural Sciences, Energy Forestry Project, Report No. 44, Uppsala, 21 s.

⁴⁴ Pontailier, J.Y., Ceulemans, R. & Guittet, J. 1999. Biomass yield of poplar after five 2-year coppice rotations. *Forestry* 72: 157–163.

⁴⁵ Nassi o di Nasso, N., Guidi, W., Ragolini, G., Tozzini, C. & Bonari, E. 2010. Biomass production and energy balance of a 12-year-old short-rotation coppice poplar stand under different cutting cycles. *GCB Bioenergy* 2: 89–97.

Vad används aspen till?

Aspveden är lätt och nästan vit med korta fibrer. Den lämpar sig väl för framställning av pappersmassa där dess egenskaper för tillverkning av högkvalitativt tryckpapper uppskattas⁴⁶.

Virket är också mjukt, elastiskt och poröst. Det går lätt att impregnera och ytbehandla. Därför används det vid framställning av plywood och framförallt vid tillverkning av tändstickor. Aspvirket används också inom konsthantverket till bland annat modellbyggeri, korgar och träsniderier.

Aspvirket går dessutom mycket bra att använda som panel både in- och utvändigt (figur LÖ7), och inte minst i bastun. Detta har inte varit ett vanligt användningsområde i Sverige, men asppanel är en välkänd produkt i Norge.⁴⁷ Anledningen till att asp används i liten utsträckning i Sverige kan bland annat vara att utbudet och kvaliteten är ojämna, något som definitivt hindrar en industriell satsning.

I framtiden är det troligt att virke från släktet *Populus* kommer att användas till helt andra produkter än hittills. Försök pågår bland annat för att initiera och förbättra användningen av poppelvirke i bränslesektorn.^{48,49,50}



Figur LÖ7 Ytterpanel av asp. Foto Träcentrum, Nässjö.

⁴⁶ Laipio, M. 1997. Galerie Fine starts a renaissance in aspen use – Metsä-Serla's new paper saves users money. *Finnish Business Report* 6–97: 26–27.

⁴⁷ Frivold, L.H. (ed.) 1988. *Osp i husbyggingen*. Norges landbrukshøgskole, Ås, 26 s.

⁴⁸ Falk, M. 2008. Tyst. Grön. Effektiv. Drivs framtidens bil med el från poppelplantager? *SkogsVärden* 2/2008: 6–7.

⁴⁹ Sannigrahi, P. & Ragauskas, A.J. 2010. Poplar as a feedstock for biofuels: A review of compositional characteristics. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining* 4: 209–226.

⁵⁰ González-García, S., Moreira, M.T., Feijoo, G. & Murphy, R.J. 2012. Comparative life cycle assessment of ethanol production from fast-growing wood crops (black locust, eucalyptus and poplar). *Biomass and Bioenergy* 39: 378–388.

Vanliga skador och problem

Aspens största skadeproblem är dess begärlighet för älg och rådjur. Betning och barkfläkning kan på sina ställen vara mycket vanligt och allvarligt.⁵¹ Generellt sett rekommenderas därför stängsel. På mullrik mark och mark med mycket gräsvegetation förekommer sorkskador.

Aspen är frosthärdig men angrips ofta av svamp och insekter. Angrepp av svampen *Entoleuca mammata* (tidigare *Hypoxylon mammatum*) är vanliga och visar sig som stamkräfta. Ett liknande angrepp på grenar kallas kronbrand och brukar hänföras till *Leucostoma niveum* men kan också vara orsakad av *Entoleuca*. Vid förädlingsarbetet med hybridasp väljer man följaktligen ut kloner som visar motståndskraft mot svampangrepp.⁵² Aspskorv (*Venturia macularis*) kan förorsaka vissnesjuka på unga aspar. Aspen är också mellanvärd för knäcksjuka (*Melampsora pinitorqua*) som förorsakar stora skador på tall men hybrid Aspen är mindre mottaglig för sjukdomen varför en satsning på hybrid Aspen inte ökar risken för knäcksjuka på tall.⁵³ Hos popplar är även bladrost *Melampsora* ett vanligt problem som sätter ned tillväxt och vitalitet.

Aspglansbaggens (*Chrysomela populi*) larver kan ibland kaläta unga aspar, och större respektive mindre aspvedbocken (*Saperda carcharias* respektive *S. populnea*) förorsakar gångar i centrum av och ansvällningar på stam respektive grenar på yngre aspar. Detta kan medföra röta, och att stam eller grenar knäcks.

Äldre träd drabbas också av stamröta. Problemet torde dock minska avsevärt vid aktiv aspskötsel med omloppstider på 50–60 år, eller på 20–30 år för hybridasp och poppel.

Al

Arter

Alarna tillhör liksom björkarna familjen *Betulaceae* och är extrema pionjärträd. I Sverige finns naturligt två arter, klibbal (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.) och gråal (*A. incana* [L.] Moench.). De skiljs lättast åt genom att klibbalen har urnupna bladtoppar medan gråalen har spetsiga blad (figur LÖ8). Dessutom bildar klibbalen skorp bark redan i tidig ålder medan gråal har en relativt slät grå bark hela livet ut.

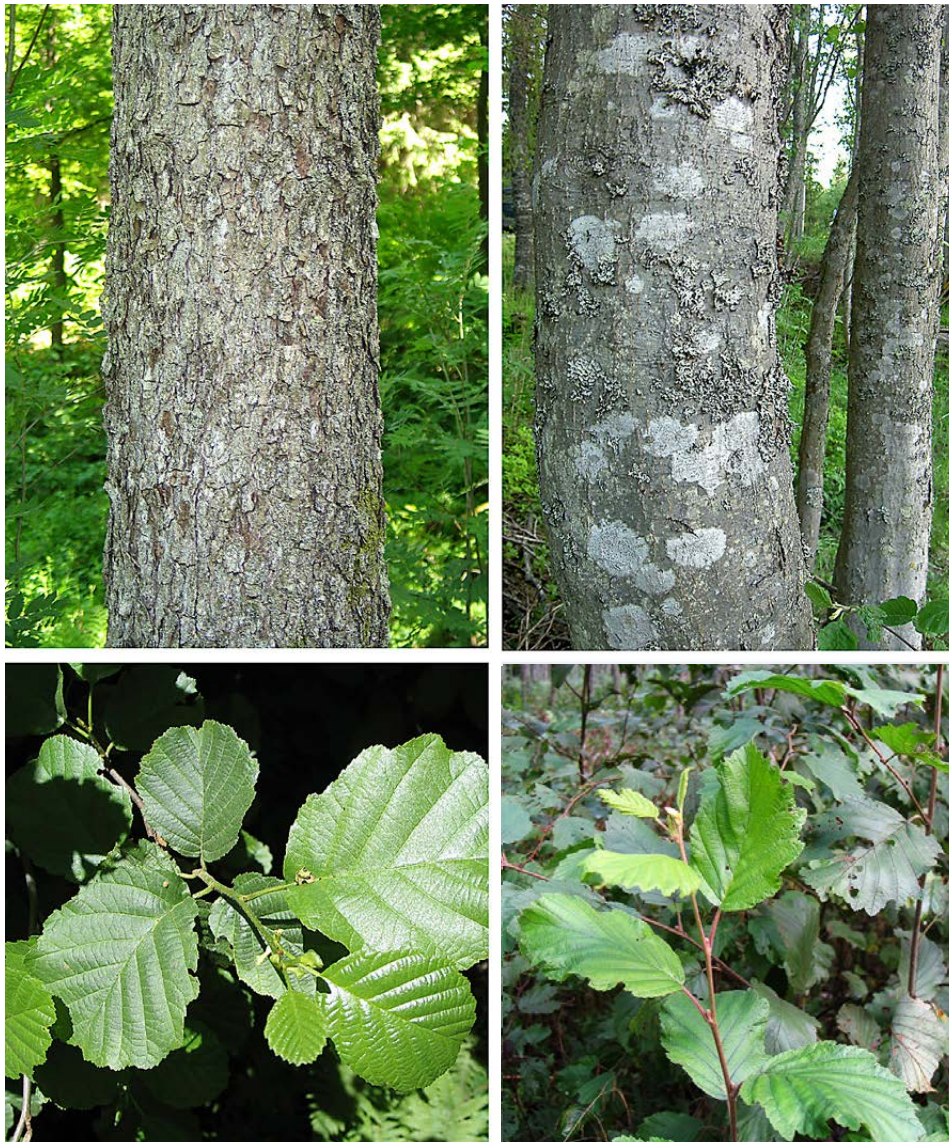
Klibbalen finns huvudsakligen i Götaland och Svealand, men förekommer sporadiskt även längs Norrlandskusten. Gråalen har en nordligare förekomst och påträffas allmänt i Norrland och Svealand men dessutom även i inre Götaland. Förekomsten av respektive art avslöjar också hur de invandrat till vårt land. Klibbalen har kommit söderifrån medan gråalen invandrat från nordost. Hos alarna blir själva träden

⁵¹ Härkönen, S., Eerikäinen, K., Lähteenmäki, R. & Heikkilä, R. 2008. Does moose browsing threaten European aspen regeneration in Koli National Park, Finland? *Alces* 44: 31–40.

⁵² Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.

⁵³ Bernhold, A., Fjellborg, Å., Löfstrand, M., Kassfeldt, E. & Hansson, P. 2009. Aspsly sprider mer knäcksjuka än stora naturvårdsaspar – och hybridasp är mindre infekterad än inhemsk asp. SLU, Fakta Skog nr 2, Uppsala, 4 s.

inte särskilt gamla, klibbalen sällan mer än 120 år och gråalen knappast äldre. Däremot kan stubbarna, åtminstone av klibbal, bli gamla och värdefulla för den biologiska mångfalden. De kallas socklar och kan nå avsevärda dimensioner. I Norrland lär alarna kunna bli äldre än vad som angivits ovan.



Figur LÖ8 Stam och blad av klibbal (t v) och gråal (t h).

Foto Lars Rytter (klibbal), C. Fries (gråal).

Korsningar mellan de båda alarterna och även med den nordamerikanska rödalen (*A. rubra* Bong.) har visat god tillväxt hos vissa korsningar.^{54,55} Kunskapen om hybriderna är emellertid begränsad och de har ännu inte kommit ut till kommersiell användning.

⁵⁴ Stener, L.-G. 2007. *Utvärdering av sydsvenska avkommeförsök med klibbal*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 649, Uppsala, 43 s.

⁵⁵ Stener, L.-G. 2013. *Plusträdskloner av klibbal*. Skogforsk, Avelsvärden nr 144, Uppsala, 24 s.

Alarna ordnar sitt kväve själva

Till skillnad från alla andra av våra naturligt förekommande träd har alar förmågan att förse sig själva med kväve från luften. Detta sker i symbios med en aktinomycet (bakterie) från släktet *Frankia*. På alarnas rötter utbildas knölar (figur LÖ9) i vilka kvävebindningen sker. Symbiosen är till nytta för båda parter då aktinomyceten får energi i form av kolhydrater från alen och alen får tillgängligt kväve från aktinomyceten. Storleken av kvävefixeringen varierar men kan uppgå till ca 100 kg N ha⁻¹ år⁻¹ för våra inhemska alarter^{56,57}. Storleken på fixeringen av luftens kvävemolekyler indikerar att alarna kan betraktas som självförsörjande på kväve. Det tycks som om alla alarter lever i symbios med *Frankia*⁵⁸ och dessutom att de flesta trädindivider blir infekterade. Vid odling i plantskola bör man dock för säkerhets skull förse plantorna med *Frankia* innan de planteras ut.



Figur LÖ9 Kvävefixerande rotknöl hos klibbal. Foto Lars Rytter.

En effekt av den goda kväveförsörjningen är att kväve ej behöver retranslokeras från bladen på hösten. Följaktligen faller bladen gröna hos såväl klibbal som gråal.

De höga produktionsökningar som erhålls genom gödsling och samtidigt de höga kostnader detta för med sig gör att man försökt kvävegödsla skogsbestånd genom att samodla al med ett annat trädslag. Detta har givit ökad tillväxt, men samtidigt medfört problem med konkurrens mellan

⁵⁶ Binkley, S. 1981. Nodule biomass and acetylene reduction rates of red alder and Sitka alder on Vancouver Island, B.C. *Canadian Journal of Forest Research* 11: 281–286.

⁵⁷ Rytter, L. 1996. Grey alder in forestry: a review. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, Supplement No. 24: 61–78.

⁵⁸ Bond, G. 1976. The results of the IBP survey of root-nodule formation in non-leguminous angiosperms. In: Nutman, P.S. (ed.) *Symbiotic Nitrogen Fixation*, IBP 7, Cambridge University Press, London, s 443–474.

arterna.^{59,60,61} Det krävs att alarna förblir i det dominerande kronskiktet i tillräckligt antal om de ska kunna bidra till kväveförsörjningen samtidigt som det andra trädslaget måste ges plats att utvecklas. Därför har denna typ av samodling ännu inte blivit något vanligt odlingsalternativ.

Ekologiska krav

Klibbal kräver god vattentillgång på näringsrika och mullrika jordar för att bäst komma till sin rätt. Den växer bra på mycket fuktiga marker och tål även att marken tidvis är översvämmad. Gråal behöver inte lika fuktiga marker som klibbal även om den föredrar fuktiga och näringsrika lokaler. Den kan också växa på magrare och torrare marker. Åtminstone gråalen tål pH-värden i marken på ner till 4 utan att det negativt påverkar tillväxten.⁶² Gråal har lägre krav på temperatur och vattentillgång än klibbal men tål inte i samma utsträckning stående vatten med begränsad tillgång på syre.

Båda alarterna är pionjärträd och därmed ljuskrävande. De kräver därför en tidig friställning för att kunna utvecklas till grova träd.

Produktion

En jämförelse av tillväxten mellan klibbal och gråal visar att gråalen växer snabbare i ungdomen, upp till ca 25 års ålder. Därefter tycks klibbal ha en mer uthållig tillväxt.⁶³ Tillväxtnivån på goda marker vid konventionellt skogsbruk verkar ligga på drygt 10 m³sk ha⁻¹ år⁻¹.⁶⁴ Klibbalens omloppstid har uppskattats till ca 50 år och med tanke på gråalens snabbare ungdomstillväxt torde dess omloppstid bli kortare. Å andra sidan är det sannolikt att även klibbalens omloppstid kan kortas om den sköts och därmed kan utvecklas bättre. I litteratur från senare år föreslås en omloppstid på 15–20 år för gråal då odlingen inriktas på energived.^{65,66,67}

⁵⁹ Burgess, D. & Hendrickson, O. 1988. Early development of poplar and willow clones interplanted with alder. Proceedings of the 10th North American Forest Biology Workshop *Physiology and Genetics of Reforestation*, Vancouver, B.C. July 10-12, 1988, s 212–219.

⁶⁰ Melzer, E.W. 1990. Planting of *Alnus incana* (L.) Moench. for melioration of old pine stand on poor sites. *Forstarchiv* 61: 234–237. På tyska.

⁶¹ Moffat, A.J., Roberts, C.J., McNeill, J.D. 1989. *The use of nitrogen-fixing plants in forest reclamation*. Forestry Commission Research Division, Research Information Note 158, Wrecclesham, Surrey, 3 s.

⁶² Ericsson, T. & Lindsjö, I. 1981. *Tillväxtens pH-beroende hos några energiskogsarter*. SLU, Projekt energiskogsodling, Teknisk Rapport nr 11, Uppsala, 7 s.

⁶³ Ljunger, Å. 1972. *Artkorsning och polyploidförädling inom släktet Alnus*. Skogshögskolan, Inst. f. Skogsgenetik, Stockholm, 71 s.

⁶⁴ Rytter, L. 2004. *Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 62 s.

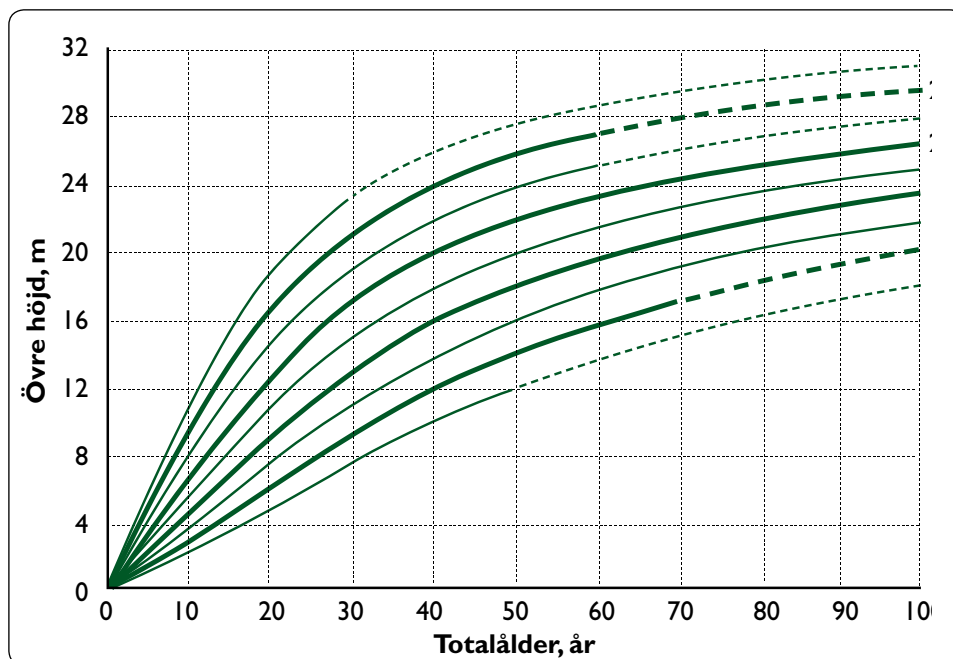
⁶⁵ Aosaar, J., Varik, M. & Uri, V. 2012. Biomass production potential of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) in Scandinavia and Eastern Europe: A review. *Biomass and Bioenergy* 45: 11–26.

⁶⁶ Tullus, H., Tullus, A. & Rytter, L. 2013. Short-rotation forestry for supplying biomass for energy production. In: *Forest BioEnergy Production* (Kellomäki, S., Kilpeläinen, A. & Alam, A. eds.), pp. 39–56. Springer Science+Business Media, New York.

⁶⁷ Uri, V., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Ligi, K., Padari, A., Kanal, A. & Lõhmus, K. 2014. The dynamics of biomass production, carbon and nitrogen accumulation in grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) chronosequence stands. *Forest Ecology and Management* 327: 106–117.

Alsläktet har visat sig vara högproduktivt i skottskogsbruk. Medeltillväxt för sådan gråalskog har nått 8–9 ton TS stamved $\text{ha}^{-1} \text{år}^{-1}$.^{68,69} Tåta klibbalbestånd har uppvisat liknande tillväxtnivåer.

Höjdtutvecklingskurvor har utvecklats för både klibbal (figur LÖ10) och gråal (figur LÖ11).⁷⁰ Kurvorna gäller för hela landet där respektive art förekommer. Vid översättning av höjdtutvecklingskurvorna till ståndortens bonitet gäller för klibbal ungefär: $H_{40} 16 - 4,5$; $H_{40} 19 - 6,5$; $H_{40} 23 - 8,5 \text{ m}^3 \text{sk ha}^{-1} \text{år}^{-1}$.



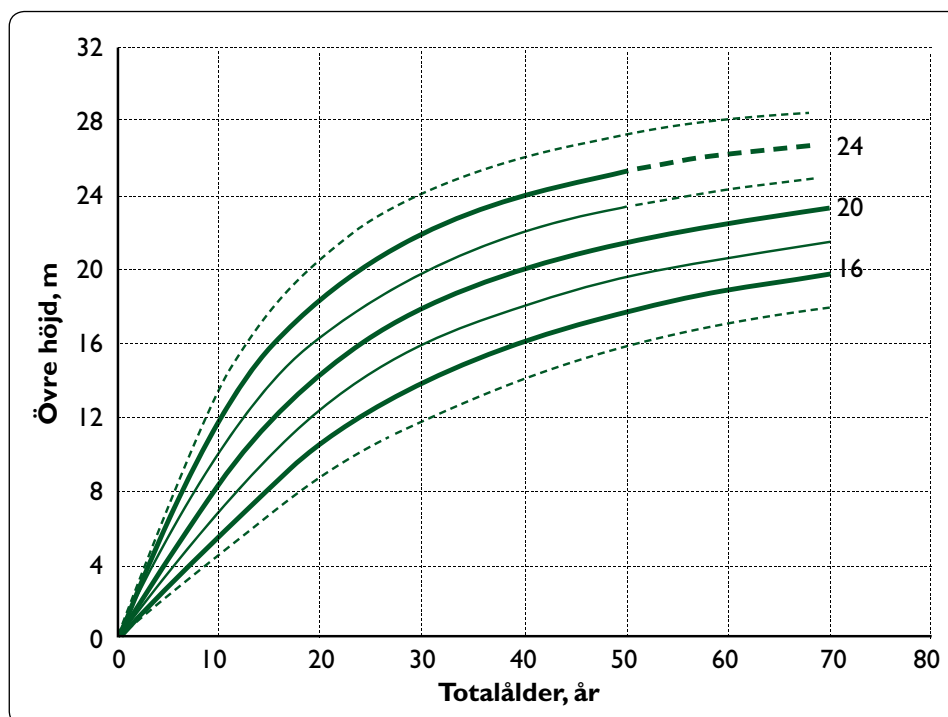
Figur LÖ10 Höjdtutvecklingskurvor för klibbal i Sverige. Referensåldern är 40 år som totalålder. Streckade delar av kurvorna betyder att extrapolering utförts⁷¹.

⁶⁸ Rytter, L. 2004. *Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 62 s.

⁶⁹ Aosaar, J., Varik, M. & Uri, V. 2012. Biomass production potential of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) in Scandinavia and Eastern Europe: A review. *Biomass and Bioenergy* 45: 11–26.

⁷⁰ Johansson, T. 1999. Site index curves for common alder and grey alder growing on different types of forest soil in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 441–453.

⁷¹ Johansson, T. 1999. Site index curves for common alder and grey alder growing on different types of forest soil in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 441–453.



Figur LÖ11 Höjdtvecklingskurvor för gråal i Sverige. Referensåldern är 40 år som totalålder. Streckade delar av kurvorna betyder att extrapoleringar utförts.⁷²

Vad används alen till?

Alvirket är lätt, veddensiteten ligger vanligen i intervallet 350–370 kg TS m⁻³ för båda arterna⁷³, och det är lätt att bearbeta. Därför har det använts till hushållsföremål, trätofflor, träsnickerier och trådrullar. Det är huvudsakligen klibbal som nyttjats medan gråalvirket kan betraktas som en oanvänd resurs. En välkänd nisch för klibbalved är att använda den vid rökning av strömming. Konjunkturerna för sågvirke av klibbal har varierat. På slutet av 1980-talet var avsättningsmöjligheterna dåliga men har sedan dess blivit bättre. Sågtimmer av klibbal har kommit mer till användning, framförallt inom möbelindustrin. Trenderna mellan mörkt och ljus virke slår emellertid hårt, speciellt som alvirket än så länge, på grund av sin röda färg, inte ses som en tillgång inom massaindustrin. Bortsett från den röda färgen skulle emellertid alvirket passa utmärkt till pappersmassa⁷⁴, varför det är viktigt att lösa problemen kring miljövänlig blekning.

⁷² Källa: Johansson, T. 1999. Site index curves for common alder and grey alder growing on different types of forest soil in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 441–453.

⁷³ Rytter, L. 2004. *Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 62 s.

⁷⁴ Berggren, H., Christersson, L., Fineman, J., Hulteberg, A., Sjunnesson, S. & Werner, M. 1994. *Svensk lövvedsråvara – en förstudie*. En analys finansierad av SLF, NUTEK och SJFR, 56 s.

Vanliga skador och problem

Alarna betas sällan av vilt, däremot kan fejningsskador förekomma. De kan också drabbas av svampangrepp, i yngre ålder av grentorka (*Cryptospora suffusa*), men senare också av eldticka (*Phellinus ignarius*) och fnösketicka (*Fomes fomentarius*). Dessa svampar ger röta i stammen.

Hubbes⁷⁵ redovisade sjukdomar och risker inom alsläktet. De allvarligaste ansågs vara rostsvamparna *Melampsoridium alni* och *M. betulinum*. Men de bedömdes inte hota möjligheterna att använda al i snabbväxande plantager, än mindre i konventionellt skogsbruk.

Sedan dess har en ny svampskada uppträtt på klibbal. Den orsakas av *Phytophthora* och sprids längs vattendrag. Det är en vissnesjuka som upptäcktes på al i England 1993⁷⁶. Den leder ofta till att träden så småningom dör. Den har på senare tid spritt sig även till Sverige och anses som mycket allvarlig och har därför uppmärksamats på europeisk nivå. Klibbal anses vara mer mottaglig för svampen än gråal.

Alarnas blad kan ibland ätas av ett antal insekter, främst allövbaggen (*Agelastica alni*). En annan alspecialist är alviveln (*Cryptorrhynchus lapathi*) vars larver lever i bast och bark.

⁷⁵ Hubbes, M. 1983. A review of the potential diseases of *Alnus* and *Salix* in energy plantations. FE/IEA, PG'B' *Biomass Growth and Production*, Report No. 5, University of Toronto, Canada, 35 s.

⁷⁶ Webber, J., Gibbs, J. & Hendry, S. 2004. *Phytophthora disease of alder*. Forestry Commission, Information Note 6, Edinburgh, UK, 6 s.

Föryngring

Föryngring av skogsbestånd kan ske på tre sätt: naturlig föryngring, sådd och plantering. Den naturliga föryngringen kan i sin tur ske antingen reproduktivt med hjälp av frön eller vegetativt i form av stubb- eller rotskott. För de ordinära lövträden finns många möjligheter och de olika trädslagen har olika förutsättningar.

Björk kan med framgång föryngras på samtliga tre sätt. Det är lätt att föryngra den naturligt via frö eller genom stubbskott. Björken producerar mycket frö men fröspridningen avklingar snabbt med avståndet från fröträdet. Eftersom stubbskott generellt sett får en sämre kvalitet än fröplantor bör de senare gynnas. Sådd av björk är också en möjlig metod på såväl skogs- som åkermark. Plantering ger möjlighet att odla bra och vital björk genom att använda förädlad odlingsmaterial. Intresset för att plantera björk har emellertid varit lågt under de senaste decennierna⁷⁷, och det har varit vanligast att plantera björk på jordbruksmark. Problem med viltskador är en avgörande faktor för det låga intresset. Björk är det enda lövträd där det finns lagkrav på hur många huvudplantor som skall finnas⁷⁸. I allmänhet är kravet 2 000 plantor ha⁻¹ men på svårföryngrad mark i norra Sverige sjunker kravet till 1 500 ha⁻¹.

Asp och poppel föryngras genom plantering eller vegetativ naturlig föryngring. Även om asp producerar stora mängder frö är naturlig föryngring genom frön eller frösådd inte att rekommendera eftersom grobarheten hos fröet är kortvarig och dessutom sprids fröna under försommaren då risken för uttorkning är stor. När nya marker ska beskogas används därför plantor för asp och hybridasp, och plantor eller sticklingar för poppel. Där det redan finns ett asp- eller hybridaspbestånd får man lätt en ny och tät föryngring från rotskott. Hos poppel får man förlita sig mer på stubbskott även om en del rotskott brukar skjuta upp.

Al föryngras naturligt genom fröspridning eller vegetativ skottskjutning. Då fröna är små, med små näringsreserver, är det nödvändigt att de har kontakt med mineraljorden och att marken förblir fuktig. Vid anläggning av al på ny mark brukar man därför använda plantering. Om det redan finns al kan klibbal föryngras med stubbskott. Gråal skjuter rotskott på samma sätt som asp och är lätt att föryngra i nästa generation.

Odlingsmaterial

Allmänt

Om man har ekonomiska krav på sitt skogsbruk är det en självklarhet att man vid skogsodling använder bästa tillgängliga genetiska material. Det innebär för björk och klibbal att plantorna har ursprung från fröplantager. En fröplantage är sammansatt av ympar från utvalda plusträd med syfte att producera frö för plantodling till skogsbruket.⁷⁹

⁷⁷ Skogsstyrelsen 2014. *Skogsstatistisk årsbok 2014*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 363 s.

⁷⁸ Skogsstyrelsen. 2011. *Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till Skogsvårdslagen*. Skogsstyrelsen, SKSFS 2011:17 Jönköping, 45 s.

⁷⁹ Se: *Skogsskötselserien* del 19, Skogsträdsförädling. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

En av de minst genetiskt sofistikerade fröplantagerna utgörs av ympar från plusträd som valts i bestånd (fenotypurval). Plusträd kallas träd som har vuxit bättre än omgivande träd i beståndet. De skall dessutom vara vitala och ha bra stamkvalitet (avseende rakhet och grenighet).

Trädens fenotypiska egenskaper, dvs de egenskaper vi kan se och bedöma, är ett resultat av såväl genetiska som miljöbetingade effekter. Exempelvis kan träden ha gynnats av att de växer på en bra plats i beståndet och/eller av en gynnsam skogsskötsel. Vid skogsträdsförädling skiljs de genetiskt bra träden ut från dem som påverkats kraftigt av miljön genom fälttester. De enskilda plusträden testas då antingen genom sina avkommor, dvs man skördar frö från varje träd, eller genom kloning, dvs man gör genetiskt identiska kopior av varje plusträd. Testmaterialet planteras i flera fältförsök inom det tänkta användningsområdet. Genom mätresultat av till exempel höjd, diameter, skador och stamkvalitet kan man skatta plusträdens genetiska egenskaper och välja de som kombinerar hög tillväxt med bra stamkvalitet och vitalitet (figur LÖ12).

Fröplantager med genetiskt testade plusträd ger ett bättre odlingsmaterial än de som enbart innehåller fenotypiskt utvalda plusträd.

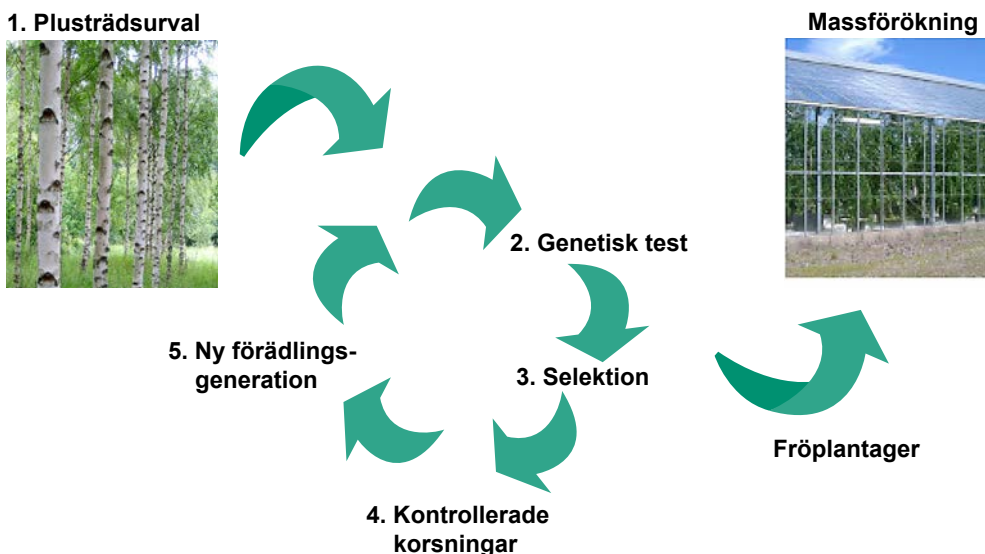
Vanligen planteras ymparna i en fröplantage på friland där de pollinerar varandra med eget, internt pollen och med okänd mängd externt vildpollen. För att undvika vildpollen, som reducerar den genetiska vinsten, kan ymparna sättas in i ett växthus. Där hindras vildpollenet rent fysiskt att spridas till ymparna samtidigt som ymparna startar blomningen betydligt tidigare än träden i naturen. I Sverige tillämpas detta endast för vårthjörk.

Kloning alternativ

Ett alternativ till den generativa massförökningen i fröplantager är den vegetativa förökningen, dvs kloning. Detta görs på kommersiell basis i Sverige för hybridasp och poppel, varvid man använder de genetiskt bästa plusträden enligt resultat från fältförsök. Observera att:

- planteringar som innehåller klonat material och som omfattar minst 0,5 ha skall anmälas till Skogsstyrelsen
- klonat material (oavsett trädslag) högst får utgöra 5 % av arealen produktiv skogsmark på en enskild skogsfastighet
- regeln ovan sätts ur spel för små fastigheter eftersom en skogsfastighet alltid får föryngras med klonat material på upp till 20 ha

Förädlingscykeln



Figur LÖ12 Principerna för skogsträdsförädling: 1) skogsträdsförädlingen inleds i skogen med urval av plusträd; 2) plusträdens genetiska egenskaper testas i fältförsök; 3) mätresultat från försöken ger underlag för urval av de genetiskt bästa träden. Dessa används för anläggning av fröplantager som producerar förädlad frö som ger en ökad tillväxt på 10–15 %; 4, 5) de bästa plusträden blir sedan föräldrar till nästa generation. Punkt 2–5 upprepas därefter för varje ny generation. Foto Lars Rytter och Bo Karlsson.

Man bör i god tid (helst ett par år innan plantering) orientera sig om vilka alternativa material som finns tillhands. Intresset för lövträdplanter varierar ofta år från år vilket gör det svårt för plantskolorna att planera omfattningen av odlingen. En tidig beställning ökar därför möjligheterna för plantskolan att ta fram det bäst lämpade materialet. Information kan man få från exempelvis den lokala skogsplantskolan. På Kunskap Direkt⁸⁰, finns också matnyttig information.

Björk

År 1988 startade ett projekt med syfte att genetiskt förbättra vårtbjörkens (*Betula pendula*) produktion, stamkvalitet och vitalitet i Sverige. Totalt valdes ca 1 300 plusträd med ursprung från Sverige, Finland, Baltikum, Polen och Tyskland. Plusträden håller nu på att testas i fältförsök för urval av de bästa träden till fröplantager och till fortsatt förädling⁸¹.

Ett praktiskt resultat från detta projekt är urvalet av genetiskt testade plusträd till växthusfröplantagen i Ekebo i Skåne. Fröplantor från den plantagen är förstahandsalternativet vid skogsodling av björk upp till latitud 59,5 °N (Mälardalen) och uppskattas ge ca 15 % högre värdeproduktion än oförädlad material. I andra och tredje hand används plantor från frilandsfröplantagerna Istad (FP-808) respektive Asarum (FP-140).

⁸⁰ Se <http://www.skogforsk.se>.

⁸¹Stener, L.-G. & Jansson, G. 2005. Improvement of *Betula pendula* by clonal and progeny testing of phenotypically selected trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 292–303.

För mellersta och norra Sverige rekommenderas i första hand förädlad björk från Finland, där man har jobbat relativt intensivt med björkförädling sedan 1960-talet. I andra hand kan man använda frö, i den mån det finns kvar, från de äldre växthusplantagerna vid Skogforsk i Sävar norr om Umeå.

Om förädlad material mot förmodan inte finns tillgängligt är man hänvisad till frö från speciella frötäcksbestånd som godkänts av Skogsstyrelsen.⁸²

Det är viktigt att komma ihåg att björk inte skall förflyttas åt norr eller söder med mer än två breddgrader från dess ursprungslokal.⁸³ Större förflyttningar ger sämre tillväxt och överlevnad. Av den anledningen skall till exempel finsk björk inte användas söder om latitud 59 °N.

För glasbjörk (*Betula pubescens*) saknas svenskt förädlad frö, varför man i Götaland är hänvisad till frö från frötäcksbestånd som godkänts av Skogsstyrelsen (se ovan). För Svealand och Norrland rekommenderas finskt förädlad frö.

Föryngring av masurbjörk kan ske med fröförökade eller klonade planter. De senare ger 100 % masurbjörk medan fröförökning ger en lägre andel masurbjörk och kräver att ”vanliga” björkar röjs och gallras bort tidigt. Klonförökad masurbjörk är dock betydligt dyrare än den fröförökade. Även stubbskott från avverkade masurbjörkar kan användas. En fröplantage för masurbjörk finns i Loppi i Finland. Materialet finns att köpa i vissa svenska plantskolor. Det finns också en fröplantage i Umeåtrakten som nu bör kunna leverera frö. Ett frötäcksbestånd finns strax norr om Vimmerby i Småland.⁸⁴ Arbete med att ta fram mikroförökad masurbjörk pågår också.⁸⁵

Hybridasp

Hybridasp visade redan i försök från 1940- och 1950-talen en mycket hög volymproduktion. I ett produktionsinriktat skogsbruk är det därför naturligt att man väljer hybridasp och inte vanlig asp vid plantering. År 1985 togs initiativ till att ta fram ett bra skogsodlingsmaterial av hybridasp för södra Sverige. Totalt valdes 280 plusträd från gamla försök och bestånd. Urvalet omfattade enbart träd som var skadefria från stam- och grenkräfta (*Entoleuca mammatum* *Leucostoma niveum*) som kan vara allvarliga skadegörare. Plusträden klonades och planterades ut som ettåriga rotskottsticklingar på 14 olika lokaler (enbart jordbruksmark) i södra Sverige under perioden 1986–1991. På basis av volymtillväxt efter ca 10 års tillväxt i fält och kräftförekomst efter 12–16 år valdes de 15 genetiskt bästa av de totalt 280 testade klonerna till kommersiell odling.⁸⁶

Detta material är sedan början av 2000-talet kommersiellt tillgängligt i form av en klonblandning. Det innebär att klonerna förökats vegetativt

⁸² Se Rikslängden via <http://www.svo.se>.

⁸³ Stener, L.-G. 1997. *Förflyttning av björkprovenienser i Sverige*. SkogForsk, Redogörelse nr 3, Uppsala, 30 s.

⁸⁴ Se Rikslängden via <http://www.svo.se>.

⁸⁵ Wallin, A. & Nylinder, M. 2005. *Träd- och virkesegenskaper hos två kloner av mikroförökad masurbjörk*. SLU, Inst. f. skogens produkter och marknader, Rapport nr 17, Uppsala, 39 s.

⁸⁶ Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.

(via vävnadskulturteknik) och att de 15 klonerna vid försäljning inte hålls åtskilda utan blandas. Klonerna rekommenderas att användas upp till Mälardalen och finns att köpa genom sydsvenska plantskolor.

Volymtillväxten för de 15 selekterade klonerna uppskattas till ca 25 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ på bättre marker i södra Sverige. Produktionsuppskattningen förutsätter att konkurrerande vegetation hålls borta de första två åren och att träden skyddas mot viltskador.

För Svealand och Norrland finns ännu inget svenskt utvalt material men klontester har lagts ut. Finland startade ett motsvarande förädlingsprojekt med hybridasp i mitten på 1990-talet. Där finns idag (år 2014) fenotypiskt utvalda finska kloner till kommersiell försäljning. I Sverige har vi ännu ingen erfarenhet av dessa, men sannolikt kan de vara ett alternativ i Svealand och kanske på milda lokaler i södra Norrland.

Poppel

Poppel har hittills inte varit ett stort skogsträd i Sverige utan har, främst i Skåne, mest använts som vindskydd i plantskolor och fruktodlingar samt som alléträd. Intresset för snabbväxande trädslag för produktion av råvara till pappersmassa och energi har dock ökat påtagligt under 2000-talet. Poppelns tillväxtpotential och dess förmåga att kunna klonförökas och etableras i fält via grensticklingar gör den till ett intressant alternativ på bördiga marker i södra Sverige. Problem med klimatisk anpassning och känslighet för diverse allvarliga svampsjukdomar (t.ex. *Melampsora*, *Septoria*, *Marsonia*, *Xanthomonas* och *Pseudomonas*) gör dock att odlingssäkerheten kan ifrågasättas.

Skogsforsks arbete med poppel begränsas till tester av kloner som erhållits från främst Belgien och Holland där det bedrivs en relativt intensiv poppelförädling. Totalt testas 140 poppelkloner på tre olika lokaler i södra Sverige. Klonerna utgörs av amerikanska *P. trichocarpa*, *P. balsamifera* och *P. deltoides*, europeiska *P. nigra* samt hybrider dem emellan. Fälttesterna har visat på stora skillnader i överlevnad, vitalitet, tillväxt och grenighet mellan olika kloner, vilket bland annat beror på att många kloner är dåligt anpassade till det sydsvenska klimatet. Utifrån 10–14 åriga resultat från fälttesterna har de 15 genetiskt bästa klonerna valts ut till kommersiell odling på lokaler med mildt klimat i Götaland⁸⁷. De har varit tillgängliga på marknaden sedan år 2010 och benämns ”Ekebo Poppel 1” i rikslängden. Nya fältförsök med både poppel och hybridasp anlades åren 2010–2011 på 14 olika lokaler från Skåne till Umeå. De kommer bl.a. att användas för urval av nya bättre kloner men också för studier av tillväxten på skogs- respektive jordbruksmark och av syd-nordförflyttningens effekter på tillväxt och överlevnad.

Mycket tyder på att de bästa poppelklonerna växer bättre än de bästa hybridaspklonerna. Detta skall ställas mot att poppeln precis som hybridasp är känslig för olika typer av kräfta men att även bladrost (*Melampsora* ssp.) kan vara en allvarlig skadegörare.

Fram till år 2010 är det främst klonen OP42 (*P. maximowiczii* x *P. trichocarpa*) som använts vid nyetablering av poppelodlingar. Den har visat mycket hög tillväxt i SLU:s försöksserier. Det finns dock lokaler där den drabbats

⁸⁷ Stener, L.-G. 2004. *Resultat från sydsvenska klontester med poppel*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 571, Uppsala, 27 s.

kraftigt av kräftskador vid 12–15 års ålder. Produktionen är emellertid så bra att den ändå verkar lönsam, trots att den i vissa fall måste avvecklas tidigt.

Skogsträdsförädling med poppel äger även rum vid STT (SweTree Technologies, Umeå) i samarbete med Institutionen för lövträdsodling vid SLU, Uppsala. Det är främst korsningar mellan plusträd av *P. trichocarpa* från British Columbia och Alaska som visat lovande resultat.

Al

De resurser som lagts på att genetiskt förbättra skogsodlingsmaterial av al har varit relativt små de senaste 30 åren. Dessförinnan utfördes en hel del förädlingsaktiviteter, inte minst gjordes korsningar mellan olika alarter.⁸⁸ Utifrån detta arbete gjordes under 1970-talet ett fenotypiskt urval av 16 plusträd av klibbal till fröplantagen Ignaberga i Skåne. Samma material finns även i fröplantagen Kolleberga i Skåne. Idag finns ytterligare en fröplantage med klibbal, Trolleholm i Skåne, vilken innehåller 29 plusträd där Ignabergas samt 13 nya fenotypiskt utvalda plusträd ingår. Det är i första hand material från dessa plantager som skall användas i Götaland och på milda lokaler i södra Svealand.

År 1998 anlades tre fältförsök där totalt 140 plusträd från Götaland, Svealand och Litauen testas. Resultat från dessa gör det möjligt att etablera nya bättre fröplantager. I samma försök ingår även arthybrider mellan *A. glutinosa* och *A. rubra*, (ursprung Alaska). Hybriderna verkar växa betydligt bättre men har generellt sett sämre stamkvalitet än klibbalen.^{89,90}

För klibbal norr om Mälardalen och för gråal rekommenderas material från Skogsstyrelsens godkända frötäktbestånd.⁹¹ Vi har dålig kunskap om hur gråalen reagerar på nord- och sydförflyttningar. Därför bör man undvika alltför stora förflyttningsavstånd från ursprungslokalen.

I ett nytt projekt med syfte att få fram ett material för energiinriktad odling av gråal, med finansiering från Energimyndigheten, kommer avkommor från totalt 220 träd från hela Sverige och Baltikum att testas på 8 lokaler i hela Sverige med start år 2015.

Plantering

Plantering av ordinära lövträd skiljer sig inte på något avgörande sätt från plantering av barrträd,^{92,93} men det finns naturligtvis omständigheter som kräver extra uppmärksamhet.

Precis som med alla andra trädslag måste man ta hänsyn till följande punkter för att planteringen ska lyckas:

- Ståndorten ska vara lämplig för trädslaget
- Plantorna ska vara av rätt genetiskt ursprung och av god kvalitet

⁸⁸ Ljunger, Å. 1959. Al och alförädling. *Skogen* 5: 1–7.

⁸⁹ Stener, L-G. 2007. *Utvärdering av sydsvenska avkomme-försök med klibbal*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 649, Uppsala, 43 s.

⁹⁰ Stener, L-G. 2013. *Pluträdskloner av klibbal*. Skogforsk, Avelvärden nr 144, Uppsala, 24 s.

⁹¹ Se Rikslängden via <http://www.svo.se>.

⁹² Se: *Skogsskötselserien* del 3, Plantering av barrträd. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotsel-serien.

⁹³ Johansson, K. 2009. *Plantera rätt*. Skogforsk,Handledning, Uppsala, 40 s.

- Marken måste förberedas på lämpligt sätt
- Planteringen ska ske i rätt tid
- Planteringen måste utföras med hög kvalitet

Dessutom är lövträdsplantor i allmänhet mycket aptitliga för viltet varför rekommendationen är att sätta upp hägn och låta det sitta uppe under den första delen av omloppstiden.

Ståndorten

Kraven på ståndorten varierar mellan de olika trädslagen (se ovan under Ekologiska krav för respektive trädslag) men bör generellt sett bestå i att en medelgod eller bättre mark väljs (se nedan för respektive art).

Plantan

Det utvalda och lämpliga genetiska plantmaterialet finns beskrivet ovan under rubriken Odlingmaterial, och köparen bör förvissa sig om att det inköpta plantpartiet är ett sådant. För övrigt gäller att plantorna ska vara i gott skick. Det är viktigt med en hög och väl balanserad näringsstatus, vilket innebär att kvävehalten i unga men fullt utslagna blad bör ligga över 30 mg g⁻¹ TS.⁹⁴ Förhållandet mellan rot och skott måste vara högt, vilket det normalt sett är om odlingscellen varit tillräckligt stor och tillåtit obehindrad rottillväxt. Tyvärr finns en tendens att plantor blir kvar för länge och så att säga växer ur krukstorleken. Då får man en planta med oproportionerligt stort skott i förhållande till rötterna och det innebär en ökad risk för avgång på grund av torka.⁹⁵ Det är viktigt att bladmassan och rotstorleken matchar varandra så att plantorna inte torkar ut. Det betyder att stora plantor som vuxit i krukor som begränsat rottillväxten bör beskäras, framför allt om bladen slagit ut före planteringen.

Det finns också möjlighet att ändra allokeringsmönstret på plantor så att rotandelen blir större. Det kan ske i odlingen genom att inledningsvis begränsa tillgången på kväve och sedan justera kvävestatusen med en gödsling på sensommaren så att den inte blir tillväxtbegränsande i slutet av säsongen. Fältförsök med sådana plantor har visat att de vuxit ifatt standardbehandlade plantor, dvs plantor som fått obegränsad tillgång på kväve under hela odlings-säsongen, inom tre år.⁹⁶ Genom en begränsad tillförsel av kväve kan även höjdvaryationen i plantpartiet reduceras liksom läckaget av växtnäringssämnen.

Lövträd kan planteras som täckrotsplantor, barrotsplantor eller som hybrid mellan dessa. Dessutom kan sticklingar eller rotade sticklingar användas, framförallt när det gäller poppel. Täckrotsplantan är den billigaste plantan och används på stora arealer. Barrotsplantor och långa sticklingar används

⁹⁴ Ericsson, T., Rytter, L. & Linder, S. 1992. Nutritional dynamics and requirements of short rotation forests. In: Mitchell, C.P., Ford-Robertson, J.B., Hinckley, T. & Sennerby-Forsse, L. (eds.) *Ecophysiology of Short Rotation Forest Crops*, Elsevier, Appl. Sci., London, pp. 35–65.

⁹⁵ Hajek, J. 2006. *Dåliga plantor – garanti för en misslyckad förnyring*. Skogforsk, Redogörelse nr 2, Uppsala, s. 121–124.

⁹⁶ Rytter, L., Ericsson, T. & Rytter, R.-M. 2003. Effects of demand-driven fertilization on nutrient use, rotp:plant ratio and field performance of *Betula pendula* and *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 401–415.

framförallt på bördiga marker där konkurrens från annan markvegetation kan förväntas bli stor.

Plantorna får inte ha skador eller infektioner och de måste vara välvattnade vid utplantering.

Markberedningen och vegetationskontroll

Marken behöver oftast förberedas före plantering. På skogsmark innebär det harvning, fläckmarkberedning eller plöjning före planteringen. Om det är möjligt är markberedning med den så kallade inversmetoden ett lämpligt och ännu bättre sätt. Den innebär att man vänder upp och ned på en markfläck så att mineraljorden hamnar uppe på humusdelen, samtidigt som det beredda området ligger i nivå med omgivande mark.⁹⁷ En väl genomförd markberedning på skogsmark gör att konkurrensen från markvegetation reduceras och att behandling med kemiska preparat kan undvikas.⁹⁸

På åkermark handlar det främst om att bekämpa befintlig vegetation så att plantorna får ett försprång och hinner etablera sig innan konkurrensen återkommer. Det innebär besprutning av vegetationen i ett par omgångar före planteringen. Året innan plantering, på sommaren eller tidig höst, är det lämpligt att behandla marken en eller två gånger med gräsherbicid där glyfosat är verksam beståndsdel (t.ex. Roundup). Ibland är det nödvändigt att slå gräset innan behandling och ibland om grässvålen är kraftig bör man plöja mellan behandlingarna. På våren före plantering görs en ny behandling med glyfosat så sent som möjligt, kvickroten ska ha utvecklat 3–4 blad för att effekten ska bli som bäst. I de fall planteringen sker direkt efter spannmålsodling är rekommendationen att spruta mot gräs men att undvika plöjning och harvning eftersom det gör att frögräsen kan bli ett problem.

Efter planteringen måste ogrässituationen kontrolleras de kommande åren. Det är inte ovanligt att ytterligare behandling behövs mot ogräset. Mekanisk bearbetning är möjlig liksom fläckvis kemisk behandling intill plantan. Det är då viktigt att stor försiktighet iakttas så att plantan inte får preparat på sig. Observera att användning av ovan nämnda preparat inte är tillåtet på skogsmark. Skogsstyrelsen kan ge dispens från förbudet.

Tidpunkten

Plantering utförs normalt på våren eller försommaren. Även höstplantering förekommer på marker där uppfrysningsrisken är liten. Nyligen genomförda studier, framförallt från Finland⁹⁹, visar dock att det går bra att plantera små plantor av björk och hybridasp under i princip hela sommaren. Det gör att planteringstidpunkten inte behöver betraktas lika kritiskt som tidigare.

⁹⁷ Nordborg, F., Nilsson, U. & Örlander, G. 2002. *Inversmarkberedning – snabbare plant-etablering och mer näring till plantan*. SLU, Fakta Skog nr 9, Umeå, 4 s.

⁹⁸ Karlsson, A. 2002. Site preparation of abandoned fields and early establishment of planted small-sized seedlings of silver birch. *New Forests* 23: 159–175.

⁹⁹ Luoranen, J., Lappi, J., Zhang, G. & Smolander, H. 2006. Field performance of hybrid aspen clones planted in summer. *Silva Fennica* 40: 257–269, och Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. 2003. Root egress and field performance of actively growing *Betula pendula* container seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 133–144.

Planteringen

Planteringen måste utföras noggrant och med god kompetens. Det är ett slöseri med resurser att sätta en bra planta på ett felaktigt ställe, och därmed öka risken för avgång. Trots detta är dåligt valda planteringspunkter ingen ovanlig förekomst på förnygringsytor. Lövträden har en fördel i att de sällan angrips av snytbagge, vilket annars är ett problem förknippat med planteringspunkten. Lämplig plantposition vid olika yttre förutsättningar finns att beskåda interaktivt på portalen Kunskap Direkt.¹⁰⁰

Björk

Plantering av björk innebär vanligtvis plantering av vårbjörk. Försäljningen av björkplantor har under de senaste åren legat på nivån 1,3–1,4 miljoner plantor per år.¹⁰¹ Björkplanteringarna i landet är arealmässigt mycket små jämfört med de självföryngrade arealerna (figur LÖ13). Orsaken till de små plantvolymerna är huvudsakligen den dyra anläggningen som ofta kräver vilthägn. Dessutom brukar en ekonomisk jämförelse med gran oftast visa på sämre lönsamhet även om motsatsen förekommer.

Rytter och Werner har föreslagit lägsta lämpliga ståndortsindex för olika lövträd.¹⁰² För vårbjörk bör ståndortsindex (SI) uttryckt som H50 (dvs övre höjden vid 50 års ålder i bröst höjd) vara lägst 22 m (B22). Det motsvarar en bonitet på knappt 5 m³sk ha⁻¹ år⁻¹. För glasbjörk blir SI något lägre eftersom den växer sämre än vårbjörken på de flesta marker. De båda björkarternas optimala ståndorter är dock skilda åt eftersom vårbjörk bör planteras på frisk mark medan glasbjörken rekommenderas på fuktigare marker där den hävdar sig väl. Styv lera ska undvikas eftersom planttillväxten hämmas kraftigt.

Både vårt- och glasbjörk är känsliga för skador av hare, rådjur och älg och planteringarna bör därför helst hägnas.

Normalt har plantering av björk utförts på våren och försommaren. Finska undersökningar visar dock att plantering kan utföras under större delen av sommaren med minst lika stor framgång som på vårkanten.¹⁰³ Marken ska dock inte vara för grovkornig eftersom det kan leda till akut torkstress.

¹⁰⁰ Se www.kunskapdirekt.se.

¹⁰¹ Skogsstyrelsen. 2014. *Skogsstatistisk årsbok 2014*. Skogsstyrelsen, Jönköping. 363 s.

¹⁰² Rytter, L. & Werner, M. 1998. *Lönsam lövskog – steg för steg*. SkogForsk,Handledning, Uppsala, 43 s.

¹⁰³ Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. 2003. Root egress and field performance of actively growing *Betula pendula* container seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 133–144.



Figur LÖ13 Plantering av björk sker på små arealer jämfört med naturlig föryngring. Det innebär att man går miste om de förbättringar som förädlingsarbetet ger för bland annat produktion och kvalitet. Bilden visar plantering av ett genetiskt försök med vårtbjörk. Foto F. Nilsson.

Björk planteras som barrots- eller ännu hellre täckrotsplantor. Tidigare rekommendationer har angivit lämpligt plantantal till 2 000–2 500 plantor ha^{-1} men nyare finska undersökningar visar att 1 600 plantor ha^{-1} på vanlig skogsmark ger en godkänd stamkvalitet¹⁰⁴ och en billigare föryngring, förutsatt att plantorna överlever. Observera att detta strider mot Skogsstyrelsens nuvarande krav på 2 000 plantor ha^{-1} . På de bördigaste åkermarkerna bör dock stamantalet vara över 2 000. Där rekommenderas stora plantor eftersom konkurrensen från ogräs förväntas bli hög. Det är viktigt att dessa stora plantor har ett väl tilltaget rotsystem. Planteringsförbandet kan också justeras efter hur mycket stubbskott och fröplantor som kommit/kommer upp. Finska undersökningar har dock visat att planterad björk får bättre virkeskvalitet än

¹⁰⁴ Niemistö, P. 1996. Yield and quality of planted silver birch (*Betula pendula*) in Finland – Preliminary review. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, Supplement No. 24: 51–59.

naturligt föryngrad¹⁰⁵ varför man bör sträva efter att ha planterade plantor i framtiden. I de fall där det finns stor risk för sommartorka på den planterade lokalen rekommenderas att barrotsplantor sätts 5–10 cm djupare än de stått i plantskolan.¹⁰⁶

De största hoten i björkplanteringar är konkurrens från örter och gräs samt sork- och älgsador. Följdaktligen har den tidiga höjdtillväxten också gynnats av marktäckning i en estnisk studie.¹⁰⁷ Risken för sorkskador är stor på gräsrika marker och därmed betydligt större på åkermark än på skogsmark. Sorkproblemet kan förväntas finnas kvar i 4–5 år efter plantering.

Asp

Då det är aktuellt att plantera asp är det, åtminstone produktionsmässigt, klokt att välja hybridasp eftersom den växer minst dubbelt så bra som vanlig asp om man väljer det utvalda material som finns på marknaden (se ovan). Det betyder också att den plantering som sker med asp i praktiken görs med hybridaspplantor. När man planterar hybridasp och siktar på hög produktion bör man ha höga markkrav för att utnyttja trädslagets tillväxtpotential och då hamnar man på ståndortsindex på ungefär G30 och uppåt. De vanligaste aspplanteringarna har under de senaste decennierna varit hybridasp på åkermark och där uppfylls kravet på hög bördighet i de flesta fall.

Eftersom hybridaspplantor både växer snabbt inledningsvis och är dyra, då de mikroförökas i laboratoriemiljö, är rekommendationen att plantera i kvadratförbandet 3 m × 3 m, vilket blir ungefär 1 100 plantor ha⁻¹. Det betyder att man har små marginaler för plantavgång å ena sidan men inte behöver röja å andra sidan. Istället hamnar man direkt i gallringsfas i första generationens hybridasp.

Den jämförelsevis höga plantkostnaden tillsammans med aspens stora attraktionskraft för vilt¹⁰⁸ gör att stor noggrannhet krävs i förberedelser och plantering och att det är nödvändigt att sätta upp hägn i de allra flesta fall.

En nyare och något billigare metod att ta fram plantor är via rotsticklingar. Dessa finns dock sällan kommersiellt tillgängliga. Däremot är det problem att med framgång ta fram plantor via konventionella förvedade stamsticklingar då det är svårt att få sticklingarna att rota sig.

Enligt en ny finsk undersökning går det utmärkt att plantera hybridasp under hela sommarhalvåret.¹⁰⁹ Plantor som sattes i juli och början av augusti hade en bättre höjdtillväxt och bättre rotutveckling än plantor satta på vår och höst. Det här innebär att planteringstidpunkten blir utsträckt och inte lika kritisk som man tidigare förmodat.

¹⁰⁵ Kilpeläinen, H., Lindblad, J., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. 2011. Saw log recovery and stem quality of birch from thinnings in southern Finland. *Silva Fennica* 45: 267–282.

¹⁰⁶ Sveriges Skogsvårdsförbund. 1994. *Praktisk Skogshandbok*. 14:e uppl., Sveriges Skogsvårdsförbund, Djursholm, 510 s.

¹⁰⁷ Kund, M., Vares, A., Sims, A., Tullus, H. & Uri, V. 2011. Early growth and development of silver birch (*Betula pendula* Roth.) plantations on abandoned agricultural land. *European Journal of Forest Research* 129: 679–688.

¹⁰⁸ Hjältén, J. & Palo, T. 1992. Selection of deciduous trees by free ranging voles and hares in relation to plant chemistry. *Oikos* 63: 477–484.

¹⁰⁹ Luoranen, J., Lappi, J., Zhang, G. & Smolander, H. 2006. Field performance of hybrid aspen clones planted in summer. *Silva Fennica* 40: 257–269.

Poppel

På bördiga marker i södra Sverige, som inte är utsatta för frost, kan plantering av poppel vara aktuell. Poppel planteras antingen direkt på föryngringsytan med stamsticklingar eller så rotas sticklingarna först i plantskolan för att sedan sättas ut som täckrotsplantor. Sticklingarna bör vara ca 25 cm långa och 1–3 cm grova. Anledningen till att plantor dras upp i plantskolan är att dessa uppvisar högre överlevnad än plantering direkt med sticklingar.

Erfarenheterna av poppelodling är begränsade i Sverige och mer information får sökas från bland annat Belgien, Italien, Frankrike och Nordamerika¹¹⁰. Engerup¹¹¹ har dock sammanställt erfarenheter av föryngring med hybridasp och poppel i södra Sverige och kunde konstatera att såväl hybridasp som poppel kan planteras på både åkermark och skogsmark, men också att överlevnaden för poppel på skogsmark varierade kraftigt. Etableringsförsök med poppel har nyligen startats i Sverige på såväl skogs- som åkermark. I försöken testas både planttyp och markförberedelser. I skrivande stund finns dock inga resultat tillgängliga.

Poppel bör planteras på väl-dränerad mark med kontinuerlig vattentillgång och ett jorddjup på över 1 m. pH-värdet bör ligga mellan 5,5 och 7,5. Planteringsförbandet bör ligga mellan 3,6 m × 3,6 m och 3,0 m × 3,0 m, dvs ungefär 800 till 1 100 stammar ha⁻¹. Det är således ungefär som för hybridasp eller något glesare. Tidigare erfarenheter sade att poppel inte är lika viltbegärlig som asp och hybridasp, men erfarenheter från de senaste åren¹¹² har visat att poppel är viltbegärlig och att hägn bör sättas upp runt de flesta odlingar.

Al

Plantering av al, vare sig det gäller klibbal eller gråal, är en relativt ovanlig företeelse i det svenska skogsbruket. Båda arterna finns dock att få tag på från svenska skogsplantskolor om man är ute i god tid.

Alarna är lämpliga att ha på bördig frisk till fuktig mark, speciellt klibbalen växer ofta där det är fuktigt. En fördel gentemot björk och framförallt asp är att alarna inte är särskilt utsatta för viltbetning,¹¹³ vilket gör att plantering bör kunna ske utan hägn.

Al planteras med fördel som stora ettåriga täckrots- eller kraftiga barrotsplantor efter noggrann markberedning. Allokaler har ofta mycket markvegetation varför högläggning eller plöjning kan vara lämpliga metoder. Planttätheten bör ligga på uppemot 2 500 stycken ha⁻¹.¹¹⁴ Sommarplantering har inte testats för al. Den gällande rekommendationen är att plantera tidigt på våren, alternativt göra en höstplantering med invintrat material.

¹¹⁰ Boysen, B. & Strobl, S. (eds.) 1991. *A Grower's Guide to Hybrid Poplar*. Ministry of Natural Resources, Ontario, 148 s.

¹¹¹ Engerup, P.-O. 2011. *Föryngring med poppel och hybridasp på skogs- och åkermark*. SLU, Inst. f. sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 167, Alnarp, 99 s.

¹¹² Engerup, P.-O. 2011. *Föryngring med poppel och hybridasp på skogs- och åkermark*. SLU, Inst. f. sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 167, Alnarp, 99 s.

¹¹³ Hjältén, J. & Palo, T. 1992. Selection of deciduous trees by free ranging voles and hares in relation to plant chemistry. *Oikos* 63: 477–484.

¹¹⁴ Persson, T. 1996. *Lövskog i Sydsvetserge*. Södra skog, Region Syd, Kristianstad, 16 s.

Barrotsplantor bör sättas 5–15 cm djupare än de stått i plantskolan.¹¹⁵

En viktig detalj att tänka på inför plantering med såväl klibbal som gråal är inokulering av den kvävefixerande bakterien *Frankia*. Det är denna som i symbios med trädet fixerar luftens kväve som därmed blir tillgängligt för trädet. Enklast sker inokuleringen genom att krossa uppgrävda rotnölar från alar ute i skogen i vatten och sedan vattna blandningen direkt över plantorna. Anledningen till detta förfarande är att plantorna direkt ska få en fungerande kvävefixering vilket underlättar den tidiga etableringen och tillväxten. Plantor som ej blivit inokulerade antar ofta en blek grön färg och har inledningsvis en långsammare tillväxt än då bakterien finns på plats.¹¹⁶ Normalt finns bakterien i skogsmark men inokulering i plantskolan kan ses som en billig försäkring för snabb och lyckad etablering.

Blandskog, inklusive hantering av skärmträd

Anledningen till att plantera trädslag i blandning är ur produktionssynpunkt oftast att ett snabbväxande trädslag ska kunna ge ett utbyte på vägen mot avverkningen av ett mer långsamt växande trädslag. Det förekommer till exempel att björk och ek planteras tillsammans med denna strategi.

Oftast rekommenderar man emellertid, bland annat av ekonomiska skäl, att plantera det långsamt växande trädslaget och sedan låta den naturliga förnyringen komma upp emellan och ge ett extra virkesuttag.

Vissa klimattåliga träd såsom björk och al får ibland fungera som skärm åt känsligare arter, till exempel gran. Syftet är då huvudsakligen att skydda den känsliga arten även om ett begränsat virkesuttag kan göras av skärmen. Skärmen kan bestå av såväl naturligt förnygrade som planterade träd.

Sådd

Sådd eller fältsådd är en skogsodlingsmetod som används för att få in förädlad material på odlingslokalen samtidigt som självförnyringens fördelar, såsom att det blir många plantor per ytenhet och att rotsystemen utvecklas utan deformationer, kan tillvaratas. Sådden innebär att en specifik mängd frö av bestämd kvalitet sprids över odlingsarealen.

Sådd är en metod som används i begränsad omfattning och dess användning för lövträd är mycket liten. Enligt den senaste statistiken är det endast i Norrland som sådd används och totalt sett används metoden på 5 % av den avverkade arealen.¹¹⁷

För att få ett bra resultat av sådd måste marken prepareras. Det sker vanligen genom harvning, fräsning eller fläckmarkberedning. Behandling med herbicider bör utföras minst 2 veckor före själva sådden för att undvika negativa effekter på groningen och överlevnad.¹¹⁸ De negativa effekterna av her-

¹¹⁵ Sveriges Skogsvårdsförbund 1994. *Praktisk Skogshandbok*. 14:e uppl., Sveriges Skogsvårdsförbund, Djursholm, 510 s.

¹¹⁶ Hendrickson, O.Q., Burgess, D., Perinet, P., Tremblay, F. & Chatapaul, L. 1993. Effects of *Frankia* on field performance of *Alnus* clones and seedlings. *Plant and Soil* 150: 295–302.

¹¹⁷ Skogsstyrelsen 2014. *Skogsstatistisk årsbok 2014*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 363 s.

¹¹⁸ Willoughby, I., Clay, D. & Dixon, F. 2003. The effect of pre-emergent herbicides on germination and early growth of broadleaved species used for direct seeding. *Forestry* 76: 83-94.

bicidbehandling vid högt vegetationstryck kan dock sannolikt bli försumbara jämfört med där ingen behandling alls sker.

Det finns några olika sätt att genomföra sådd. Radsådd kan ske där marken förberetts genom harvning eller fräsning. Metoden innebär att fröna hamnar på rad. Metoden går att mekanisera och gör även att den kommande röjningen blir jämförelsevis billig och enkel. Fläcksådd innebär att ett antal frön sprids på såddfläckar som skapats genom fläckmarkberedning. Såddytan får inte i något av fallen vara för lucker utan ska helst ha satt sig under vintern. En tredje såddmetod är konsådd som innebär att fröna läggs i en några cm hög plastkon där de sedan får gro. Konens uppgift är att skydda fröna och samtidigt ge en god groningsmiljö. Konsådd kan ske efter såväl harvning som fläckmarkberedning och innebär att fröåtgången reduceras jämfört med de andra metoderna.

I alla såddmetoderna kan groning och överlevnad förbättras genom nedmyllning av fröna så att de hamnar strax under markytan. Efter myllning packas jorden lätt. En annan gynnsam metod är mikropreparering som innebär att små hål görs i marken, typ våffeljärnsmonster (figur LÖ14). Fröna hamnar i hålen varefter de små jordväggarna runt hålen eroderar av vind och regn. Det gör att fröna kommer att täckas av ett tunt lager jord och på så sätt skyddas mot uttorkning och predation.



Figur LÖ14 Mikropreparering innebär att cm-djupa hål görs på såddytan. Det är en metod som ger ökad plantbildning och tillväxt vid torrare förhållanden, vilket visats i sådd av tall. Foto Lars Rytter.

Fröbehandling

Före själva sådden måste fröna samlas in, behandlas och lagras, såvida de inte köps in utifrån. Detta har tidigare beskrivits utförligt för lövträd.^{119,120} Det finns regler för handel med frö (se Skogsskötselseriens del Sådd). Dessa

¹¹⁹ Suszka, B., Muller, C. & Bonner-Masimbert, M.B. 1996. *Seeds of forest broadleaves – From harvest to sowing*. INRA Editions, Paris, 295 s.

¹²⁰ Werner, M. & Karlsson, L. 1998. *Hantering av lövträdsfrö, från skörd till sådd*. Skogsforsk,Handledning, Uppsala, 47 s.

säger bland annat att frö från egna bestånd får användas av markägaren själv men inte säljas. Nedan följer en kort sammanfattning av de olika momenten i fröhanteringen.

Frömognad. För att skörda frön måste man veta när de är mogna och kan plockas. Ett moget frö har den bästa lagringsförmågan och ger det bästa utbytet. Olika arter avslöjar frömognad på olika sätt. Dessvärre går det inte att säga någon exakt tidpunkt då fröet är moget eftersom detta påverkas av årsmånen, men det vanligaste är att fröet når mognad under höst och vinter. Frön som sprids med vinden ändrar oftast färg när de är mogna, från grönt till brunaktigt. Björk är ett sådant exempel. I andra fall kan man bara se att fröet är moget i och med att det släpps såsom hos popplar och aspar. Hos al skiftar kottarna färg då fröet börjar bli moget.¹²¹

Skörd och rensning. En del trädslag ger inte frö varje år vilket innebär att plockning och lagring måste ske under fröår så att kontinuerlig tillgång på frön kan säkras. För andra trädslag varierar både mängd och kvalitet mellan olika år. Därför gäller det att tidigt observera om ett fröår är på gång. Frön bör tas från bestånd med bra stamkvalitet och tillväxt. Efter plockning rensas fröna från skräp. Vindspridda frön avvingas. Om man köper frö så ska det finnas upplysningar om skördeår, härkomst, renhet, antal frö per kilo, gröningsprocent samt datum för analys. Vid mottagandet är det viktigt att kontrollera kvaliteten på fröna. De ska vara torra på ytan och färg, storlek och utseende ska vara de rätta för respektive art.

Frölagring. Livslängden hos frön beror huvudsakligen på deras vattenhalt, omgivande temperatur och luftfuktighet. För de flesta fröer gäller att ju torrare de är desto längre är hållbarheten. Lagringssättet varierar mellan arter men det finns vissa generella regler:

- fullt mogna frön håller sig vitala längre än frön som insamlats omogna
- nyskördade frön klarar lagring bäst
- frön från goda fröår har högst kvalitet och kan lagras länge
- fröpartier med hög grobarhet och gröningsenergi kan lagras länge
- frön med hårda ogenomträngliga fröskal kan lagras längre än om skalen är mjuka
- oskadade frön behåller vitaliteten längre än skadade frön
- konstant lagringstemperatur och lagringsfuktighet ger lång lagringstid
- låg vattenhalt och låg temperatur ger längre lagringsmöjligheter

De flesta frön bör fryslagras vid en vattenhalt av 5–12 %. Fryslagring, som normalt sker vid -2 °C – -4 °C, gör att fröna kan lagras längre än om de kyl-lagras. Det gäller att undvika att fröna drabbas av angrepp från mikroorganismer och skadedjur och därför ska lufttäta emballage användas.

¹²¹ Lundh, J.-E. 2001. *Studies on harvesting seeds and testing seed quality of common alder, grey alder, pendula birch and pubescent birch*. Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. Forest Management and Products, Report No. 18, Uppsala, 44 s.

Stratifiering. Många frön har någon typ av vila som gör att de inte omedelbart kan gro. Äkta vila innebär att det finns biokemiska hinder i eller kring fröet som måste bort för att fröet ska gro. Detta är vanligt hos våra lövträd. Fysikalisk vila innebär att det finns en barriär som hindrar transport av gaser och vätskor. Oftast är det fråga om ett hårt fröskal såsom hos ärtväxter. En tredje variant är en kombination av äkta och fysikalisk vila. Detta förekommer till exempel inom rosfamiljen.

Stratifiering innebär att man behandlar fröna så att frövilan bryts och fröet kan gro. Den vanligaste formen av stratifiering är kallstratifiering och innebär att den äkta vilan bryts genom att fröna förvaras i temperaturen +3 – +5 °C från några veckor upp till flera månader. Låg temperatur vid stratifieringen kombinerat med lång dagslängd vid själva groningen har visat sig ge hög groningsprocent i laboratoriestudier.¹²² Frön som ska stratifieras ska vara genomfuktade, dvs ha legat i blöt i 1–5 dygn beroende på art och frönas initiala vattenhalt. Därefter blandas fröna med stratifieringsmedlet som till exempel kan bestå av en blandning av sand och torvströ. Frön med kombinerad vila måste genomgå en värmestratifiering vid 20 °C några veckor före kallstratifiering. De vanligaste sätten att ta håll på hårda fröskal är slipning, behandling med kokande vatten eller med svavelsyra.

Många arter kan sås på hösten och får då en naturlig stratifiering under vintern. Höstsådd innebär att stratifieringsarbetet kan undvikas. Höstsådden är dock beroende av att vinterförhållandena och våren är lämpliga för stratifiering vilket inte är helt säkert. För att få en jämn och snabb groning för trädslag som kräver ordentlig stratifiering är det därför säkrare att sköta detta arbete själv. Arter med kort eller inget stratifieringskrav kan emellertid sås på hösten med liten risk.

Groningsanalyser. God information om fröpartiets kvalitet gör att såddresultatet kan bli bästa möjliga. Vid köp av frö medföljer de upplysningar som behövs men vid egen skörd kan egna groningsanalyser utföras.

Frön som gro utan förbehandling, till exempel alfrö, kan testas genom att placera 100 frön på ett fuktat läskapper i en petriskål med locket på. Efter 10 och 21 dagar räknas antalet frön som grott. Då erhålls en uppfattning om groningshastighet och groningsprocent. För att få fram frövikten vägs de 100 fröna före analysen.

Frön som gro utan förbehandling men som får högre groningshastighet om de kallstratifieras i ca 3 veckor vid +5 °C, testas som ovan men med 100 frön som stratifierats och 100 som inte stratifierats. Groningshastigheten avgör om partiet behöver stratifieras eller ej. Björk tillhör den här gruppen.

Om fröna kräver längre stratifiering eller har kombinerad vila är det enklast att skära upp ett antal frön och se efter hur matade de är.

Björk

Björkarna tillhör de fåtal trädslag vars frön är fotosensitiva. Det gäller framförallt vid svalare förhållanden, och vid 15 °C är groningsprocenten högre vid långdagsförhållanden än vid kort dag. Vid 20 °C försvinner denna skillnad.

¹²² Vanhatalo, V., Leinonen, K., Rita, H. & Nygren, M. 1996. Effect of prechilling on the dormancy of *Betula pendula* seeds. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1203–1208.

Det är rött och blågrönt ljus som ger effekt¹²³ medan ljusintensiteten har mindre betydelse.

Björkarna börjar ge frö vid 10–15 års ålder. Då björkfrön mognar skiftar hängena från grönt till brunt vilket också lätt går att kontrollera genom att bryta isär dem. Fröna skördas när de blivit bruna men hängena fortfarande är gröna. Ett hänge innehåller omkring 450 små frön. Hängena torkas i temperatur under 30 °C varpå rensning och avvingning sker i luftström och genom nötning. Rätt behandlade och förvarade, till exempel i plastpåse i kyl, kan gröningsprocenten fortfarande vara ca 50 % efter åtta år. Vattenhalten ska vara högst 4 %. Ett kilo björkfrö innehåller 2–7 miljoner frön och ger minst 60 000 plantor vid extensiv odling.

Björk är ett trädslag där sådd kan utföras och där en del försöksresultat föreligger. De kan sås både på hösten och våren. För att bryta vilan kan kallstratifiering göras i 0 till +5 °C i 1–3 veckor.

Karlsson^{124,125} genomförde en föryngringsstudie med björk på fyra jordbruksmarker. Syftet var att se markprepareringens betydelse för plantuppslag från såväl naturlig föryngring som sådd. Sex olika markberedningsmetoder (ingen behandling, plöjning, fräsning, djupplöjning, inversmarkberedning och matjordstäkt) kombinerades med ytterligare fem behandlingar (ingen behandling, behandling med glyfosat, tillförsel av torvströ, tillförsel av vedaska och kalkning). Avsaknad av markbehandling samt fräsning gav det sämsta plantuppslaget. Resultaten sammanfattades efter fyra år på följande sätt:

- överlevnad och etablering av fröplantor gynnas kraftigt av radikal markberedning
- såddfläckar med enbart bar mineraljord i markytan motverkar inväxning av konkurrerande vegetation
- såddfläckar som huvudsakligen har bar mineraljord ger bäst överlevnad och etablering av fröplantor
- såddfläckar där matjorden avlägsnas har den bästa etableringen på sandig mark
- såddfläckar med avlägsnad matjord och inversmarkberedning uppvisar båda god plantetablering på mjällig mark
- de största plantorna påträffas där matjord finns kvar i markprofilen
- tillförsel av torvströ på såddfläcken gynnar plantetablering

Stener¹²⁶ visade att fältsådd av björk på skogsmark är ett alternativ till plantering på lokaler som markberetts väl och där vegetationstrycket är måttligt. Försöket omfattade 16 lokaler i södra Sverige och anlades under en fyraårs-

¹²³ Werner, M. & Karlsson, L. 1998. *Hantering av lövträdsfrö, från skörd till sådd*. Skogforsk,Handledning, Uppsala, 47 s.

¹²⁴ Karlsson, A. 1996a. Site preparation of abandoned fields and early establishment of naturally and direct-seeded birch in Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 199: 1–25.

¹²⁵ Karlsson, A. 1996b. Initial seedling emergence of hairy birch and silver birch on abandoned fields following different site preparation regimes. *New Forests* 11: 93–123.

¹²⁶ Stener, L.-G. 2003. *Fältsådd av björk i södra Sverige – ett alternativ till plantering*. Skogforsk, Resultat nr 18, Uppsala, 4 s.

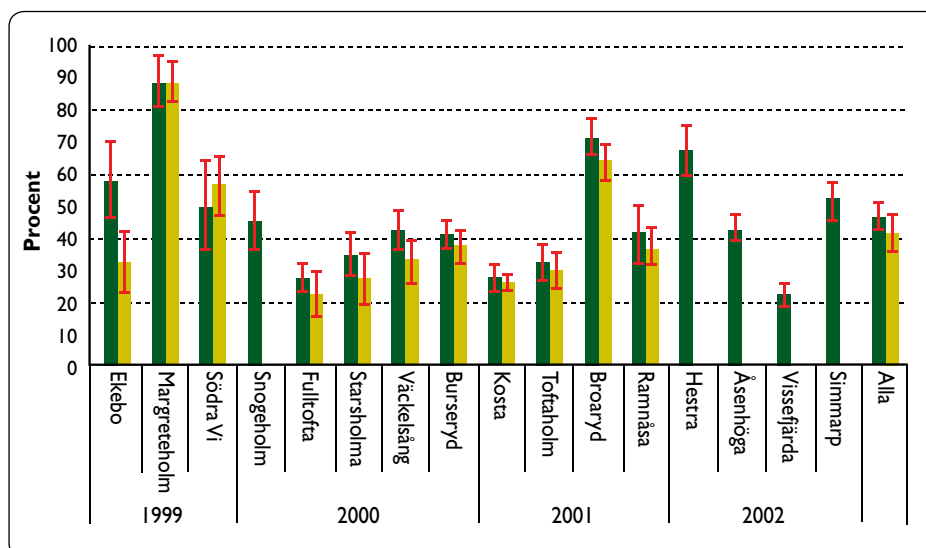
period. Sådden utfördes i början av april på såddfläckar som mikropreparats. Förbandet av fläckar var ungefär $0,5 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$. Inför sådden blandades frö och fuktig moig sand så att en kula om ca 1 cm^3 kunde formas innehållande ungefär 25 frön (figur LÖ15). Kulan kastades i den preparerade såddfläcken. Inventering skedde på hösten efter sådden och i de flesta fall även året därpå.

Metoden visade efter första säsongen att 47 % av de sådda fläckarna innehöll levande plantor, uttryckt som ett genomsnitt på de 16 lokalerna (figur LÖ16). Variationen mellan lokaler var dock betydande, från 23 % till 89 %. Efter andra året var genomsnittssiffran 42 %. Från försöket drogs slutsatserna att föryngringen kan bli betydligt billigare vid sådd än vid plantering samtidigt som risken för misslyckande ansågs vara större, plus att röjningskostnaden sannolikt blir högre.



Figur LÖ15 Eftersom björkfrön är små och svåra att hantera kan en lämplig såddmetod vara att blanda frön och fuktig moig sand. Därefter formas en kula, eller ”prilla”, som bör innehålla ungefär 25 frön cm^{-3} . Denna kastas på såddfläcken tidigt på våren då markfukten fortfarande är stor.¹²⁷ Foto Lars Rytter.

¹²⁷ Från: Stener, L.-G. 2003. Fältsådd av björk i södra Sverige – ett alternativ till plantering. Skogforsk, Resultat nr 18, Uppsala, 4 s.



Figur LÖ16 Resultat från såddförsök med björk. Under en fyraårsperiod (1999 –2002) såddes sammanlagt 16 lokaler på våren i april respektive år. Figuren visar andelen såddfläckar där levande plantor påträffades. En första inventering utfördes på hösten i september (gröna staplar) och en andra på de flesta platser efter ytterligare ett år (gula staplar). De lodräta strecken i staplarna anger medelfelet.¹²⁸

Asp

Asp- och poppelfrön är små och kortlivade om de inte torkas omedelbart. Behovet av god vattentillgång vid groningen och plantetableringen av asp har visats i bland annat finska studier.¹²⁹ Bränning av föryngringsytan kan sannolikt förbättra såddresultatet.¹³⁰ Fältsådd sker ytterst sällan och är problematisk, medan insamling av frö och uppdragning av plantor i plantskolan är lite enklare att lyckas med. Aspfrön bör sås direkt efter skörd och kräver ingen behandling. Ett kilo frö innehåller ca 8 miljoner frön och kan teoretiskt ge 1–3 miljoner plantor. Då asp uppnått 8–10 års ålder kan insamling av frö påbörjas.

¹²⁸ Från: Stener, L.-G. 2003. *Fältsådd av björk i södra Sverige – ett alternativ till plantering*. Skogforsk, Resultat nr 18, Uppsala, 4 s.

¹²⁹ Latva-Karjanmaa, T., Suvanto, L., Leinonen, K. & Rita, H. 2003. Emergence and survival of *Populus tremula* seedlings under varying moisture conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 2081–2088.

¹³⁰ Latva-Karjanmaa, T., Suvanto, L., Leinonen, K. & Rita, H. 2006. Sexual reproduction of European aspen (*Populus tremula* L.) at prescribed burned site: the effects of moisture conditions. *New Forests* 31: 545–558.

Al

Klibbal och gråal är 10–30 år då första fröskörd kan tas. Då fröet mognar skiftar kottarna färg från grönt till mörkbrunt. Kottarna plockas då kottfjällen har börjat spricka upp. De kan förvaras fritt liggande i 1-2 månader innan klängning. Kottarna klängs sedan i värme, högst 50 °C i 24 timmar, vilket upprepas två gånger varpå fröet har ett vatteninnehåll på 6–8 %. Fröna är tämligen lätta att luftrensa men kvaliteten blir ofta låg eftersom tomma frön är besvärliga att rensa ut. Fröna kan förvaras med bibehållen grobarhet i ett par år i slutna förpackningar i plantfrys (-2 – -4 °C). Hos stora klibb- och gråalar är det möjligt att samla in mer än 500 000 frön per träd.¹³¹

Alarna kan sås både på hösten och våren och behöver ingen uppblötning dessförinnan. För att förbättra grobarheten kan fröna stratifieras vid +5 °C i 180 dagar avslutat med tre dagar vid -20 °C.¹³² Såddresultatet blir betydligt bättre för både klibbal och gråal om fröna sås i mineraljord istället för i humus.¹³³ Ett kilo frö beräknas räcka till ca 60 000 plantor.

Blandning av trädslag där ordinärt löv ingår

Sådd av blandskog är knappast något som förekommer. Blandskogen uppstår snarare av att naturlig föryngring kommer in i sådden av ett enskilt trädslag.

Naturlig föryngring

Med naturlig föryngring avses såväl sexuell (frö) som vegetativ föryngring (stubbskott, rotskott och avläggare). Liksom de flesta lövträd har björk, asp och al förmågan att föryngras vegetativt men med vissa skillnader. Hur de olika formerna av vegetativ föryngring fungerar beskrivs under respektive trädslag. Naturlig föryngring genom frö är en process som består av flera på varandra följande delprocesser eller ”steg”. Det är viktigt att beakta hur de olika delprocesserna fungerar och hur de varierar i tid och i rum för att kunna bedöma etableringen av naturlig föryngring, samt vilka åtgärder som behöver utföras för att uppnå önskat resultat. En generell beskrivning av delprocesserna ges inledningsvis före de mer trädslagsspecifika beskrivningarna. I de trädslagsspecifika beskrivningarna ges förutom relevant ekologisk information även praktiska synpunkter på effekter av föryngringsåtgärder.

Processer

Fröproduktion. Naturlig föryngring med frö inleds då knoppnlag bildas och differentieras till antingen vegetativa knoppnlag, genom vilken trädets skotttillväxt sker, eller könsliga knoppnlag vilka senare blir han- eller honblommor. Differentieringen sker under tillväxtperioden, oftast under sommaren. Björk, asp och al har endast enkönade blommor. Hos björk och al sitter han- och honblommor på samma träd, dvs träden är tvåkönade, men hos asp

¹³¹ Lundh, J.-E. 2001. *Studies on harvesting seeds and testing seed quality of common alder, grey alder, pendula birch and pubescent birch*. Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. Forest Management and Products, Report No. 18, Uppsala, 44 s.

¹³² Schalin, I. 1968. Germination analysis of grey alder (*Alnus incana*) and black alder (*Alnus glutinosa*) seeds. In: Trappe, J.M., Franklin, J.F., Tarrant, R.F. & Hansen, G.M. (eds.) *Biology of Alder*, USDA Forest Service, Portland, Oregon, s. 107–123.

¹³³ Schalin, I. 1966. *Alnus incana* (L.) Moench. in forestry practice. *Metsätäloudellinen Aikakauslehti* 9: 362–366. På finska med engelsk sammanfattning.

sitter han- och honblommor på olika träd som då är enkönade.

Balansen mellan de vegetativa och könsliga knoppanlagen styrs bland annat av vädret vid differentieringstidpunkten samt hur mycket energi i form av stärkelse och mineralnäringsämnen som trädet har lagrat. Ju varmare/torrare väder under differentieringsfasen och ju mer lagrad energi som finns, desto större andel blomknoppsanlag bildas.¹³⁴ ”Signalerna” förmedlas med hjälp av hormoner.

Andelen blomknoppsanlag varierar mellan olika år, inte bara på grund av vädret utan också för att blomning och den senare fröutvecklingen förbrukar en del av trädets upplagrade energi. Detta gör det svårare för trädet att producera stora mängder blommor påföljande år. Andelen blomknoppsanlag kan dock öka hos träd som blir stressade eller skadade, vilket ibland utnyttjas i fröplantager. Det absoluta antalet blomknoppar som bildas bestäms av hur mycket resurser, dvs energi, som trädet producerar med hjälp av sin fotosyntes. Träd som är stora, har liten konkurrens från andra träd och som står på en bördig ståndort med ett bra klimat, producerar ett större antal blommor än träd i motsatta situationer.¹³⁵ Även minimiåldern för att bilda blomknoppar beror på hur gynnsamma tillväxtförhållanden träden har.

Hos björk, al och asp övervintrar den färdigutvecklade blomknoppen och blommor den följande våren. Blomningen, dvs knoppsprickning, utvecklingen av blomorgan, pollinering och befruktning, är ett känsligt skede och skador uppstår lätt, ofta på grund av låga temperaturer. Hos de aktuella trädslagen sprids pollenkornen med hjälp av vind. Pollenspridningen kan påverkas negativt av hög nederbörd eller av låga vindstyrkor men det torde sällan vara av någon större betydelse. Däremot kan pollineringen vara begränsad av den totala pollenmängden i luften. Eftersom möjligheterna att ett pollenkorn befruktar honblommans fruktämne ökar kraftigt om pollenkornet härrör från en annan individ (korsbefruktning), kan år med få hanblommor (vilket ofta sammanfaller med få honblommor) ge dålig befruktning, speciellt hos solitära träd. En låg pollineringsgrad eller självbefruktning leder till att färre frön utvecklas och att grobarheten hos de frön som utvecklas är låg.¹³⁶

Utvecklingen av frö hos de befruktade honblommorna sker relativt snabbt jämfört med andra trädslag, och är ofta färdig efter några månader.

Fröspridning. När fröna är färdigutvecklade öppnar sig björkens, aspens eller alens frösamling (i dagligt tal hänge eller kotte) och fröna släpps och sprids från trädet. Tidpunkten för detta varierar kraftigt inom ett träd. Ofta sker fröspridningen tidigare för frön som har utvecklats dåligt och som därmed har lägre grobarhet. Även de sista fröna som sprids kan ha en lägre grobarhet på grund av skador som uppstått efter mognaden.

Frö från björk, al och asp sprids med vinden som därmed har stor betydelse för när och hur det släpps. Höga vindstyrkor och/eller stor byighet ökar mängden. Detta är en av faktorerna som gör att den största koncentrationen av frön på marken hittas en bit ifrån trädet och inte närmast stammen. Avståndet från stammen till högsta koncentration av frön är dock oftast kort. Det kan röra sig om några meter upp till kanske ett tiotal meter beroende på

¹³⁴ Piovesan, G. and Adams, J.M. 2001. Masting behavior in beech: linking reproduction and climate variation. *Canadian Journal of Botany* 79: 1039–1047.

¹³⁵ Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London, 892 s.

¹³⁶ Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London, 892 s.

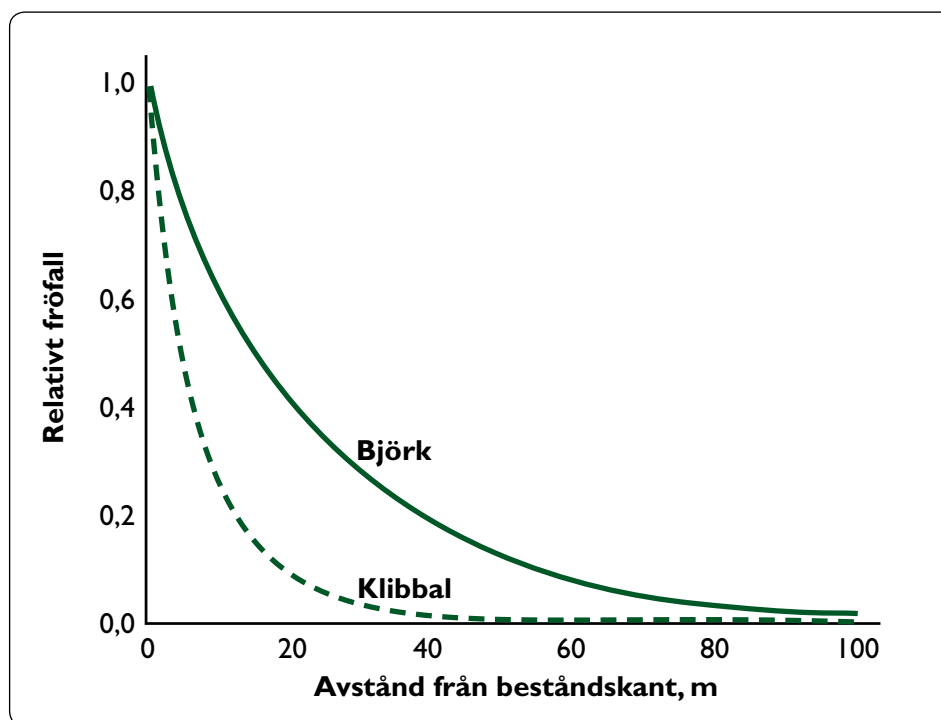
lokala förhållanden och trädslagets fröspidningsförmåga. När ett frö släpps förflyttas det i sidled med hjälp av vinden men även i höjdlid tack vare fröets massa och gravitationskraften.

Vindspridda frön har mer eller mindre effektiva ”vingar” som gör att luftmotståndet ökar och de kan hålla sig ”flygande” i luften en längre tid. Detta påverkar fallhastigheten. Ju lägre fallhastighet, desto längre tid uppehåller fröet sig i luften innan det når marken och desto längre sträcka kan vinden transportera det i sidled. Förutom fallhastighet och vindhastighet påverkar höjden som fröet släpps från samt rådande vindturbulens hur långt fröet kan spridas. Eftersom dessa faktorer varierar kommer fröna att spridas olika långt från ursprungsträdet. Den största koncentrationen av frön påträffas nära ursprungsträdet, och med ökande avstånd blir koncentrationen allt lägre. Frökoncentrationen avtar snabbt nära trädet men planar sedan ut med ett ökande avstånd (figur LÖ17).¹³⁷

I teorin blir frökoncentrationen på marken aldrig riktigt noll eftersom det alltid finns en liten sannolikhet att ett frö kan transporteras långa sträckor.

Efter att fröet har landat på marken kan det förflyttas av till exempel vindbyar, så kallad sekundär fröspidning. Denna fröspidning beror på vindens styrka samt fröets storlek och lyftkraft, såsom vid den primära spridningen. Vid sekundär fröspidning spelar även underlaget i form av markvegetation och ytstruktur en stor roll. Skarsnö och is är det underlag som ger bäst förutsättningar för en lång sekundär spridning. Bar mineraljord är också en jämn yta som ökar spridningen medan till exempel gräs och småskaliga höjdskillnader minskar möjligheterna. Under svenska förhållanden har den sekundära fröspidningen sannolikt liten betydelse för förnyingsresultatet.

¹³⁷ Karlsson, M. 2002. Natural regeneration to increase the proportion of broadleaved trees in southern Sweden – effects of seed dispersal and silvicultural treatments. In: Brunner, A. (ed.) *Restocking of Storm-felled Forests: New Approaches*. Proc. Int. Workshop Denmark, March 2001. Skov & Landskab, Reports No. 12, 2002, Hørsholm, Denmark, pp. 100–101.



Figur LÖ17 Fröfallsmätningar från samma lokaler som i figur LÖ18. Här visas det summerade fröfallet över flera år. Fröfallet ges som en funktion av ökande avstånd från beståndskant av blandlövbestånden ut på hyggen.¹³⁸

Etablering – groning, tillväxt och överlevnad. När fröet hamnar på marken kan det gro, men förutsättningarna är inte alltid så bra att det sker. Groningen är en process som börjar med förändringar inuti fröet vilket kräver att fröet har tillgång till vatten, syre och ljus samt att temperaturen håller sig inom ett visst spann. Kraven skiljer sig mellan olika trädslag men styrs också av om fröet är i ”vila”, vilket ofta är fallet när det sprids från träden. Man kan betrakta frövilan som en evolutionär anpassning för att frögroning ska ske under förhållanden som är gynnsamma för den senare plantöverlevnaden. Därför medför frövilan att frögroning ofta inte sker direkt på hösten efter fröspridning, utan nästkommande vår. Då får plantan en hel tillväxtsäsong på sig för etablering inför nästkommande vinter. Det brukar räcka med de förhållanden som råder under vinterhalvåret för att bryta frövilan. Vinterförhållandena utgörs bland annat av låga och fluktuerande temperaturer samt en fuktig miljö.¹³⁹

När frövilan brutits sjunker temperatur- och ljuskraven för groning, men kraven på vattentillgång förändras inte. Vattenbrist är sannolikt den viktigaste anledningen till att frön inte gro. Ytjordskiktets vattenhållande förmåga är sålunda av stor betydelse liksom luftfuktigheten. En finkornig jordart, som exponerats genom till exempel markberedning, har en mycket större vattenhållande förmåga än en grövre jordart med ett förnatäcke ovanpå. På samma

¹³⁸ Karlsson, M. 2002. Natural regeneration to increase the proportion of broadleaved trees in southern Sweden – effects of seed dispersal and silvicultural treatments. In: Brunner, A. (ed.) *Restocking of Storm-felled Forests: New Approaches*. Proc. Int. Workshop Denmark, March 2001. Skov & Landskab, Reports No. 12, 2002, Hørsholm, Denmark, pp. 100–101.

¹³⁹ Suszka, B., Muller, C. & Bonner-Masimbert, M.B. 1996. *Seeds of forest broadleaves – From harvest to sowing*. INRA Editions, Paris, 295 s.

sätt har skuggigare miljöer, såsom slutna skogsbestånd, en jämnare och högre luftfuktighet än soliga hyggen.¹⁴⁰ Om fröet hamnar på ett underlag och i en miljö som är fuktig över en längre tidsperiod kan groningenprocessen börja. Det första steget består av att fröet tar upp vatten. Detta krävs för att starta de fysiologiska förändringarna inuti fröet som gör att skott- och rotspetsarna kan börja växa och tränga igenom fröskalet.

När fröet väl har grott växer rotsystemet ut och skottet utvecklas med sina groddblad. Under detta första utvecklingsstadium är plantan känslig. Om skottet med sina groddblad förstörs finns endast begränsad reservnäring att ta till för plantan för att skjuta nya skott. Kort sagt – en skada som är liten för en stor planta kan vara fatal för en nygrodd planta. En planterad planta som är större har sålunda bättre förutsättningar att klara skador. Den större känsligheten för naturligt föryngrade plantor i tidigt skede kan för det mesta kompenseras genom att ett stort antal frön gror och att det därmed i slutändan ändå finns tillräckligt med plantor kvar.

I jämförelse med fältsådd är naturlig föryngring mindre känslig för avgångsorsaker som uppträder tillfälligt, till exempel torka, eftersom det vid naturlig föryngring sker en i tiden utspridd fröspredning och groning. Om man jämför en nyplanterad planta med en lika stor naturligt föryngrad planta så har den naturligt föryngrade plantan i teorin en större motståndskraft mot skador eftersom dess rotsystem är bättre etablerat. Den praktiska betydelsen av detta har dock inte undersökts.

Björk

Vårt- och glasbjörk är tillsammans vårt vanligast förekommande trädslag med avseende på volym i diameterklassen 0–4 cm.¹⁴¹ Björken är alltså det vanligaste trädslaget på våra hyggen och har uppenbarligen en stor föryngringskapacitet. Eftersom det vanligaste föryngringsmålet på svenska föryngringsytor är att etablera barrskogsbestånd är björkens stora föryngringskapacitet ofta förknippad med röjningsproblematik.¹⁴² Det här avsnittet belyser hur björkens naturliga föryngring fungerar. Den kunskapen kan användas för att såväl begränsa som gynna björkens uppkomst. I de avseende som vårt- och glasbjörk skiljer sig åt kommenteras detta, i övriga fall gäller informationen för båda arterna.

Fröproduktion. Tidpunkten för differentiering av vegetativa knoppar och blomknoppar hos björk sker under sommaren, för hanknopparna något tidigare än för honknopparna. Varm och torr väderlek tycks öka bildningen av blomknoppar, liksom låg fröproduktion under innevarande sommar.¹⁴³ Det medför att fröproduktionen hos björk varierar mycket mellan olika år

¹⁴⁰ Oleskog, G. 1999. The effect of seedbed substrate on moisture conditions, germination and seedling survival of Scots Pine. PhD-Thesis, *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silviculturae* 99. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. Forest Management and Products, Uppsala, 25 s.

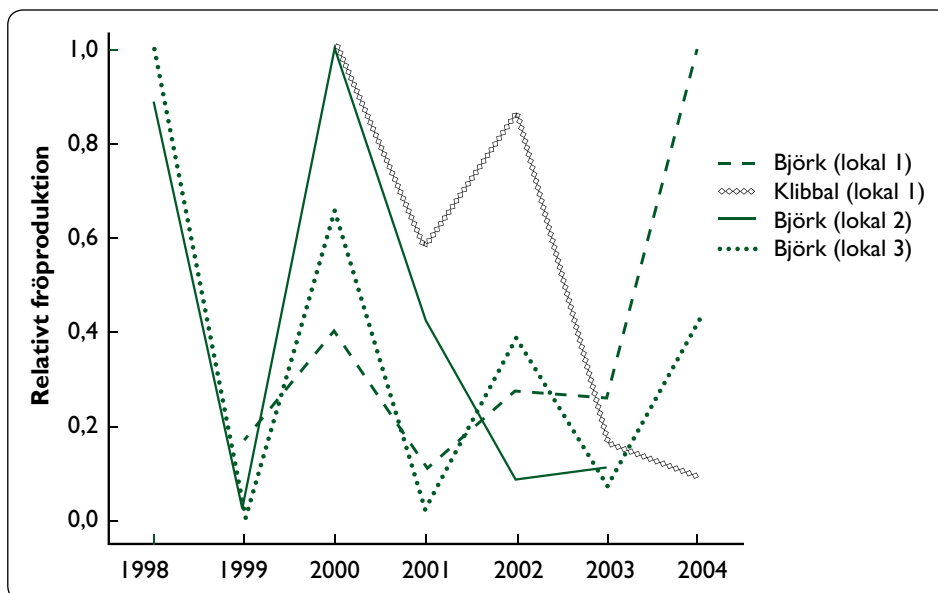
¹⁴¹ Skogsstyrelsen. 2003. *Skogsstatistisk årsbok 2003*. Skogsstyrelsen, Jönköping. 345 s.

¹⁴² Se delen *Röjning* i Skogsskötselserien.

¹⁴³ Dahl, Å & Strandhede, S-O. 1996. Predicting the intensity of birch pollen season. *Aerobiologia* 12: 97–106.

(figur LÖ18).¹⁴⁴ Variationens storlek beror sannolikt på lokala förutsättningar men skillnaden mellan ett dåligt och ett bra år är åtminstone tiofaldig. Figur LÖ18 visar att det finns en klimatisk styrning av knoppdifferentieringen. De undersökta lokalerna ligger i Skåne, Halland och Småland men mönstret av bra och dåliga fröår sammanfaller ofta. Avvikelse, såsom 2002, kan bero på att ståndorterna är olika känsliga för till exempel uttorkning eller att blomning eller frötveckling har skadats genom ogynnsamt klimat.

Den absoluta mängden frö som produceras per trädenhet varierar mellan olika lokaler beroende på bördighet, klimat och slutenhet. Fröproduktionen kan även variera betydligt mellan olika träd på samma lokal. Beräkningar av antalet frö per normalstort träd på genomsnittliga ståndorter i södra Sverige ger siffror kring 5–10 miljoner under goda fröår medan undersökningar från norra Sverige indikerar betydligt lägre siffror.¹⁴⁵ Oavsett vilka siffror som används är detta ett betydligt större antal frön än vad som påträffas hos gran och tall. I figur LÖ18 visas data för björk utan särskiljande av vårt- och glasbjörk. Resultat från studier där björkar artbestämts tyder på att det inte finns några skillnader mellan arterna i antalet frö som produceras.¹⁴⁶



Figur LÖ18 Data från fröfallsmätningar för björk och klibbal i tre lövblandbestånd i södra Sverige. Relativ fröproduktion är det summerade fröfallet under aktuellt år dividerat med det maximala fröfallet på respektive lokal under undersökningsperioden. Resultaten baseras på 40–60 fröfallor per lokal.¹⁴⁷

¹⁴⁴ Karlsson, M. 2001. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden – Effects of silvicultural treatments and seed dispersal from surrounding stands. Doctor's dissertation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silverstria* 196, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 44 s.

¹⁴⁵ Fries, C. 1984. Den frösådda björkens invandring på hygget. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3-4: 35-49.

¹⁴⁶ Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364: 1-60. På finska med engelsk sammanfattning.

¹⁴⁷ Data delvis hämtade från: Karlsson, M. 2001. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden – Effects of silvicultural treatments and seed dispersal from surrounding stands. Doctor's dissertation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silverstria* 196, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 44 s.

Efter att blomknopparna differentierats fortsätter utvecklingen, och under sensommar och höst kan upprättstående hanhängen urskiljas. En riklig förekomst av hanhängen kan ses som ett tecken på ett kommande gott fröår.

Blomningen startar ungefär vid lövsprickningen då en viss temperatursumma uppnåts. Pollenkornen sprids med hjälp av vinden. Under år med låg frekvens av hanblommor blir en hög andel honblommor obefruktade eller självpollinerade. Det leder till en låg andel grobara frön samtidigt som självbefruktade frön kan ge plantor som växer dåligt.¹⁴⁸ Frekvensen av han- och honblommor varierar mycket mellan åren. Trots att glas- och vårtbjörk har olika kromosomantal kan grobara frön uppstå om arterna korsas. Avkomman blir dock oftast steril.¹⁴⁹ Det finns morfologiska skillnader mellan frö från vårt- och glasbjörk. Frövikten skiljer sig också något – 0,15 och 0,12 mg för vårt- respektive glasbjörk.¹⁵⁰

Från mitten av juli till september blir björkfröna mogna. Tidigast nås frömodnad i de södra delarna av Sverige. Grobarheten hos björkfrön är jämfört med andra trädslag relativt låg – mellan 30 och 70 %.¹⁵¹

Fröspridning. Björkens frön sprids med hjälp av vinden. De två vingar som sitter på själva björknöten medför att fröet får en låg fallhastighet och god spridningsförmåga. Trots att björkfrön sprids med vinden hamnar de allra flesta frön nära moderträdet. En mycket liten andel sprids längre sträckor. Som exempel är intensiteten av fröfallet på 100 meters avstånd från moderträdet bara ett fåtal procent av den maximala intensiteten i närheten av moderträdet (figur LÖ17). Även i jämförelse med andra trädslag med betydligt större frö, till exempel lönn, är fröspridningen förvånansvärt nog på samma nivå.¹⁵² En förklaring kan vara att den största delen av fröspridningen sker under sensommaren då det är mindre blåsigt än under hösten då många andra lövträdslag sprider sina frön. Trots att andelen björkfrön som sprids långt är liten så är ändå det absoluta antalet stort eftersom fröproduktionen generellt sett är stor jämfört med andra trädslag. Detta förklarar varför björken trots ineffektiv fröspridning kan etableras långt från fröträden. Skillnaden i frövikten borde medföra att glasbjörk har en något mer effektiv fröspridning än vårtbjörk.

Etablering – groning, tillväxt och överlevnad. Då björkfröna sprids på sensommaren befinner de sig i vila. Vilan utesluter inte att fröna kan gro utan innebär att kraven på temperatur och ljus är högre än efter det att frövilan brutits, vilket sker under vintern. Det är vanligt att björkfrön gror på hösten, åtminstone i södra Sverige. Överlevnaden hos dessa plantor är ofta lägre än

¹⁴⁸ Wang, T., Hagqvist, R. & Tigerstedt, P.M.A. 1999. Inbreeding depression in three generations of selfed families of silver birch (*Betula pendula*). *Canadian Journal of Forest Research* 29: 662–668.

¹⁴⁹ Perala, D.A. & Alm, A.A. 1990. Reproductive ecology of birch: A review. *Forest Ecology and Management*. 32: 1–38.

¹⁵⁰ Suszka, B., Muller, C. & Bonner-Masimbert, M.B. 1996. *Seeds of forest broadleaves – From harvest to sowing*. INRA Editions, Paris, 295 s.

¹⁵¹ Suszka, B., Muller, C. & Bonner-Masimbert, M.B. 1996. *Seeds of forest broadleaves – From harvest to sowing*. INRA Editions, Paris, 295 s.

¹⁵² Karlsson, M. 2002. Natural regeneration to increase the proportion of broadleaved trees in southern Sweden – effects of seed dispersal and silvicultural treatments. In: Brunner, A. (ed.) *Restocking of Storm-felled Forests: New Approaches*. Proc. Int. Workshop Denmark, March 2001. Skov & Landskab, Reports No. 12, 2002, Hørsholm, Denmark, pp. 100–101.

de plantor som gror på våren eftersom de förra ofta inte hinner etablera sig i tillräckligt hög grad för att kunna överleva vinterns påfrestningar.

En lyckad groning kräver att de små björkfröna landar på ett lämpligt substrat. Ett sådant kännetecknas av en jämn och hög ytfuktighet och av att det finns ”mikromiljöer” där fröet kan ”halvt begravas”. Det ger bra kontakt med substratet och god tillgång på vatten. Den lilla fröstorleken samt avsaknaden av lagrad näring i själva fröet (frövita) gör miljön än mer viktig.

Exempel på gynnsamma substrat för björkens groning är bar mineraljord, och mineraljord med inblandning av organiskt material.¹⁵³ Även vitmossa kan vara ett bra groningssubstrat men har lätt för att torka ut. Mineraljordens kornstorlek avgör groningssubstratets lämplighet eftersom det påverkar porstorleken och därmed förmågan att hålla och transportera vatten. Inblandning av organiskt material ökar porstorleken men den vattenhållande förmågan försämras något.

Den något sämre groningen i humusblandad mineraljord kan i viss mån uppvägas av att tillväxten i ett senare skede blir bättre tack vare att det är ett varmare och mer näringsrikt substrat. Tjocka förnaskikt och tät fältvegetation, speciellt gräs, är ogynnsamma för björkfröns groning. Givetvis spelar även topografin en roll för hur mycket vatten som finns i ytjorden. Fuktiga ståndorter har generellt sett en rikligare björkföryngring.¹⁵⁴

Det saknas studier som jämför vårt- och glasbjörks groningsegenskaper i fält, och det finns därför inget stöd för att förklara glasbjörkens rikligare förekomst på fuktiga och blöta ståndorter med hjälp av skillnader i groningsbiologin.

Undersökningar i norra Sverige har visat att cirka 5 % av det grobara björkfröet som hamnat på marken fortfarande är grobart ett år efter fröspridning.¹⁵⁵ Livslängden är troligen kortare för sydsvenska björkfrön. Den samlade kunskapen visar att björkfrö kan ingå i en kortlivad fröbank. Förutsättningarna är dock att fröet hamnar i miljöer där groningsbetingelserna är dåliga. För att denna fröbank ska få någon praktisk betydelse krävs det också att miljön kring fröna ändras så att de kan gro. I jämförelse med den mängd frön som produceras och sprids varje år, är denna kortlivade fröbank troligen av liten praktiskt betydelse.

Den nygrodda plantan som endast har hunnit utveckla sina groddblad är beroende av en snabb tillväxt. Den har lite ”reservnäring” och klarar därför skador dåligt. Det är också en av anledningarna till att björken behöver miljöer som saknar eller har liten konkurrens för att kunna etablera sig i stor omfattning. Den egentliga skuggtåligheten hos små björkplantor är ej undersökt.

Vegetativ föryngring. Björk har en stor förmåga att skjuta stubbskott men saknar i stort sett naturlig förmåga till andra vegetativa föryngringssätt.

¹⁵³ Perala, D.A. & Alm, A.A. 1990. Reproductive ecology of birch: A review. *Forest Ecology and Management*. 32: 1–38.

¹⁵⁴ Kempe, G. & Stener, L.-G. 2006. Självföryngring med björk på granmarker. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 609, Uppsala, s. 53–55.

¹⁵⁵ Granström, A. & Fries, C. 1985. Depletion of viable seeds of *Betula pubescens* and *Betula verrucosa* sown onto some north Swedish forest soils. *Canadian Journal of Forest Research* 15: 1176–1180.

Glasbjörk skjuter mer stubbskott än vårtbjörk.¹⁵⁶ I en finsk studie¹⁵⁷ kunde man inte se någon avgörande skillnad i virket mellan stubbskottföryngrad eller frösådd glasbjörk, vilket betyder att stubbskottföryngring är en användbar föryngringsmetod, åtminstone för glasbjörk. Björkens stubbskott har stor betydelse i röjning av barrbestånd och tas därför upp mer noggrant i Skogsskötselseriens del om *Röjning*.

Praktiska aspekter på föryngringsåtgärder. Kalavverkning gynnar den naturliga föryngringen av björk. Även markberedning, som vanligen utförs för att förbättra plantetablering av barrplantor, är positiv för den naturliga björkföryngringen.¹⁵⁸ Stark harvning eller liknande ger den bästa effekten på frisk och torr mark. Då blottläggs mineraljord på en stor andel av arealen. Markberedningsmetoder som skapar en upphöjd planteringspunkt, till exempel högläggning, är mindre positiva eftersom den exponerade mineraljorden lättare torkar ut. Markberedning som blandar förna eller humuspartiklar med mineraljorden är, som tidigare nämnts, inte lika gynnsam för groningen som en ren mineraljord men är ändå betydligt bättre än ett orört marksubstrat. Markberedningen åldras snabbt för groningen – i södra Sverige är groningen kraftigt reducerad andra året och det tredje året är den i princip utraderad.¹⁵⁹ Det beror dels på fältskiktets inväxning, dels på att ytan blir mer kompakterad och att de små ”mikrogropar” som fröna delvis kan begravas i försvinner.

En ostörd markyta försämras också snabbt som groningsbädd. Strax efter kalavverkningen kan ett ostört förnaskikt vara en relativt bra groningsbädd, och om avverkningen sker under vinterhalvåret kan ofta ett stort antal frön från fröfallet föregående sommar gro på våren. Dessa plantor etableras relativt lätt eftersom de får ett försprång gentemot övrig vegetation. I synnerhet kan lägre liggande, fuktigare partier på ett hygge snabbt etableras av björk.

Björken är ett skuggintolerant trädslag men flera undersökningar visar att skärmar kan vara en bra etableringsmiljö för björk.^{160,161} Det förklaras bland annat av en hög fuktighet i ytjordskiktet samt en långsam inväxning av fältskiktsvegetation. Tillväxten därefter påverkas emellertid negativt för björk, mer för vårtbjörk än för glasbjörk.

Undersökningar och praktisk erfarenhet visar ibland att antalet naturligt

¹⁵⁶ Sarvas, R. 1948. A research on the regeneration of birch in South Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 35(4): 1–91. På finska med engelsk sammanfattning.

¹⁵⁷ Luostarinen, K., Huotari, N. & Tillman-Sutela, E. 2009. Effect of regeneration method on growth, wood density and fibre properties of downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.). *Silva Fennica* 43: 329–338.

¹⁵⁸ Karlsson, M. 2001. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden – Effects of silvicultural treatments and seed dispersal from surrounding stands. Doctor's dissertation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silverstria* 196, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 44 s.

¹⁵⁹ Karlsson, M. 2001. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden – Effects of silvicultural treatments and seed dispersal from surrounding stands. Doctor's dissertation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silverstria* 196, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 44 s.

¹⁶⁰ Holgén, P. & Hånell, B. 2000. Performance of planted and naturally regenerated seedlings in *Picea abies*-dominated shelterwood stands and clear-cuts in Sweden. *Forest Ecology and Management* 127: 129–138.

¹⁶¹ Karlsson, M. & Nilsson, U. 2005. The effects of scarification and shelterwood treatments on naturally regenerated seedlings in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 205: 183–197.

föryngrade björkar på väl markberedda hyggen blir förvånansvärt få men kan förklaras av att man kanske inte har beaktat alla steg i processen. Fröbjörkar kanske saknas i de angränsande bestånden eller så har fröåret varit dåligt efter att markberedningen utförts. Teoretiska beräkningar visar att risken för att misslyckas med naturlig föryngring av björk till stor del påverkas av insamlad information och kontroll av så många faktorer som möjligt.¹⁶² En genomgång av Riksskogstaxeringens material från 1998–2002 visar att självföryngring av björk är ett säkrare alternativ på fuktig mark än på frisk mark.¹⁶³ Resultaten på frisk mark kan dock förbättras genom fröträdsställning och markberedning.

Asp

Fröproduktion. Aspen är ett dioikt trädslag, vilket innebär att han- och honblommor sitter på skilda träd. Detta är ett effektivt sätt att öka korsbefruktningsen och den genetiska variationen. Nackdelen är att blommorna på isolerade honindivider riskerar att få en dålig eller utebliven befruktning vilket medför liten frösättning med låg grobarhet. Aspens frö är mycket litet (0,1 mg) och saknar frövita. Däremot kan antalet frön som produceras på ett honträd uppgå till flera hundra miljoner under bra fröår.¹⁶⁴ Den årliga variationen i fröproduktion är också mycket stor. År med mycket liten blomning och fröproduktion avlöses med år med riklig produktion.¹⁶⁵ Dessutom verkar blomning och fröproduktion variera kraftigt mellan olika kloner, dvs grupper av till exempel rotskotts föryngrade träd med identisk genetik. Aspens blommor slår ut just innan lövsprickning och pollenkornen sprids med vinden. Fröutvecklingen är snabb och redan en till två månader efter blomning är fröet moget.

Hybridaspern producerar frö på samma sätt som asp. Avkomman blir en blandning av aspar och hybridaspar.

Fröspredning. På aspens frö sitter en samling med hår, en så kallad pensel. När aspfröet sprids fungerar denna pensel som en fallskärm vilket gör att fröna sprids effektivt med hjälp av vinden. Några egentliga mätningar av aspens fröspredning har dock inte publicerats. Fröhängena öppnar sig vid torr och varm väderlek varpå fröna kan spridas.

Etablering – groning, tillväxt och överlevnad. Eftersom aspfrön är små och saknar reservnärings är miljön oerhört viktig för att fröna ska kunna gro och plantor etablera sig. På frisk eller torr mark tycks bar mineraljord vara ett måste för groningen medan groning kan ske på organiskt material på fuktigare mark, även om bar mineraljord är mer gynnsamt även där.¹⁶⁶ Äldre

¹⁶² Karlsson, M. 2004. Risk att misslyckas med föryngring – Riskanalys för tillfredställande naturlig föryngring av björk. I: Blennow, K. (red.) *Osäkerhet och aktiv riskhantering – Aspekter på osäkerhet och risk i sydsvenskt skogsbruk*, SUFOR, s. 53–62.

¹⁶³ Kempe, G. & Stener, L.-G. 2006. *Självföryngring med björk på granmarker*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala s. 10–11.

¹⁶⁴ Latva-Karjanmaa, T., Suvanto, L., Leinonen, K. & Rita, H. 2003. Emergence and survival of *Populus tremula* seedlings under varying moisture conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 2081–2088.

¹⁶⁵ Worrell, R., Gordon, A.G., Lee, R.S. & McInroy, A. 1999. Flowering and seed production of aspen in Scotland during a heavy seed year. *Forestry* 72: 27–34.

¹⁶⁶ De Chantal, M., Kuuluvainen, T., Lindberg, H & Vanha-Majamaa, I. 2005. Early regeneration of *Populus tremula* from seed after forest restoration with fire. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20 (Suppl.6): 33–42.

uppgifter säger att aspfön har en väldigt kort livslängd när det har landat på marken men senare undersökningar har visat att de kan behålla grobarheten åtminstone ett par månader¹⁶⁷ och fröplantor har dessutom visat sig vara vanligare än man tidigare trott.¹⁶⁸

Vegetativ föryngring. Det helt dominerande uppkomstsättet för asp är etablering genom rotskott. Aspar kan skjuta rotskott även utan någon synbar skada eller stress men det är i synnerhet om träden avverkas som det kommer ett massivt uppslag av rotskott. Dessa har en snabb tillväxt och upptar på kort tid ytan runt det avvergade trädet.

Hybridasp skjuter rotskott på samma sätt som asp men tillväxten är mycket högre.^{169,170} Efter första året finns ofta 50 000–100 000 rotskott per hektar och många av dem blir över 2 m höga.

Poppel föryngras, till skillnad från asp, huvudsakligen med stubbskott. Det finns en betydande variation i andelen stubbar som skjuter skott¹⁷¹ och olika kloner har olika benägenhet att producera stubbskott.¹⁷² Stubbskottföryngring är också beroende av att slutförbandet vid avverkning inte är för glest. Det gör att stubbskottföryngring av poppel inte är en helt säker metod.

Praktiska aspekter på föryngringsåtgärder. Fröföryngring av asp är en ovanlig företeelse i de svenska skogarna, men troligen inte så ovanlig som man tidigare trott. Anledningar till lågt intresse för fröföryngring är troligen den stora årliga variationen i fröproduktion samt de höga kraven på groningssubstrat. Däremot är rotskottsföryngring ett sätt som kan och bör utnyttjas som föryngringsmetod.

Al

Möjligheterna att utnyttja naturlig föryngring för klibbal och gråal är goda. Kunskapen är emellertid begränsad, huvudsakligen beroende på alens marginala förekomst.

Fröproduktion. Alens blomknoppar differentieras troligen under sommarmånaderna. Den färdigutvecklade knoppen blommar tidigt nästkommande vår före lövsprickningen. Hanblommornas pollen sprids med vind och de befruktade honblommorna utvecklas under sommaren till frö vilka uppnår full mognad under hösten. Honblommorna är samlade i blomställningar som

¹⁶⁷ Latva-Karjanmaa, T., Suvanto, L., Leinonen, K. & Rita, H. 2003. Emergence and survival of *Populus tremula* seedlings under varying moisture conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 2081–2088.

¹⁶⁸ Myking, T., Böhler, F., Austrheim, G. & Solberg, E.J. 2011. Life history strategies of aspen (*Populus tremula* L.) and browsing effects: a literature review. *Forestry* 84: 61–71.

¹⁶⁹ 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.

¹⁷⁰ Rytter, L. & Stener, L. 2010. *Uthållig produktion av hybridasp efter skörd. Slutrapport för Energimyndighetens projekt 30346*. Skogforsk, Arbetsrapport 706, Uppsala, 23 s.

¹⁷¹ Johansson, T. & Hjelm, B. 2012. The sprouting capacity of 8–21-year-old poplars and some practical implications. *Forests* 3: 528–545.

¹⁷² Mc Carthy, R., Ekö, P.M. & Rytter, L. 2014. Reliability of stump sprouting as a regeneration method for poplars: clonal behaviour in survival, sprout straightness and growth. *Silva Fennica* 48(3): <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1126>.

utvecklas till slutna fröställningar där fröna är inneslutna. I samband med att fröna mognar förvedas fröställningen till en så kallad alkotte. Fröna sprids inte förrän kotten spricker upp. Detta inträffar tidigast efter de första frosttillfällena men fuktig väderlek kan fördröja fröspredningen till tillfällena med torrt väder på våren.¹⁷³ När kotten väl är öppen behövs vind för att få fröna att lossna och spridas. Uppsprickning och vind gör tillsammans att spridningstidpunkten varierar stort.

Storleken på den årliga fröproduktionen är avsevärt mindre än för björk, uppskattningsvis 0,5–1 miljoner frön per träd under goda fröår. Grobarheten varierar och den årliga variationen i fröproduktion är minst lika stor som för björk. Ofta sammanfaller goda respektive dåliga fröår för björk och al. Gråalens frö är lättare (0,6 mg) än klibbalens (1,2 mg) trots att fröna är ungefär lika stora (3 mm långa). Gråalens frö har frövingar medan klibbalens har antydningar till vingar som är korkartade, vilket medför en effektiv spridning då fröna hamnar i vatten.

Fröspredning. Klibbalens frö har en relativt hög fallhastighet och därmed en ganska begränsad spridning med vinden (figur LÖ17)¹⁷⁴. Fröspredning genom djur saknar sannolikt betydelse. Den primära fröspredningen med vind kan till viss del kompenseras av förmågan att klara vattenspredning. Det är förklaringen till klibbalens rika förekomst som bärd utmed rinnande vattendrag. Dessutom kan spridning vintertid öka möjligheterna för fröna att transporteras på hårda snö- eller isytor. Gråalens fröspredning är mindre utforskad men är sannolikt mer effektiv på grund av lägre vikt i förhållande till storlek och att fröna har vingar.

Etablering – groning, tillväxt och överlevnad. Alfrö har ofta en lätt frövila när de sprids. Vilan bryts mestadels under vintern. Vid sen fröspredning kan frövilan bestå men kraven för groning brukar ändå uppfyllas. I viss omfattning kan alfrö gro under nästkommande vår. Alens groning är starkt gynnad av att fröna hamnar på mineraljord eller andra substrat som har god förmåga att hålla och transportera vatten. I likhet med björkfrö saknar även alens frö frövila vilket ökar behovet av vatten- och senare även näring i etableringsmiljön. Uppgifter tyder på att klibbalens groddplanta satsar en relativt stor andel av tillväxten på skotttillväxt och mindre på rottillväxt vilket gör plantan känslig för uttorkning.¹⁷⁵ Denna strategi kan möjligen vara en anpassning till de vattenrika miljöer som är klibbalens typiska ekologiska nisch. Där finns liten anledning att satsa på rottillväxt för att nå markvatten. Det är vanligt att klibbalen även etablerar sig ”utanför” sin nisch, till exempel på betesmark där trampskador exponerat mineraljord. Även gråalens frögroning och plantetablering är i stor utsträckning gynnad av öppen mineraljord.

¹⁷³ Suszka, B., Muller, C. & Bonner-Masimbert, M.B. 1996. *Seeds of forest broadleaves – From harvest to sowing*. INRA Editions, Paris, 295 s.

¹⁷⁴ Johansson, T. & Lundh, J.-E. 2006. *Seed dispersal from a common alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) stand*. SLU, Dept. Bioenergy, Report No. 10, Uppsala, 49 s.

¹⁷⁵ McVean, D. N. 1953. Biological flora of the British Isles: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Journal of Ecology* 41: 447–466.

Vegetativ föryngring. Gråal har en stor förmåga att skjuta rotskott, vilken klibbalen helt saknar. Klibbalen har dock en kraftig stubbskottsbildning, vilket är en huvudfaktor för att bilda så kallade socklar som utvecklas i alkärr. Stubbskottsföryngring av klibbal har bedömts kunna användas i 2–3 generationer innan konditionen blir nedsatt av röta och man måste plantera på nytt.¹⁷⁶

Praktiska aspekter på föryngringsåtgärder. Det finns ingen systematisk kunskap om åtgärder vid naturlig föryngring av al. För klibbal kan man möjligen få en tillfredställande föryngring på fuktig eller frisk-fuktig mark (dessa ståndorter är ej alkärr) genom någon form av markberedning. Samtidigt bör man säkerställa fröförsörjningen genom en tät skärm eller litet avstånd till beståndskant där fröträd finns. I skärmalternativet bör sannolikt skärmen avvecklas snabbt för att tillgodose plantornas krav på ljus, vatten och näring. Möjligheterna att utföra föryngringsåtgärder i klibbalkärr torde i praktiken kraftigt begränsas av att de vanligen förekommande höga naturvärdena inte får äventyras. I annat fall är stubbskottsföryngring en möjlighet, vilket också den historiska användningen av denna beståndstyp visar.

För gråalens del är behovet av närhet till fröträd något mindre på grund av den mer effektiva fröspidningen. Men man kan framför allt räkna med en effektiv rotskottsbildning vid föryngringsavverkning, vilket kommer att utgöra en viktig del i det nya beståndet. Rotskottsuppslaget har uppmätts till i storleksordningen 20 000 stycken ha⁻¹ på ett par lokaler i mellersta Sverige.¹⁷⁷

¹⁷⁶ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

¹⁷⁷ Rytter, L., Sennerby-Forsse, L. & Alriksson, A. 2000. Natural regeneration of grey alder (*Alnus incana* [L.] Moench.) stands after harvest. *Journal of Sustainable Forestry* 10: 287–294.

Röjning

Röjning är en skogsvårdsåtgärd som utförs för att fördela tillväxtresurserna på ett färre antal stammar. Genom att reglera konkurrensen i det unga beståndet kan skogsägaren styra beståndets framtida utveckling så att målsättningen med beståndet i möjligaste mån uppnås.¹⁷⁸

Allmänna effekter av olika röjningsstrategier

Vid röjning reducerar man stamantalet i unga bestånd, varvid konkurrensen om ljus, vatten och näringsämnen minskar och de kvarvarande träden får möjlighet att bygga ut kronor och rotsystem. Intresset för att glesa ut den unga skogen har funnits så länge som en ordnad skogsskötsel förekommit. Redan under tidigt 1800-tal framhåller af Ström¹⁷⁹ vikten av att konkurrensen mellan träden begränsas och att oönskade trädslag avlägsnas i ett tidigt ingrepp. Oavsett om det gäller skötsel av barrträd eller lövträd så har röjning positiva effekter på beståndets framtida produktion, kvalitet och värde. Nedanstående avsnitt ger en komprimerad beskrivning av röjningsåtgärden och dess effekter, samt mer specifik information rörande röjning i björk-, al- och aspbestånd.

Definitionen för röjning är ”beståndsvårdande utglesning av skog, ej avseende uttag av virke”.¹⁸⁰ Skillnaden gentemot gallring är sålunda att virket normalt inte tas tillvara. Denna skillnad har dock blivit alltmer tydlig under senare tid, eftersom man ibland skördar energived i samband med så kallade ”normala röjningsingrepp”.

Röjning är en vanlig skogsvårdsåtgärd inom trakthyggesbruket, men kan förekomma som en aktiv åtgärd även inom andra skogsbrukssystem, till exempel i hyggesfria skogsskötselsystem med selektiv avverkning. Även i tätortsnära och landskapsvårdande skogsbruk utförs röjning, men där kan den ha andra syften och effekter. I den fortsatta texten förutsätts att röjningen görs inom trakthyggesbrukets ramar om inte annat anges.

Röjning inom trakthyggesbruket syftar i regel till att göra skogsbestånden mer homogena (utjämna den eventuella spridningen i ålder och höjd) för att försöka dana värdefullt virke med önskade egenskaper. Detta blir möjligt genom att röjningen:

- resulterar i grövre dimension på kvarvarande träd
- ger vitalare och mer motståndskraftiga träd
- förbättrar beståndets stabilitet
- gynnar rätt trädslag för marken ifråga
- gynnar träd med önskade egenskaper

¹⁷⁸ För en mer fullständig genomgång av röjningsåtgärden och dess effekter, samt teknik för röjning, hänvisas till delen om *Röjning* i Skogsskötselserien.

¹⁷⁹ af Ström, I. 1822. *Förslag till en förbättrad skogshushållning i Sverige, jemte utkast till dess systematiska verkställande*. Stockholm.

¹⁸⁰ Anon. 1994. *TNC 96 Skogsordlista*. Sveriges Skogsvårdsförbund och Tekniska Nomenklaturcentralen, 518 s.

Röjningens utförande påverkas av hur beståndet ser ut och vilket mål skogsägaren har med skogsskötelsen i beståndet. I de flesta fall är röjning en investering med avsikt att skapa en hög framtida avkastning. Den totala produktionen av virke blir normalt inte större i ett röjt bestånd än i ett oröjt, men den blir värdefullare.

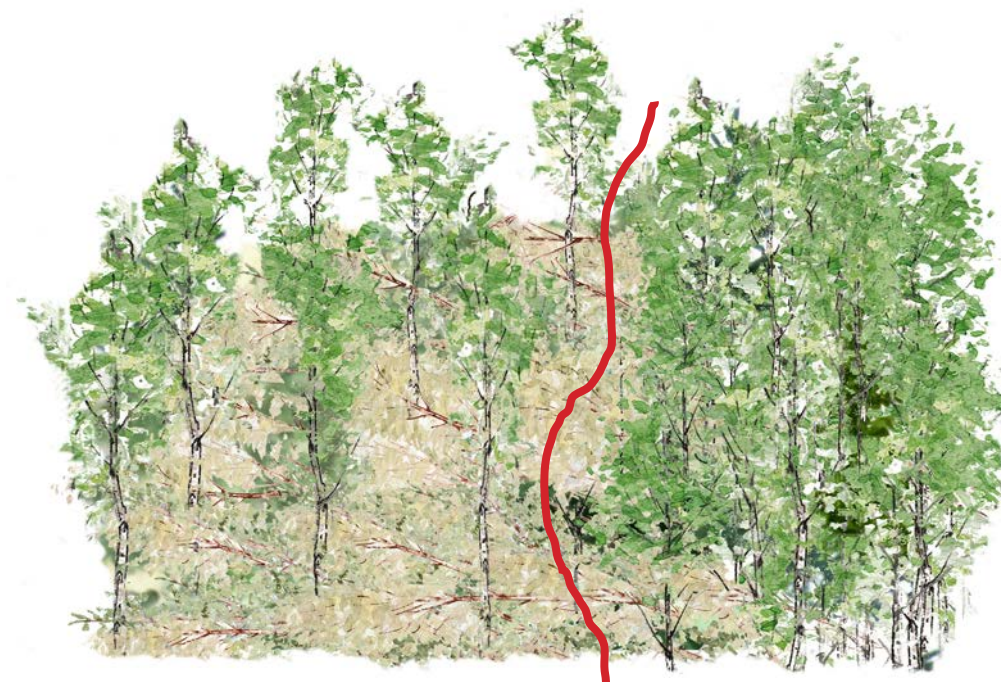
Röjningsformer

Röjningen kan utföras enligt olika metoder, så kallade röjningsformer. Röjningsformerna kan indelas i selektiva och schematiska (eller geometriska) metoder.¹⁸¹ Möjligheten finns också att kombinera röjningsformer, där till exempel en selektiv röjning utförs efter en schematisk. Med selektiv röjning menas att trädens egenskaper avgör vilka stammar som sparas respektive röjs bort, medan det vid schematisk röjning är trädens placering i beståndet som är avgörande. Hittills har de selektiva metoderna varit de mest använda i Sverige. Exempel på selektiva röjningar är enkelställning, punktröjning och vargröjning. En ”nygammal” metod som kallas toppröjning kan också föras hit.

Selektiv röjning

Enkelställning är den vanligaste röjningsformen oavsett trädslag och den metod som varit i stort sett allennärådande när det gäller röjning i ordinära lövträdsbestånd av björk, al och asp, med målsättningen att skapa produktionsbestånd av dessa trädslag. Metoden kan utföras som plantröjning då träden är lägre än 1,3 m eller som ungskogsröjning då träden är högre än 1,3 m. Med enkelställning menas att huvudstammarna (framtidsträden) ställs i ett någorlunda regelbundet förband. Vanligen sker röjning när träden är 2–6 m höga. Resultatet blir ett bestånd med relativt jämnt fördelade och ungefär lika stora träd (figur LÖ19).

¹⁸¹Se delen om *Röjning* i Skogsskötselserien.



Figur LÖ19 Enkelställning i ett björkbestånd. Oröjt bestånd till höger om linjen. Illustration Bo Persson.

Punktröjning (brunnröjning) innebär att man gynnar huvudstammarna genom att röja fram en ”brunn” runt varje huvudstam, dvs ett cirkelformat begränsat trädfrött område runt huvudstammen, och lämna resterande bestånd oröjt. Brunnens storlek brukar variera mellan 1 och 2 m i diameter. Metoden har ibland använts i barrträdsplanteringar, med många konkurrerande lövträd,^{182,183} och kräver i regel ytterligare en röjning för att huvudstammarna inte skall hämmas för mycket.¹⁸⁴ Metoden kan naturligtvis användas även i ordinära lövträdsbestånd, men erfarenheterna är begränsade.

Vargröjning innebär att man röjer bort förväxande, grovkvistiga träd med breda trädkronor. Dessa träd kallas ”vargar” och hämmar ofta träd med bättre kvalitetsegenskaper i dess närhet. Normalt är vargarna något äldre och har fått möjlighet att utvecklas fritt. En vargröjning görs ofta i samband med andra röjningar, till exempel enkelställning, men utförs ibland i ett tidigt skede för att skapa förutsättningar för ett jämnare bestånd.

Toppröjning innebär att man kapar eller bryter röstammarna högre upp än vid traditionell röjning med röjsåg (figur LÖ20). Metoden finns tidigt beskriven i såväl svensk som utländsk litteratur^{185,186} men har inte praktiserats i någon större utsträckning. Försök på senare tid har dock visat att metoden

¹⁸² Andersson, S-O. 1984. Om lövröjning i plant- och ungskogar. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3-4: 69–95.

¹⁸³ Andersson, B. 1993. *Lövträdens inverkan på små tallars (Pinus sylvestris) överlevnad, höjd och diameter*. SLU, Inst. f. skogsskötsel, Rapport nr 36, Umeå, 36 s.

¹⁸⁴ Karlsson, A., Albrektson, A. & Elfving, B. & Fries, C. 2002. Development of *Pinus sylvestris* main stems following three different precommercial thinning methods in a mixed stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 256–262.

¹⁸⁵ Wahlgren, A. 1914. *Skogsskötsel*. P.A. Norstedt & Söner Förlag, Stockholm, 728 s.

¹⁸⁶ Wagenknecht, H.E. & Henkel, W. 1962. *Rationelle dickungspflege*. Neumann Verlag, Radebeul, Berlin.

kan vara användbar i till exempel björk- och bokbestånd.^{187,188} Teoretiskt har metoden flera fördelar:¹⁸⁹

- röjstammarna utövar en kvalitetsdanande konkurrens mot huvudstammarna
- ny och rationell röjningsteknik kan utvecklas
- röjstammarna producerar attraktivt foder för till exempel älg, vilket kan minska betesskadorna på huvudstammarna

Till nackdelarna hör att man måste återkomma med ytterligare röjningar om röjstammarna växer ikapp och förbi huvudstammarna. De toppröjda stammarna bör helst bli så undertryckta att de dör (självgallras) och inte utgör hinder vid första gallring, såvida man inte planerar att ta ut ett skogsbränslesortiment. Toppröjning innebär att framkomligheten i beståndet försvåras under ett antal år.



Figur LÖ20 Toppröjning i ett björkbestånd. Stammarna är brutna i midjehöjd. Foto Nils Pettersson.

¹⁸⁷ Fällman, K, Ligné, D, Karlsson, A. & Albrektson, A. 2003. Stem quality and height development in a *Betula*-dominated stand seven years after precommercial thinning at different stump heights. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 145–154.

¹⁸⁸ Skovsgaard, J-P., Nordfjell, T. & Sorensen, I. H. 2006. Precommercial thinning of beech (*Fagus sylvatica* L.): early effects of stump height on growth and natural pruning of potential crop trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 380–387.

¹⁸⁹ Karlsson, A., & Albrektson, A. 2000. *Röj på en högre nivå*. SLU, Fakta Skog nr 9, 4s.

Schematisk röjning

Vid schematisk röjning är det trädets position, inte trädets egenskaper, som avgör om trädet sparas eller inte. Det är därför rimligt att anta att både produktion och kvalitet blir sämre vid schematisk röjning eftersom många bättre stammar blir tvångsavverkade och markens produktionspotential inte utnyttjas helt.¹⁹⁰

Röjningsformen innebär att regelbundna stråk röjs i beståndet.¹⁹¹ Det kan vara korridorer i naturligt föryngrade bestånd (stråkröjning eller korridoröjning) eller plantrader i planterade bestånd (radröjning). Metoden lämpar sig särskilt väl vid mekaniserad röjning i stamrika bestånd och ger även möjlighet att göra ett effektivt uttag av skogsbränsle. Schematiska röjningsformer har inte varit vanliga i Sverige, men metoden har ansetts vara lämplig vid en första röjning i täta naturliga föryngringar av bok¹⁹², i täta rotskottuppslag av asp¹⁹³ och i täta lövdominerade bestånd¹⁹⁴, och kan förväntas öka om mekaniseringen av röjningen framskrider.¹⁹⁵

Effekter på träd och bestånd

Röjningen har effekt på trädens diametertillväxt. Diameterökningens storlek hos det enskilda trädet är beroende av röjningsstyrkan (se nedan) och hur grovt trädet var vid röjningstillfället. Skillnaden mellan svaga och hårda röjningar kan vara avsevärd. En ökad diametertillväxt (årsringsbredd) är en positiv effekt som ger ett stabilt och vitalt träd som är mer motståndskraftigt mot yttre påverkan, till exempel snöskador.¹⁹⁶ Dessutom leder en större diametertillväxt till positiva ekonomiska effekter; virket får fler användningsområden samtidigt som timmerpriset ökar och avverkningskostnaden minskar när träden blir grövre.

En ökad diametertillväxt kan dock även medföra vissa negativa konsekvenser för virkeskvaliteten, till exempel ökar kvistdiametern när träden står glesare.¹⁹⁷ För barrträd medför breda årsringar i unga år att mängden juvenil ved ökar, vilket bland annat gör att virket får en lägre densitet. Även i lövträd bildas juvenil ved, men där blir problemen mindre eftersom skillnaden mellan juvenil och mogen ved är liten.¹⁹⁸

¹⁹⁰ Pettersson, F. 2001. *Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutvecklingen i tallskog*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 28 s.

¹⁹¹ Bergkvist, I. & Glöde, D. 2004. *Stråkröjning – en metod med stor potential*. Skogforsk, Resultat nr 3, Uppsala, 4 s.

¹⁹² Carbonnier, C. 1979. Att sköta bok – II. Beståndsvård. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3: 28–59.

¹⁹³ 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.

¹⁹⁴ Bergkvist, I., Lundmark, T., Rytter, L. & Thor, M. 2006. Uttag av biobränslen i ungskog. Skogforsk, Arbetsrapport nr 611, Uppsala, 17 s.

¹⁹⁵ Glöde, D. & Bergkvist, I. 2003. *30 år med maskinell röjning – summering av utförd FoU och analys av framtida potential*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 37 s.

¹⁹⁶ Persson, P. 1972. *Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen: inventering av yngre gallringsförsök*. Skogshögskolan, Inst. f. skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser nr 23, 205 s.

¹⁹⁷ Persson, A. 1977. *Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall*. Skogshögskolan, Inst. f. skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser nr 45, 152 s.

¹⁹⁸ Ståhl, E.G. & Pettersson, N. 2007. *Björk som råvara - egenskaper, virkesförråd, produktion och utnyttjande*. Högskolan Dalarna, Avdelningen för träteknologi, Rapport nr 30.

Röjning har även en stor påverkan på beståndet, bland annat påverkas såväl volymproduktion som kvalitetsegenskaper. Här nedan beskrivs kortfattat de generella effekterna av konventionell selektiv röjning (enkelställning). Eftersom de flesta röjningsstudier har genomförts i barrbestånd kommer en del av litteraturhänvisningarna att röra barrträdsstudier. Även om vissa trädslagsskillnader kan förekomma så gäller dessa generella effekter även för de ordinära lövträden.

Röjningsstyrka och röjningstidpunkt

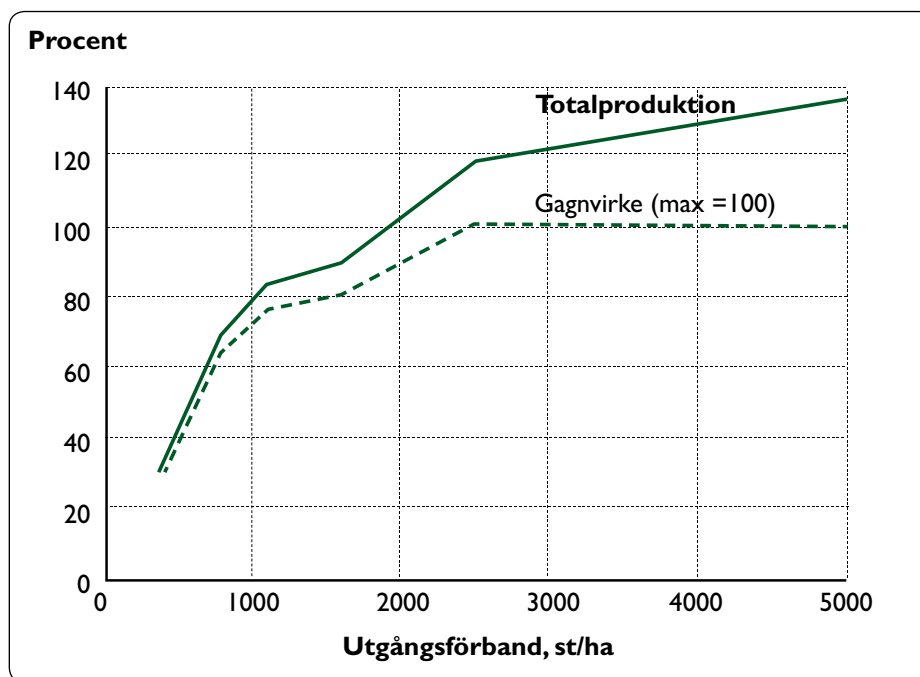
När och hur hårt ska man röja? Svaret på den frågan är beroende av skogsägarens målsättning. Röjning handlar om att reglera konkurrensen i ett skogsbestånd så att skogsägaren skall kunna nå sitt mål med beståndet. Generellt sett påverkas resultatet av röjningsstyrka, röjningstidpunkt och stamval. Naturligtvis har även markens bördighet och beståndets utseende (utgångsläget) betydelse för hur beståndet kommer att utvecklas, vilket i sin tur påverkar hur röjningen kan utföras. I blandbestånd kan man till exempel gynna det/de trädslag som har högst produktion för marken ifråga. Det kan innebära att ett trädslag med uthålligare tillväxt gynnas framför ett ”startsnabbt” trädslag. Om röjning inte sker i ett sådant bestånd är risken stor att det startsnabba trädslaget kommer att konkurrera ut det uthålligare.

Röjningsstyrkan anges normalt som antal stammar per hektar som står kvar efter röjning. Valet av röjningsstyrka påverkas av trädslag, bonitet (markens bördighet) och målsättningen med röjningen. Även utgångsbeståndets stamantal, beståndshöjd och höjdfördelning, samt risken för framtida skador på beståndet, har betydelse.

Man ökar normalt inte den totala volymproduktionen med en röjning, men man kan öka produktionen av gagnvirke.¹⁹⁹ Generellt gäller att ju svagare röjningen är, desto bättre hålls volymproduktionen uppe, men det sker genom att volymtillväxten förläggs till ett stort antal klena stammar.²⁰⁰ En svag röjning liksom en tät plantering resulterar därför i högre total volymproduktion än en stark röjning och en gles plantering (figur LÖ21), men skador, till exempel snöbrott och självgallring kan uppkomma i täta eller oröjda bestånd och det minskar produktionen.

¹⁹⁹ Andersson, S-O. 1975. *Röjning i tall- och granskog*. Skogsfakta från Skogshögskolan nr 4, Stockholm, 4 s.

²⁰⁰ Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 528–539.



Figur LÖ21 Den initiala stamtäthetens inverkan på total biomassa- och gagnvirkesproduktion i planterade vårtbjörkbestånd i Finland efter 20 år.²⁰¹

Starka röjningar till låga stamantal resulterar i en kraftig diameterutveckling hos kvarvarande träd och leder ofta till att det mesta virket från den första gallringen kan nyttjas som gagnvirke.²⁰² En stark diameterutveckling leder samtidigt till en ökad kvistgrovlek hos kvarvarande träd²⁰³, vilket är negativt ur kvalitetssynpunkt eftersom kvistdiameter på stammens nedre del är en viktig kvalitetsfaktor. Svaga röjningar medför å sin sida en lägre diameterutveckling hos såväl kvarvarande träd som deras kvistar, vilket kan resultera i att en del av virket inte kan tas tillvara vid den första gallringen samtidigt som kvarvarande träd får en jämförelsevis bättre kvistkvalitet.

Olika delmål (till exempel en hög gagnvirkesproduktion respektive god kvistkvalitet) kan alltså medföra olika rekommendationer vad gäller röjningsstyrkan. Gränsen för vad som är gagnvirke varierar med hur virket skall användas och har förändrats över tiden. En vanlig gagnvirkesgräns har varit minimidimensionen för massaved, men sedan energived blivit ett sortiment har även klenare virke blivit ekonomiskt intressant.

Tidpunkten påverkar resultatet

Tidpunkten för röjning, som ofta beskrivs med den trädhöjd vid vilken röjning sker, påverkar resultatet. Ju tidigare träden enkelställs desto snabbare ökar de sin diametertillväxt. Ju senare träden enkelställs desto mer biomassa kommer att röjas bort och desto mindre biomassa (totalt sett) kommer de kvarvarande träden att ha byggt upp. Om en tidig röjning (vid låg trädhöjd,

²⁰¹ Källa: Niemistö, P. 1996. Yield and quality of planted silver birch (*Betula pendula*) in Finland – Preliminary review. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, Supplement No. 24: 51–59.

²⁰² Se delen om *Röjning* i Skogsskötselserien.

²⁰³ Niemistö, P. 1995. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the crown and branch properties and taper of silver birch (*Betula pendula*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 235–244.

ca 1–2 m) jämförs med en sen röjning (vid högre trädhöjd, minst 5 m) och röjningsstyrkan är densamma, kommer en tidig röjning att resultera i lägre röjningskostnad (det går snabbare att röja små och klena träd än högre och grövre träd), mer gagnvirke, grövre virke, grövre kvist och stor risk för sämre kvalitet.²⁰⁴

Ur kvalitetssynpunkt kan man röja hårdare vid en sen röjning än vid en tidig, eftersom kvistarna på den nedre delen av stammen då börjat växa långsammare eller helt slutat växa. Sen röjning minskar dock antalet alternativa stamval eftersom oröjda bestånd tidigt börjar skikta sig och självgallras. Detta blir ofta väldigt tydligt vid röjning (eller gallring) i eftersatta bestånd.

Risken för att kvarvarande träd skall drabbas av olika skador bör också beaktas när man skall besluta om röjningstidpunkt. Vid tidig röjning ökar risken för att kvarvarande träd kan skadas av viltbete, framför allt av älg, eftersom älgens betning är mest omfattande när träden är 1,5 – 3,5 m höga.²⁰⁵ En tidig röjning kan även medföra att stubb- och rotskott hinner växa ikapp kvarlämnade huvudstammar och gör att ytterligare en röjning blir nödvändig.²⁰⁶ Vid en sen röjning kommer många av de kvarvarande träden att vara gängliga och veka, vilket ökar risken för snöskador.²⁰⁷ En sen röjning kan också medföra att vissa träd drabbas av skador på grund av konkurrensen i beståndet. Ett exempel är mekaniska så kallade piskningsskador, där ett träds toppskott skadas när grannträdets grenar rör sig i vinden och ”piskar” toppskottet. Resultatet blir ofta kvalitetsnedsättande fel (till exempel krök eller dubbeltopp) på det skadade trädet.

För lövträd finns inga restriktioner för när under året röjning ska ske med tanke på risk för insektsskador. Bestånden kan röjas oavsett årstid. Risken för snöskador gör emellertid att det även för lövträd kan vara idé att beakta vid vilken årstid röjning utförs. Täta lövträdsföryngringar som röjs sent på året kan vara känsliga för snöskador, varför det troligen är klokt att röja sådana bestånd på våren för att ge dem en möjlighet att stabilisera sig innan nästa vinterperiod. Även stubbskottens utveckling efter röjning kan påverkas av röjningstidpunkt under året.

Naturligtvis kommer röjningsstyrka och röjningstidpunkt att samspela, och olika kombinationer av röjningsstyrka och röjningstidpunkt kommer att förstärka eller dämpa de enskilda effekterna. Sedan finns också möjligheten att röja i flera steg, vilket ofta rekommenderas i kvalitetsinriktade skötselprogram.

Tvåstegsmetoden även för löv

Tvåstegsmetoden brukar ofta nämnas som ett alternativ i täta bestånd av tall²⁰⁸, men kan även användas vid skötsel av täta bestånd av löv. Den kräver noggrann uppföljning så att kvarvarande träd behåller sina grönkronor och

²⁰⁴ Se delen om *Röjning* i Skogsskötselserien.

²⁰⁵ Lavsund, S. 2003. *Skogsskötsel och älgskador i tallungskog*. Skogforsk, Resultat nr 6, Uppsala, 4 s.

²⁰⁶ Andersson, S-O. & Björkdahl, G. 1984. Om björkstubbsskottens höjduitveckling i ungdomsskedet. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3-4: 61–67.

²⁰⁷ Persson, P. 1972. *Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen: inventering av yngre gallringsförsök*. Skogshögskolan, Inst. f. skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser nr 23, 205 s.

²⁰⁸ Se delen om *Röjning* i Skogsskötselserien.

utvecklingsmöjligheter. Metoden bygger på att en första röjning görs relativt tidigt (2–3m höjd), där förväxande träd röjs bort och tätare grupper röjs försiktigt. Kvarvarande träd i beståndet skall dock vara relativt många för att möjliggöra en trängseffekt som danar kvaliteten, i första hand genom att dämpa kvistarnas tillväxt på de framtida huvudstammarna. Sedan görs en sen andra röjning, till ett lämpligt produktionsförband, när man har säkrat en god kvalitet på trädens rotstock. Vid dessa två röjningar kan man med ett noggrant urval gynna träd med goda kvalitetsegenskaper. Den intresserade skogsägaren kan naturligtvis genomföra röjningen i ännu fler steg. Även vid flerstegsröjning är det viktigt att beakta ovan nämnda skaderisker samt risken att framtidens grönkronor reduceras för mycket.

Skärröjning är en annan metod, med röjning i flera steg, i täta lövträdsdominerade ungskogar. Eftersom syftet med den metoden är att etablera ett granbestånd under en lågskärm av lövträd, och sedan successivt glesa ut bland lövträden för att gynna granen, så hänvisas läsaren till delen *Röjning* i Skogsskötselserien, där metoden är utförligt beskriven.

Stamval

Unga skogar och framför allt naturligt föryngrade bestånd är i regel mer heterogena än vad som är önskvärt i det framtida beståndet.²⁰⁹ Vid röjning, liksom vid gallring, görs ett urval bland träden. Oftast är syftet att utjämna de variationer som finns inom beståndet genom att gynna de träd som bedöms ha de bästa egenskaperna för den framtida virkesproduktionen. Utgångsbeståndet kommer dock, med dess variationer i såväl trädslagsblandning som enskilda träds egenskaper, att i hög grad avgöra vad som går att göra i varje del av beståndet. Vid selektiv röjning bör man eftersträva ett relativt jämnt avstånd mellan de framtida huvudstammarna (för att ge dem goda tillväxtförutsättningar), varför urvalet inte kan göras enbart utifrån trädens egenskaper. Oskadade träd kan vara ojämnt fördelade och måste ibland tvångsröjas för att man skall erhålla en relativt jämn rumslik fördelning.

Skador på träden är viktiga att beakta. Andelen träd med skador och kvalitetsfel kan ofta vara hög i unga bestånd, vilket gör att man tvingas behålla sådana. Röjningstidpunkten kan också påverka möjligheten att göra ett selektivt urval. Vid sena röjningar ökar risken att huvudstammarna måste utses bland träd med sämre enskilda egenskaper (t.ex. bland grovgreniga och förväxande vargtyper) eftersom träd med tidigare goda egenskaper kan ha hamnat på efterkälken och/eller skadats av konkurrensen – vid röjningstillfället kanske de inte längre bedöms vara utvecklingsbara. Å andra sidan skall man beakta att efter en tidig röjning, där den selektiva urvalsmöjligheten är större, kan de kvarvarande träden riskera att efter röjning drabbas av andra skador såsom viltskador.

De viktigaste kvalitetskriterierna vid stamval är i prioritetsordning:²¹⁰

- Friska träd, med utvecklingsbara kronor, av önskat trädslag – det behövs inte alltid vara de största träden eftersom en viss utjämning i beståndshöjd ofta görs

²⁰⁹ Fahlvik, N. 2005. Aspects of precommercial thinning in heterogeneous forests in southern Sweden. Doctoral diss. Southern Swedish Forest Research Centre, SLU. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* vol. 2005:68, 38 s.

²¹⁰ Se delen om *Röjning* i Skogsskötselserien.

- Raka träd med god kvistkvalitet – röj bort träd med allvarliga kvalitetsfel (om inte stamantalet därmed minskas för mycket)
- Eftersträva en god rumslig fördelning utifrån valt förband (stamantal)

Röjning av björk, asp och al

Även om våra ordinära lövträdsarter ofta förekommer i blandbestånd med varandra eller med andra trädslag så inriktar sig följande avsnitt på röjning i mer eller mindre rena bestånd av björk, asp och al, där målsättningen är att skapa produktionsbestånd. Vad är då viktigt att tänka på när man skall röja fram rena bestånd av dessa arter? Eftersom olika typer av bestånd kan vara mer eller mindre väsensskilda, såsom ett planterat jämfört med ett naturligt föryngrat bestånd, behöver *utgångsbeståndet* beaktas. Ofta är *målbeståndet*, dvs det bestånd man vill skapa med röjningsåtgärden, minst lika viktigt att beakta när man skall avgöra hur (och när) röjning skall utföras. I det skedet kommer skogsägarens *framtidsbedömning* att spela en avgörande roll. Vad vill denne med sin skog? Vilka trädslag och sortiment kommer att vara efterfrågade? Finns avsättning för virke med god kvalitet?

Ytterligare en viktig faktor är att samtliga ordinära lövträd är *pionjärträds-
slag*.²¹¹ Pionjärträdsragen är anpassade till att snabbt etablera sig på lokaler där det skett någon form av störning, ofta är de först på plats efter skogsbrand, föryngringsavverkning eller när jordbruksmark slutar brukas. Dessa trädslag bildar oftast likåldriga och enskiktade bestånd, de har relativt *stora ljuskrav och snabb ungdomstillväxt* samtidigt som de har ganska svårt att klara trängsel – i täta bestånd går kvistrensningen snabbt och självgallring är vanlig.²¹²

Viktigt att röja i tid

För att ta tillvara den snabba ungdomstillväxten är det viktigt att röjningar (och gallringar) görs i rätt tid.²¹³ Ifall man väntar för länge får träden ofta små och högt upphissade grönkronor. Försenade röjningar kommer i sådana fall att medföra tillväxtförluster för de enskilda träden eftersom de efter röjning först måste bygga ut sina grönkronor ("produktionsapparaten") innan tillväxten kan ta fart.²¹⁴ Det är olyckligt ur produktionssynpunkt då den löpande tillväxten kulminerar tidigt under omloppstiden. Därför gäller det att röja innan grönkronorna blivit för små för att bibehålla en god tillväxt på det

²¹¹ Håkansson, M (red). 2000. *Skogsenckyklopedin*. Sveriges Skogsvårdsförbund, Stockholm, 567 s.

²¹² Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

²¹³ Rytter, L. & Werner, M. 2007. Influence of early thinning in broadleaved stands on development of remaining stems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 198–210.

²¹⁴ Rytter, L. 2013. Growth dynamics of hardwood stands during the precommercial thinning phase – Recovery of retained stems after competition release. *Forest Ecology and Management* 302: 264–272.

enskilda trädet – en vanlig tumregel är att grönkronan bör vara minst halva stamlängden.^{215,216,217}

Björk, asp och al är samtliga relativt frosttåliga trädslag och kan därför fungera som hjälp- eller skyddsträd i skärmar för att gynna mer frostkänsliga trädslag såsom gran.²¹⁸ De ordinära lövträden är även viktiga i ett ekologiskt perspektiv då många andra organismer är beroende av dem. Vid röjning finns goda möjligheter att tillgodose andra värden än enbart virkesproduktion, till exempel naturvård, kulturminnesvård och viltvård. Från naturvårdssynpunkt handlar det ofta om att spara och gynna lövträd.

Björk

Vid röjning av björk är det viktigt att komma ihåg att vi har två olika björkarter, glas- och vårtbjörk. Även om glas- och vårtbjörk i många avseenden har likartade egenskaper så finns det även vissa olikheter mellan arterna. Därför kan det vara viktigt att vid röjningstillfället kunna särskilja dem eftersom de ofta växer i samma bestånd. Olikheter i ståndorts krav och produktionsförmåga bör beaktas och har redan berörts i tidigare avsnitt. Kort sammanfattat växer vårtbjörk bättre än glasbjörk på torra och friska ståndorter, medan glasbjörken blir konkurrenskraftig på fuktiga marker. Båda arterna är begärliga för älgen och kan drabbas av betesskador, men vårtbjörk tycks vara mer begärlig än glasbjörk.²¹⁹

När det gäller ved- och virkesegenskaper föredrar vissa sågverk glasbjörk framför vårtbjörk därför att glasbjörken anses ha en rakare fiberriktning, vilket gör virket enklare att bearbeta.²²⁰ Man brukar inte göra någon skillnad på björkarterna i prislistor men för tumstocksbjörk har det åtminstone tidvis krävts rakfibrig glasbjörk.

I planterade björkbestånd är röjningsbehovet oftast ganska ringa, i varje fall om man har lyckats med planteringen. Under etableringsfasen kan björkplantorna vara känsliga för vegetationskonkurrens, framför allt från gräs, och eventuella självföryngrade plantor bör röjas bort ifall de riskerar att konkurrera ut de planterade plantorna.²²¹ Beroende på stamantalet i det etablerade björkbeståndet kan det bli aktuellt med en svag röjning. På grund av björkarnas stora ljuskrav och snabba ungdomstillväxt bör antalet björkar inte vara fler än 1 500–2 000 ha⁻¹ när träden nått 6–7 m höjd.²²² Om målet är att produ-

²¹⁵ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

²¹⁶ Niemistö, P. 1991. Growing density and thinning models for *Betula pubescens* stands on peatland in northern Finland. *Folia Forestalia* 782: 1–36. På finska med engelsk sammanfattning.

²¹⁷ Rytter, L. & Werner, M. 1998. *Lönsam lövskog – steg för steg*. SkogForsk,Handledning, Uppsala, 43 s.

²¹⁸ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

²¹⁹ Bergström, R. & Hjeljord, O. 1987. Moose and vegetation interactions in northwestern Europe and Poland. *Swedish Wildlife Research* 1 (Suppl.): 213–228.

²²⁰ Ekström, H. 1987. *Lövvirke – tillgångar och industriell användning*. SLU, Inst. f. virkeslära, Rapport nr 197, Uppsala, 123 s.

²²¹ Raulo, J. 1987. *Björkboken*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 87 s. Översatt från finska till svenska av Fritz Bergman.

²²² Rytter, L. 1998. *Löv- och lövblandbestånd – ekologi och skötsel*. SkogForsk, Redogörelse nr 8, Uppsala, 62 s.

cera björk av god kvalitet, eller om det finns risk för älgbetning, bör en sådan svag röjning göras sent, när träden nått så kallad ”älgssäker höjd” (ca 4–6 m).

I naturligt föryngrade och sådda björkbestånd kan stamantalet i utgångsläget påverka röjningsstrategin. Ifall stamantalet per hektar är måttligt ($< 5\,000\text{ ha}^{-1}$) kan stamantalet lämpligen reduceras till ca $1\,500\text{--}2\,000\text{ ha}^{-1}$ vid ett röjningstillfälle. I ett röjningsförsök i pappersbjörk (*Betula papyrifera* Marsh.), vilken är en nordamerikansk släkting, framkom att röjning kunde ske ned till $1\,000\text{ stammar ha}^{-1}$ vid 7–8 m höjd.²²³ Det var gynnsamt för de individuella trädens diametertillväxt samtidigt som man inte dramatiskt underutnyttjade lokalens produktionsförmåga. Om man vill ta tillvara markens produktionsförmåga bör man dock lämna fler än $1\,000\text{ stammar ha}^{-1}$.²²⁴

Risk och mål påverkar tidpunkt

Röjningstidpunkten påverkas av målsättning och skaderisker. Är målet björk av god kvalitet och det finns risk för älgskador så bör röjningen utföras sent (se ovan). Är förutsättningarna för hög kvalitet goda kan man naturligtvis röja i flera steg också (se nedan). Finns inga förutsättningar för kvalitetsproduktion och risken för älgskador är liten kan röjningen göras tidigare. Även där kvalitetsmöjligheterna är goda kan röjningarna vara kraftiga men då bör de kompletteras med stamkvistning. Undvik att göra röjningen för tidigt, innan framtidsträden nått 2 m höjd, eftersom man då riskerar att få en besvärande underväxt av stubbskott^{225,226}, vilket kan medföra behov av ytterligare en röjning. Det är dock viktigt att vara ute i tid (figur LÖ22). I en studie där björkbestånd dominerade resulterade en försenad röjning i att de framtida stammarna utvecklades betydligt sämre.²²⁷ Även om framtidsstammarna sedan återhämtade sig efter röjning så bestod den förlorade diametertillväxten²²⁸, vilket kan få en avgörande betydelse vid framtida avverkningar då syftet är att nå sågtimmerdimensioner.

²²³ Simard, S.W., Blenner-Hassett, T. & Cameron, I.R. 2004. Pre-commercial thinning effects on growth, yield and mortality in even-aged paper birch stands in British Columbia. *Forest Ecology and Management* 190: 163–178.

²²⁴ Niemistö, P. 1995. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the growth and yield of silver birch (*Betula pendula*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 245–255.

²²⁵ Elfving, B. & Nyström, K. 1984. Björkens stubbskottsbildning och höjdutveckling i ungdomsskedet. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 34: 51–60.

²²⁶ Andersson, S.-O. & Björkdahl, G. 1984. Om björkstubbsskottens höjdutveckling i ungdomsskedet. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3-4: 61–67.

²²⁷ Rytter, L. & Werner, M. 2007. Influence of early thinning in broadleaved stands on development of remaining stems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 198–210.

²²⁸ Rytter, L. 2013. Growth dynamics of hardwood stands during the precommercial thinning phase – Recovery of retained stems after competition release. *Forest Ecology and Management* 302: 264–272.



Figur LÖ22 Rönjning i naturlig förnygring av björk. Det är viktigt att vara ute i tid för att inte förlora diametertillväxt på stammarna. Bilden är hämtad från ²²⁹. Foto Lars Rytter.

Tidigare studier har visat att rönjningstidpunkten under året kan påverka såväl antalet stubbskott som stubbskottens vitalitet. Då rönjning sker när träden befinner sig i vila producerar stubbarna vanligtvis många stubbskott, med en bättre överlevnad och tillväxt, jämfört med om rönjning sker under sommaren när träden befinner sig i tillväxt.^{230,231} En trolig teori är att ifall rönjning sker innan löven slagit ut, alternativt efter lövfällning, så har träden en större mängd tillgänglig näring i rötterna, vilket i så fall ger fler och vitalare stubbskott. Detta samband har dock inte kunnat visas tydligt och motsägelsefulla resultat finns redovisade.²³²

I täta och mycket täta naturliga förnygringar av björk, där stamantalen kan vara betydligt fler än 10 000 ha⁻¹²³³, kan det med tanke på risken för snöskador vara lämpligt att röja i två eller flera steg. Även risken för älgskador samt

²²⁹ Rytter, L. 2013. Growth dynamics of hardwood stands during the precommercial thinning phase – Recovery of retained stems after competition release. *Forest Ecology and Management* 302: 264–272.

²³⁰ Etholén, K. 1974. The effects of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. *Folia Forestalia* 213, 16 s. På finska med engelsk sammanfattning.

²³¹ Johansson, T. 1992. Sprouting of 2- to 5-year old birches (*Betula pubescens* Ehrh. and *Betula pendula* Roth) in relation to stump height and felling time. *Forest Ecology and Management* 53: 263–281.

²³² Johansson, T. 1992. Sprouting of 2- to 5-year old birches (*Betula pubescens* Ehrh. and *Betula pendula* Roth) in relation to stump height and felling time. *Forest Ecology and Management* 53: 263–281.

²³³ Karlsson, A., Albrektson, A. Forsgren, A. & Svensson, L. 1998. An analysis of successful natural regeneration of downy and silver birch on abandoned farmland in Sweden. *Silva Fennica* 32: 229–240.

möjligheterna att producera björk av god kvalitet talar för en tvåstegsröjning. Den första röjningen kan då lämpligen göras till ett stamantal på 3 000–5 000 ha⁻¹, när träden har en medelhöjd på 2–3 m, varefter man gör en slutröjning till ca 1 500–2 000 ha⁻¹ när medelhöjden nått 4–6 m. Om målet är att producera björk av god kvalitet bör man komma ihåg att slutbeståndet i regel kommer att bestå av endast 400–500 stammar ha⁻¹. Dessa huvudstammar kan gärna utses och markeras vid den sena röjningen och de bör vara friska, raka och ha utvecklingsbara kronor samt vara någorlunda jämnt fördelade. De övriga träd som sparas vid röjning kommer att avverkas i gallringar, varför skador och kvalitetsfel på dessa inte är lika allvarliga.

Röjning kan ge skogsbränsle

Täta naturliga föryngringar kan även vara lämpliga för schematisk röjning med möjligt uttag av skogsbränsle. I samband med utveckling av nya röjningsmaskiner har man prövat att röja schematiskt i 2–2,5 m breda stråk kombinerat med selektiv röjning av mellanzonerna, vars bredd kan variera beroende på beståndets stamantal.²³⁴ En sådan metod skulle också ge möjlighet till ett effektivt uttag av skogsbränsle redan i röjningsfasen. Schematiska röjningsformer är ännu så länge ovanliga i de svenska ungskogarna men kan komma att öka om mekaniseringen av röjning fortsätter. Undersökningar visar att den stående biomassan i många lövdominerade bestånd är fullt tillräcklig för att möjliggöra ett ekonomiskt uttag av biobränslen i röjningsfasen.²³⁵

I eftersatta (mycket sena) röjningar skördas ibland skogsbränsle, men hittills har det varit svårt att nå en tillräckligt hög produktivitet med de metoder som använts.²³⁶ Skall det bli lönsamt med uttag av skogsbränsle i röjningar krävs en metod- och teknikutveckling, samt helst anpassade skötselprogram.²³⁷ För att bedriva en hållbar skogsskötsel måste även skaderiskerna beaktas och sena röjningar/tidiga gallringar i mycket täta bestånd ökar riskerna för såväl snöbrott som försämrad vindstabilitet i framtiden.

Toppröjning

I täta naturliga föryngringar av björk har flera röjningsförsök visat att toppröjning kan vara en användbar metod vid den första röjningen.^{238,239} I dessa försök, som anlades i bestånd med över 17 000 stammar ha⁻¹, jämfördes toppröjning med konventionell röjning och med ingen röjning alls. Bestånden dominerades av glasbjörk men med betydande inslag av både

²³⁴ Bergkvist, I. & Nordén, B. 2004. *Stråkröjning billigare och effektivare än selektiv röjning*. Skogforsk, Resultat nr 20, Uppsala, 6 s.

²³⁵ Bergkvist, I., Lundmark, T., Rytter, L. & Thor, M. 2006. *Uttag av biobränslen i ungskog*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 611, Uppsala, 17 s.

²³⁶ Ersson, T. 2007. *Produktivitet vid selektiv mekaniserad bioenergiröjning av eftersatta röjningsbestånd*. SLU, Inst. f. skoglig resurshushållning, Arbetsrapport nr 166, Umeå, 33 s.

²³⁷ Se delen om *Röjning* i Skogsskötselserien.

²³⁸ Karlsson, A., & Albrektson, A. 2001. Height development of *Betula* and *Salix* species following pre-commercial thinning through breaking the tops of secondary stems: 3-year results. *Forestry* 74: 41–51.

²³⁹ Fällman, K., Ligné, D., Karlsson, A. & Albrektson, A. 2003. Stem quality and height development in a *Betula*-dominated stand seven years after precommercial thinning at different stump heights. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 145–154.

vårtbjörk och *Salix*-arter. I samtliga behandlingsled utsågs 3 100–3 300 huvudstammar ha⁻¹ bland de dominerande och meddominerande björkarna som vid försöksanläggningen var 1,8–2,8 m höga. Toppröjning utfördes genom att bistammarna kapades eller bröts på olika höjd över marken medan konventionell röjning var en vanlig enkelställning där bistammarna kapades strax ovanför markytan.

Resultaten av toppröjning visade att huvudstammarna behöver ett höjd-försprång på 0,6–1,0 m för att de topprädda bistammarna inte ska hinna växa ikapp huvudstammarna. Sju år efter röjning i det 1,8 m höga beståndet, som då nått en höjd på ca 6 m, hade majoriteten av de topprädda bistammarna dött och de som fortfarande levde (ca 30–45 %) hade en betydligt sämre höjdtillväxt än huvudstammarna. Vid denna tidpunkt var huvudstammarna på de topprädda ytorna rakare, med färre klykor, högre krongränshöjd (bättre kvistrensning), klenare grendiameter och något klenare stamdiameter jämfört med huvudstammar på de konventionellt röjda ytorna. För björk (glasbjörk) tycks teorin om att toppröjning skall leda till en bättre kvalitetsdaning stämma i praktiken.

Röjningstidpunkten vid toppröjning tycks också ha effekt på de topprädda stammarnas överlevnad och tillväxt, där toppröjning under tillväxtsäsongen leder till lägre överlevnad och tillväxt jämfört med toppröjning under vinter och vår.²⁴⁰

Asp

Vid skötsel av aspskogar brukar man normalt skilja på hur man behandlar asp och hur man behandlar hybridasp (och poppelarter). I planterade aspbestånd som i regel består av hybridasp (eller poppel) är röjningsbehovet oftast obefintligt eftersom man normalt planterar i relativt glesa förband motsvarande ca 1 100 plantor ha⁻¹. Ifall beståndet av någon anledning skulle vara tätare kan det bli aktuellt med en svag och sen röjning. Eftersom asparna har stora ljuskrav behöver träden gott om utrymme, åtminstone under senare delen av omloppstiden. Det finns rekommendationer som anger att stamantalet inte bör vara fler än ca 1 000 ha⁻¹ när träden nått 10 m höjd.²⁴¹ Den sena röjningen motiveras dels av att en tidig röjning kan medföra ett kraftigt uppslag av nya rotskott²⁴² och därmed behov av ytterligare röjningar, dels av att asparna är en favoritföda för många växtätare²⁴³ vilket gör att man gärna väntar med röjning till dess träden nått så kallad älgssäker höjd. Dessutom tycks inte aspen vara speciellt utsatt för snöskador.²⁴⁴

²⁴⁰ Ligné, D., Karlsson, A. & Nordfjell, T. 2005. Height development of *Betula pubescens* following precommercial thinning by breaking or cutting the treetops in different seasons. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 136–145.

²⁴¹ Rytter, L. 1998. *Löv- och lövblandbestånd – ekologi och skötsel*. SkogForsk, Redogörelse nr 8, Uppsala, 62 s.

²⁴² Langhammer, A. & Opdahl, H. 1990. *Foryngelse og pleie av osp (Populus tremula L.) i Norge*. Norsk institutt for skogforskning, Rapport 1/90, Ås, 22 s.

²⁴³ Bergström, R. & Hjeljord, O. 1987. Moose and vegetation interactions in northwestern Europe and Poland. *Swedish Wildlife Research* 1 (Suppl.): 213–228.

²⁴⁴ Frivold, L.H. 1994. *Trær i kulturlandskapet*. Landbruksforlaget, Oslo, 224 s.

Rotskott ger mycket höga samantal

Föryngring av inhemsk asp via rotskott kan ge upphov till mycket höga samantal i utgångsläget, upp till 200 000 skott ha⁻¹.²⁴⁵ Rönjning i sådana bestånd liknar i mångt och mycket rönjning i täta björkbestånd. Möjligen kan aspen tåla att stå något tätare bland annat eftersom aspen anses ha en god förmåga att skikta sig (och självgallras) vilket medför att de dominerande träden kan behålla någotsånär stora kronor. I rönjningsförsök med ordinära lövträd påverkades asp i mindre utsträckning av trängsel än klibbal och björk, bland annat bibehölls stamformen hos framtidsstammarna (kvoten mellan stamdiameter och trädhöjd) bättre vid försenad rönjning.²⁴⁶ Asparna blev alltså inte nämnvärt slankare av att stå och trängas. Med detta som bakgrund kan ett alternativ vid skötsel av asp vara att sikta på hög biomassaproduktion. Då utförs inte något rönjningsingrepp utan istället väntar man med åtgärder tills man kan göra en tidig gallring.²⁴⁷

I täta bestånd är det dock ofta lämpligt att röja i flera steg. För att undvika en alltför kraftig konkurrens från nya rotskott bör den första rönjningen göras när träden är 3–5 m höga, varvid ca 2 500–5 000 st. ha⁻¹ kan lämnas. Sedan är det lämpligt att göra en andra rönjning till ett produktionsförband på 1 300–2 500 ha⁻¹ när träden nått 6–10 m höjd.²⁴⁸ En sådan tvåstegsrönjning ger också möjlighet att skapa grovt kvistfritt aspvirke av god kvalitet om förutsättningar finns i utgångsbeståndet. Naturligtvis finns möjligheten att röja till ett glesare produktionsförband (ca 1 000 ha⁻¹) ifall målsättningen är att få en snabb diameterutveckling på kvarvarande träd och en kortare omloppstid. Liksom för björk kan man vid den sena rönjningen då utse de 400–500 träd per hektar som har de bästa egenskaperna (och är någorlunda jämnt fördelade) för att gynna dessa på bästa sätt i den fortsatta skötseln. Ifall antalet rotskott per hektar är måttligt i utgångsläget så kan stamantalet reduceras till lämpligt produktionsförband vid ett enda rönjningstillfälle.

Efter avverkning av en första generation av hybridasp (eller poppel) kan man få täta uppslag av rotskott (hybridasp) eller stubbskott (poppel), vilka kan röjas på liknande sätt som en rotskotts-föryngring av vanlig asp. Dock är rekommendationerna att stamantalet efter rönjning av dessa trädslag skall vara lägre än för vanlig asp.

Täta föryngringar av asp, hybridasp och poppel, vilka med sin snabba ungdomstillväxt har en hög produktionspotential vad gäller biomassa, kan liksom täta bestånd av björk vara lämpliga för schematisk rönjning (till exempel stråkrönjning) och/eller uttag av skogsbränsle (figur LÖ23, se ovan).²⁴⁹

²⁴⁵ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

²⁴⁶ Rytter, L. 2013. Growth dynamics of hardwood stands during the precommercial thinning phase – Recovery of retained stems after competition release. *Forest Ecology and Management* 302: 264–272.

²⁴⁷ Langhammer, A. & Opdahl, H. 1990. *Foryngelse og pleie av osp (Populus tremula L.) i Norge*. Norsk institutt for skogforskning, Rapport 1/90, Ås, 22 s.

²⁴⁸ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

²⁴⁹ 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.



Figur LÖ 23 Korridoröjning är ett sätt att effektivisera röjningsarbetet i mycket täta lövuppslag, som här i ett tätt hybridaspbestånd. Samtidigt kan teknik utvecklas för att effektivt ta hand om röjd biomassa. Foto Lars Rytter.

Al

Vår kunskap om röjning av al är ganska begränsad då få studier har genomförts, men eftersom våra alarter (gråal och klibbal) är pionjärträdslag liksom björk och asp så ligger det nära till hands att nyttja röjningsstrategier som fungerar för de senare trädslagen. Alarna har dock vissa egenskaper som kan påverka röjningsstrategin. För det första så är alarna inte speciellt begärliga för viltet,²⁵⁰ vilket medför att man i regel kan röja albestånd tidigare (vid lägre höjd) utan att riskera att träden skall drabbas av kraftiga betesskador. För det andra är alarna kvävefixerare²⁵¹, vilket gör att markens kvävestatus förbättras, och de är dessutom hårdiga trädslag. Dessa egenskaper gör att alarna är lämpliga som skärm- och amträd och gör det möjligt för mer känsliga trädslag som bok och gran att etablera sig under skärmen.

I planterade bestånd av al, vilka är relativt ovanliga, så är behovet av röjning i regel ringa. Ifall många naturligt föryngrade plantor har etablerat sig i beståndet så kan det dock bli aktuellt att röja bort dessa för att gynna de planterade plantorna.

I täta självföryngringar av al blir det snabbt aktuellt med åtgärder. Ifall det finns frö- eller skärmträd bör de avvecklas relativt snabbt; små plantor kan klara beskuggning men ganska snart ökar ljuskravet. Eftersom alarna inte är så känsliga för betesskador kan man lämpligen röja dem till produktionsförband (ca 1 500–2 500 ha⁻¹) när de är 2–3 m höga. I mycket täta själv-

²⁵⁰ Bergström, R. & Hjeljord, O. 1987. Moose and vegetation interactions in northwestern Europe and Poland. *Swedish Wildlife Research* 1 (Suppl.): 213–228.

²⁵¹ Se avsnittet *Alarna ordnar sitt kväve själva* i denna del av Skogsskötselserien.

föryngringar kan man naturligtvis även röja i flera steg, på samma sätt som har nämnts här ovan för björk och asp. Den första röjningen görs lämpligen vid 2–3 m höjd eftersom en tidigare röjning kan orsaka problem genom att nya uppslag av rotskott (gråal) och stubbskott (klibbal) kan behöva röjas ytterligare en gång. Sedan kan en andra röjning till produktionsförband (ca 1 500–2 500 ha⁻¹) göras när alarna är ca 4–5 m höga.²⁵² Röjning av naturligt föryngrad klibbal kommer i hög utsträckning att handla om att glesa ut de stubbskott som utvecklas från dess socklar, vilket kan vara tekniskt besvärligare än då träden står jämnt spridda i beståndet.

Tidpunkten viktig för timmerproduktion

För alarna är det viktigt att röjning görs i tid, i varje fall om målsättningen är timmerproduktion. Det naturliga kvistavdöendet sker snabbt när konkurrensen mellan träden tilltar²⁵³, vilket medför att grönkronorna snabbt riskerar att bli små samtidigt som risken för snöbrott ökar. Täta föryngringar av al kan liksom täta bestånd av björk och asp vara lämpliga för schematisk röjning och/eller uttag av skogsbränsle (se ovan).

Klibbal har en god förmåga att bilda stubbskott. I äldre tider nyttjades föryngring från stubbskott i så kallat skottskogsbruk, med korta omloppstider.²⁵⁴ Denna metod skulle även idag kunna nyttjas vid energiskogsodling av al, men idag är det vanligtvis *Salix*-arter som används för energiskogsodling med denna metod.

²⁵² Braastad, H., Bunkholt, A., Huse, K.J., Næss, R.M., Pettersen, J. & Risdal, M. 1993. *Lauvskog – Bestandspleie*. Norsk Institutt for Skogforskning, Institutt for Skogfag, Biri, 25 s.

²⁵³ Rytter, L. & Werner, M. 2007. Influence of early thinning in broadleaved stands on development of remaining stems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 198–210.

²⁵⁴ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

Stamkvistning

Stamkvistning är en skötselåtgärd som avser att höja virkets kvalitet genom att avlägsna kvalitetssänkande grenar och kvistar. I första hand har man stamkvistat ek och tall men det finns resultat som visar att åtgärden kan vara lönsam även på andra trädslag²⁵⁵.

Intresset för stamkvistning tycks ha funnits nere i Europa redan på 1700-talet då Hans-Karl von Carlowitz framförde möjligheten i sina artiklar om skötsel av ”vilda träd” (*Silvicultura Oeconomica* 1713).²⁵⁶ I Sverige utfördes de första stamkvistningarna i slutet på 1800-talet, för att på 1920-talet bli mer allmänt förekommande.²⁵⁷ Genom den trängselverkan som finns mellan träd sker naturligt en kvistrensning då grenar dör och faller av. Men ju glesare bestånden är desto längre tid tar det innan denna process påbörjas och genomförs. Samtidigt ger ett glesare bestånd en högre dimensionstillväxt hos de kvarstående träden. För att förena möjligheterna att både få god dimensionstillväxt och hög kvalitet på träden har man ibland utfört stamkvistning. Den medför dessutom en förbättring av stamformen, som blir mera cylindrisk.²⁵⁸

I Sverige har åtgärden framförallt utförts på ek²⁵⁹ och tall²⁶⁰, bland annat därför att risken för röta i veden är liten för dessa båda trädslag. Ekonomin för stamkvistning har studerats och man har funnit att det finns goda ekonomiska incitament för att stamkvista ek och tall^{261,262,263}, då det leder till att betydligt värdefullare sortiment kan tas ut. Avgörande för ekonomin är kostnaden för stamkvistningen och mervärdet som skapas jämfört med okvistade träd. Den senare faktorn är osäker då vi inte vet prissättningen i framtiden.

Den finns dock resultat både från Norden och från övriga världen från stamkvistning av andra trädslag (figur LÖ24). Resultaten visar i allmänhet att stamkvistning är en positiv och lönsam åtgärd även för dessa trädslag. Asp och björk som kan förädlas genom svarvning bedömdes åtminstone tidigare ha en god ekonomisk potential.²⁶⁴ En norsk sammanställning visar på höga internräntesatser för stamkvistning av björk, från knappt 5 % till över

²⁵⁵ För en fullständig genomgång av stamkvistning, se delen *Stamkvistning* i Skogsskötselserien.

²⁵⁶ Mayer-Wegelin, H. 1952. *Das Aufasten der Waldbäume*. Verlag M. & H. Schaper, Hannover, 92 s.

²⁵⁷ Nylinder, P. 1952. Om kvistning. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* för år 1952: 196–208.

²⁵⁸ Nylinder, P. 1952. Om kvistning. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* för år 1952: 196–208.

²⁵⁹ Ståål, E. 1986. *Eken i skogen och landskapet*. Södra Skogsägarna, Växjö, 127 s.

²⁶⁰ Walfridsson, E. 1978. Stamkvistningens ekonomi. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 76: 457–466.

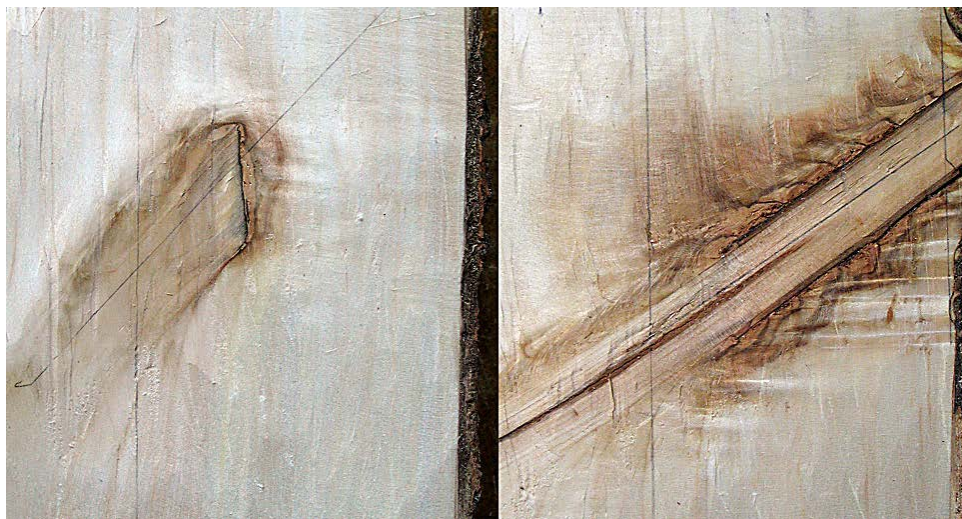
²⁶¹ Walfridsson, E. 1978. Stamkvistningens ekonomi. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 76: 457–466.

²⁶² Svensson, M. 1995. *Stamkvistade huvudstammar av ek i blandskogsbestånd – ett ekonomiskt alternativ?* SLU, Skogsmästarskolan, Examensarbete nr 1995:17 i ämnet skogsskötsel, Skinnskatteberg, 13 s.

²⁶³ Vadla, K. 1999. Verdiökning og lønnsamhet ved stammekvisting (En litteraturstudie). *Rapport fra skogforskningen – Supplement 7:1–13*, NISK & NLH, Ås.

²⁶⁴ Nylinder, P. 1952. Om kvistning. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* för år 1952: 196–208.

10 %.²⁶⁵ I en tysk undersökning rekommenderas också stamkvistning av björk då målet är timmerproduktion.²⁶⁶



Figur LÖ24 Exempel på stamkvistad (t v) och ickekstamkvistad (t h) hybridasp. Stamkvistningen genomfördes vid 8–9 års ålder och 10 år innan träden avverkades, och visar att det i det här fallet tog 3 år innan kvisten vallats över, vilket är jämförelsevis snabbt. Därefter ger det stamkvistade trädet kvistrent virke fram till avverkning. På lite grövre kvistar, såsom de här, utbildas ofta begränsad röta och missfärgning innanför den rena kvistfria veden. Om man inte aktivt kvistrensar friska kvistar får man en kvist som dör och så småningom ramlar av. Det kan ta tid och under tiden uppstår ofta barkdrag då den döda kvisten vallas in i veden, såsom på högra bilden. Sådana kvistar lossnar vid sågning och gör att virket klassas ned.²⁶⁷
Foto Lars Rytter.

Stamkvistning omfattar avlägsnande av såväl döda som levande kvistar och grenar. I det förra fallet liknar kvistningen det naturliga förloppet då kvistar dör och faller av, men man påskyndar processen så att döda stumpar inte blir kvar och växer in i veden. Vid friskkvistning avlägsnas levande kvistar och kan betraktas som en artificiell åtgärd. Vid grönkvistning avlägsnas såväl friska som döda grenar på det aktuella stamavsnittet. Friskkvistning av björk gav i en finsk studie upphov till större defekter i veden än torrkvistning, samtidigt som skillnaderna var obetydliga mellan vårtbjörk och glasbjörk.²⁶⁸ Å andra sidan tar övervallningen längre tid för torra kvistar än gröna kvistar under i övrigt lika förhållanden.²⁶⁹ Det är även skillnad mellan trädslag vad

²⁶⁵ Vadla, K. 1999. Verdiøkning og lønnsamhet ved stammekvisting (En litteraturstudie). *Rapport fra skogforskningen* – Supplement 7:1–13, NISK & NLH, Ås.

²⁶⁶ Hein, S., Winterhalter, D., Wilhelm, G.J. & Kohnle, U. 2009. Timber production with silver birch [*Betula pendula* Roth]: Chances and silvicultural constraints. *Allgemeine Jagd und Forstzeitung* 9/10: 206–219. In German with English Abstract

²⁶⁷ Rytter, L. & Jansson, G. 2009. Influence of pruning on wood characters in hybrid aspen. *Silva Fennica* 43: 689–698.

²⁶⁸ Heiskanen, V. 1958. Studies on pruning of birch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49(3): 1–68. På finska med engelsk sammanfattning.

²⁶⁹ Nylinder, P. 1952. Om kvistning. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* för år 1952: 196–208.

gäller övervallningstid. Björk anses till exempel övervalla långsammare än asp och al, och i en studie av stamkvistning på hybridasp var övervallningstiden så kort som 3 år.²⁷⁰

När ska man stamkvista?

Det finns studier där man undersökt effekten på veden av att stamkvista friska kvistar vid olika tidpunkter på året. En del forskare och praktiker anser att den säkraste perioden för stamkvistning infaller på senvintern eller tidig vår för de flesta trädslag. Den för närvarande rådande allmänna rekommendationen för ordinära lövträd i Sverige är emellertid att stamkvistningen bör ske efter savningsperioden på våren och försommaren och att tiden kring och strax efter midsommar är lämplig.^{271,272,273} Motivet för stamkvistning i början av tillväxtsäsongen är att träden är i aktiv tillväxt och kan på bästa sätt motverka svampangrepp samtidigt som det är långt kvar på tillväxtsäsongen och övervallningsprocessen hinner komma igång.

Döda kvistar kan avlägsnas när som helst på året och bör tas bort så fort som möjligt.

En andra viktig fråga om tidpunkt är vid vilken ålder det är lämpligt att börja stamkvista. Flertalet genomförda studier visar att ju tidigare man stamkvistar desto mer kvistfritt virke får man och det gynnar ekonomin. Betydande kvalitetsförbättringar kan uppnås hos olika lövträdslag i ung ålder vid stamkvistning med små negativa konsekvenser på tillväxten.^{274,275,276} Fördelar med tidig stamkvistning är att övervallningen går snabbt, årsringsbredden är förhållandevis stor, kvistarnas diameter är liten och ansvällningen på stammen är begränsad. Men det finns forskare som har en annan uppfattning och anser att tidig stamkvistning för att forma unga lövträd är en riskfylld affär som lätt misslyckas och rekommenderar istället traditionell stamkvistning efter att beståndet slutit sig.²⁷⁷ Tidig stamkvistning gör också att antalet träd som kvistas måste vara större eftersom risken för kalamiteter är stor och utsyning av framtidsstammar är svårare ju tidigare den utförs.

Trädens storlek då stamkvistning kan påbörjas, oftast uttryckt via stamdiametern, har också varit föremål för studier. Stamdiametern är naturligtvis

²⁷⁰ Rytter, L. & Jansson, G. 2009. Influence of pruning on wood characters in hybrid aspen. *Silva Fennica* 43: 689–698.

²⁷¹ Nylinder, P. 1952. Om kvistning. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* för år 1952: 196–208.

²⁷² Barnéoud, C., Bonduelle, P. & Dubois, J.M. 1982. *Manuel de populiculture*. Association Forêt-Cellulose (AFOCEL), Paris.

²⁷³ DeBell, D.S., Harrington, C.A., Gartner, B.L. & Singleton, R. 2006. Time and distance to clear wood in pruned red alder saplings. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General Technical Report PNW-GTR-669, Portland, Oregon, s 103–113.

²⁷⁴ Bulfin, M. & Radford, T. 1998. Effect of early formative shaping on newly planted broad-leaves. *Irish Forestry* 55: 35–61.

²⁷⁵ Brodie, L.C. & Harrington, C.A. 2006. Response of young red alder to pruning. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General Technical Report PNW-GTR-669, Portland, Oregon, s 95–102.

²⁷⁶ Rytter, L. & Jansson, G. 2009. Influence of pruning on wood characters in hybrid aspen. *Silva Fennica* 43: 689–698.

²⁷⁷ Kerr, G. & Morgan, G. 2006. Does formative pruning improve the form of broadleaved trees? *Canadian Journal of Forest Research* 36: 132–141.

intimt kopplat till ålder för vilka argumenten redovisats ovan. Många gör bedömningen att lämpligaste tidpunkt för stamkvistning är då träden är mellan 10 och 15 cm grova. Ett viktigt motiv för detta är att först då kan man avgöra vilka träd som blir kvar till slutet.

Hur ska man stamkvista?

Stamkvistningen ska inriktas på de träd som står kvar till förnyngningsavverkning, möjligen även de som tas i en sista gallring. Det gäller att stamkvistningen får effekt på sortiment och dimension om lönsamheten ska bli god. Det betyder att man på sin höjd stamkvistar ca 500 träd ha⁻¹ när de gäller de ordinära lövträden.

När man stamkvistar är det viktigt att man undviker fläxskador, dvs att bark rivs loss kring kvisten. Detta undviks på större grenar genom att göra ett snitt undertill innan sågning påbörjas uppifrån. Själva snittet ska läggas så nära stammen som möjligt men utan att man sågar i själva kvistkudden (figur LÖ25). Detta sätt får stöd av de flesta undersökningar som gjorts^{278,279,280}, men det finns de som hävdar att kambiet aktiveras genom att såga i kvistkudden längs stammen. Vi avråder dock från att skära längs stammen. Det rekommenderas också att använda sekator istället för såg för att undvika skador på kambiet.²⁸¹

I de fall kvistkudden inte är utbildad, till exempel högre upp i trädkronan, ska snittet ske lodrätt och så att kvistens barkrygg är intakt på ovansidan.²⁸²



Figur LÖ25 Så här anläggs sågsnittet vid stamkvistning: nära stammen men utanför kvistkudden så att denna ej skadas. Foto Martin Werner.

²⁷⁸ Nylinder, P. 1952. Om kvistning. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* för år 1952: 196–208.

²⁷⁹ Dujesiefken, D. & Stobbe, H. 2002. The Hamburg tree pruning system – a framework for pruning of individual trees. *Urban Forestry & Urban Greening* 1: 75–82.

²⁸⁰ Schatz, U., Heräjärvi, H., Kannisto, K. & Rantatalo, M. 2008. Influence of saw and secateur pruning on stem discolouration, wound cicatrisation and diameter growth of *Betula pendula*. *Silva Fennica* 42: 295–305.

²⁸¹ Schatz, U., Heräjärvi, H., Kannisto, K. & Rantatalo, M. 2008. Influence of saw and secateur pruning on stem discolouration, wound cicatrisation and diameter growth of *Betula pendula*. *Silva Fennica* 42: 295–305.

²⁸² Dujesiefken, D. & Stobbe, H. 2002. The Hamburg tree pruning system – a framework for pruning of individual trees. *Urban Forestry & Urban Greening* 1: 75–82.

I första hand ska den blivande rotstocken befrias från kvistar. Då måste man i allmänhet kvista drygt 3 meter upp på stammen. I ekskogsskötsel förekommer det att man fortsätter att kvista i omgångar ända upp till 8 meters höjd. I litteraturen finns en stor majoritet för att kvista mellan 5 och 7 meter upp längs stammen.²⁸³ Då får man två stocklängder utan kvist.

Det är av yttersta vikt att man inte tar bort för stor del av den gröna kronan vid stamkvistningen. Olika studier för vitt skilda trädslag visar tydligt att diametertillväxten påverkas negativt även vid måttlig reducering av grönkronan.^{284,285} Olika trädslag reagerar dock olika mycket på en reducering av grönkronan. I litteraturen anges ofta att minst 50 % av trädets höjd ska utgöras av grön krona. För att inte riskera betydande produktionsnedsättningar bör man dock inte ta bort mera kvistar än att kronandelen är minst omkring 55 %. Det innebär till exempel att ett 12 m högt träd kan stamkvistas upp till max 5,5 m. I en studie på *Pinus radiata* framkom att de behövdes just en kronandel på 55 % för att ingen nedsättning av diametertillväxten skulle ske.²⁸⁶

För alar tillkommer dessutom problemet med vattenskott, vilka produceras i stor mängd om kronan befinner sig i obalans med rotsystemet. Detta är fallet vid för hård trängsel med upphissade kronor, men träden reagerar på liknande sätt om för stor del av kronan tas bort vid stamkvistning.

Rätt kviststorlek viktig

En ytterligare viktig fråga är hur stora kvistar som kan avlägsnas. Det vanligaste svaret i litteraturen ligger på en kvistdiameter på upp till 3–5 cm.²⁸⁷ och risken för skador anses låg för kvistar som är under 2 cm.²⁸⁸ Om grenarna är grövre är risken för röta stor och det tar dessutom lång tid innan övervallningen är klar. Å andra sidan, om en enstaka gren är grov på det avsnitt av stammen som kvistas så är det sannolikt bättre att avlägsna den, med risk för röta, än att låta den sitta kvar. Situationen blir inte bättre med tiden.

Heiskanen studerade effekter av stamkvistning på veden hos björk i Finland.²⁸⁹ Han visade tydligt att ju tjockare kvistar som avlägsnades desto längre tid tog det att övervalla dem. För kvistar upp till 1 cm tog det 3–5 år innan övervallningen var klar, för kvistar på drygt 3 cm tog det över 8 år. Heiskanen visade också att röta som sprids ovanför och nedanför kvisten ökade med ökande kvistdiameter. För kvistar upp till 0,5 cm påträffades ingen röta

²⁸³ Nicolescu, V.-N. 1999. *Artificial pruning – a review*. Reprografia Universității Transilvania, Braşov, Romania, 65 s.

²⁸⁴ Pinkard, E.A. 2003. Physiological and growth responses related to pattern and severity of green pruning in young *Eucalyptus globulus*. *Forest Ecology and Management* 182: 231–245.

²⁸⁵ Neilsen, W.A. & Pinkard, E.A. 2003. Effects of green pruning on growth of *Pinus radiata*. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 2067–2073.

²⁸⁶ Neilsen, W.A. & Pinkard, E.A. 2003. Effects of green pruning on growth of *Pinus radiata*. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 2067–2073.

²⁸⁷ Nicolescu, V.-N. 1999. *Artificial pruning – a review*. Reprografia Universității Transilvania, Braşov, Romania, 65 s.

²⁸⁸ Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S. & Velling, P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* 83: 103–119.

²⁸⁹ Heiskanen, V. 1958. Studies on pruning of birch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49(3): 1–68. På finska med engelsk sammanfattning.

i omgivande ved medan samtliga kvistar över 3 cm gav upphov till någon form av röta i veden ovan och under kvisten. Ett mycket viktigt resultat var också att ingen röta påträffades i veden utanför den årsring där beskärningen gjordes. Detta har även observerats i andra studier. Hos asp noteras ofta en viss missfärgning utanför den avsågade kvisten (figur LÖ22)²⁹⁰, vilket anses bero på urlakning av färgämnen i barken som sedan fälls ut i veden.²⁹¹

Stamkvistningsstudier har trots allt utförts i begränsad omfattning varför det är svårt att uttala sig om hur allmängiltiga resultaten är med avseende på geografisk spridning, tidpunkter och trädslag.

Om man genomför en stamkvistning är det viktigt att den blir dokumenterad på ett bra sätt, till exempel i en skogsbruksplan. Detta ökar möjligheterna att kunna få ut ett bra pris för de stamkvistade träden då de avverkas.

²⁹⁰ Rytter, L. & Jansson, G. 2009. Influence of pruning on wood characters in hybrid aspen. *Silva Fennica* 43: 689–698.

²⁹¹ Nylinder, P. 1952. Om kvistning. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* för år 1952: 196–208.

Gallring

Gallring är egentligen en "enkel" fortsättning på det arbete som genomförs under röjningsfasen. I den ideala situationen fortsätter man på den inslagna vägen och fortsätter att flytta den fortsatta tillväxten till de bästa av de kvarvarande träden. Skillnaden gentemot röjningen är att man här tar tillvara virke som massaved eller sågråvara.

Den tidigare definitionen²⁹² sa att man i röjningsfasen inte tog ut något gagnvirke, men i dessa tider med ett ökat intresse för biobränslen är det sannolikt att man vid vissa tillfällen även kommer att ta ut röjningsvirke kommersiellt. I så fall torde det bland annat ske i täta lövdominerade ungskogar och det medför att den gamla definitionen inte gäller fullt ut.

Om man däremot inte fullföljt röjning enligt intentionerna eller saknat intentioner kommer gallringen i en annan dager. Då handlar det om att göra det bästa av en besvärlig situation, och den situationen kan variera. Mer om detta senare.

När man gallrar kan man variera styrkan, dvs hur stor andel av träden som avlägsnas vid åtgärden. Detta får betydelse både för den totala produktionen och för dimensionsutvecklingen, men även på hur många gallringar som behövs på vägen till slutavverkning. Hårda gallringar med åtminstone tidvis jämförelsevis glesa bestånd leder till lägre produktion men grövre träd än om gallringarna är svagare.

Gallringen kan också varieras beroende vilka träd som tas bort. I många fall är det de klenare träden som bedöms som icke utvecklingsbara och då talar vi om låggallring. En motsatt situation är också möjlig och förekommer till exempel i ungskogsskötsel av bok. Man tar bort de grövre träden och spar de som är något mindre. Detta benämns höggallring. Avsikten är här att förbättra kvaliteten eftersom de grövre träden ofta besitter en lägre virkeskvalitet än de något mindre. Inriktningen i gallringen kan också vara fokuserad på kvalitet och kallas följaktligen kvalitetsgallring. Det kan då både bli neutral, låg- eller höggallring. Inom lövskogsskötseln brukar även begreppet kron-gallring användas. Det innebär att man frihugger kronorna runt de stammar som blivit utsedda att stå kvar för framtiden.

Vid gallring av barrträdsbestånd är grundytan starkt styrande för när åtgärder ska sättas in. Inom skötseln av ordinära lövträd ser man mer till grönkronans skick och utvecklingsbarhet (figur LÖ26).^{293,294,295} Man laborerar sålunda mer med trädhöjder och stamantal. Generellt sett är grundytorna betydligt lägre i dessa lövträdsbestånd än vad som gäller för vanligt granskogsbruk.

²⁹² Sveriges Skogsvårdsförbund. 1994. *Praktisk Skogshandbok*. 14:e uppl., Sveriges Skogsvårdsförbund, Djursholm, 510 s.

²⁹³ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

²⁹⁴ Persson, T. 1996. *Lövskog i Sydsvrige*. Södra skog, Region Syd, Kristianstad, 16 s.

²⁹⁵ Rytter, L. & Werner, M. 1998. *Lönsam lövskog – steg för steg*. SkogForsk,Handledning, Uppsala, 43 s.



Figur LÖ26 Vid gallring i lövskog är det grönkronans skick och utvecklingsmöjligheter som avgör när åtgärder ska sättas in. När kronorna får kontakt med varandra är det dags att gallra.

Om röjningen genomförs enligt plan och målet är en hög andel sågråvara blir gallringen en kvalitetsinriktad åtgärd som siktar på de bästa och grövsta träden. Om röjningen uteblivit eller försenats hamnar man istället i ett läge där man tvingas till en låggallring av utkonkurrerade mindre träd samtidigt som de större träden av ofta dålig kvalitet måste sparas eftersom de är de mest vitala i beståndet. Det här understryker den stora betydelsen av såväl röjning som gallring för att nå målet och god lönsamhet. Minimialdern för förnygringsavverkning är 35 år för björk, asp och al enligt Skogsstyrelsen.²⁹⁶

Björk

Det traditionella målet för björkskogsskötsel har varit och är högkvalitativt såg- och fanérvirke. Det kräver en ändamålsenlig skötsel där såväl röjnings- som gallringsinsatser sker rätt i tid och med rätt styrka. Normalt sett skiljer sig inte skötseln för vårthbjörk och glasbjörk.

I ett historiskt perspektiv kan man se att antalet gallringar i björkbestånd på väg mot förnygringsavverkning har minskat under det senaste seklet (tabell LÖ3). I det klassiska arbetet av Fries²⁹⁷ föreslås omkring fem gallringar på vägen mot förnygringsavverkning, vilket sedan reducerats till hälften i dagens rekommendationer.²⁹⁸ Färre gallringar innebär också att gallringsstyrkan

²⁹⁶ Skogsstyrelsen. 2011. *Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till Skogsvårdslagen*. Skogsstyrelsen, SKSFS:17, Jönköping. 45 s.

²⁹⁷ Fries, J. 1964. Vårthbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Studia Forestalia Suecica* 14: 1–227.

²⁹⁸ Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S. & Velling, P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* 83: 103–119.

ökat högst avsevärt. Visserligen blir stamkvaliteten något sämre med färre och starkare gallringar, men kronan bevaras lättare. Omloppstiderna blir kortare och gallringsekonomin betydligt bättre. Stark gallring jämfört med lätt eller ingen gallring har i en brittisk studie visat sig ge avsevärt bättre diame-tertillväxt samtidigt som kvalitetsförsämringen är måttlig och inte medför att virket klass ned till sämre sortiment.²⁹⁹ I den lätta gallringen var stamantalet i försöket i de flesta fall 600–1 100 stammar ha⁻¹ i åldersspannet 40–60 år. I den starka gallringen låg det på 360–420 stammar ha⁻¹.

²⁹⁹ Cameron, A.D., Dunham, R.A. & Petty, J.A. 1995. The effects of heavy thinning on stem quality and timber properties of silver birch (*Betula pendula* Roth). *Forestry* 68: 275–285.

Tabell LÖ3 Sammanställning av publicerade skötselmodeller för björk i Norden.
För respektive ståndortsindex, som listats i en fallande bördighetsskala, anges
antal gallringar, omloppstider i år och stamantal ha⁻¹ vid slutavverkning.³⁰⁰

Referens och nationalitet	Art och beståndstyp					Bonitet	Gallr.	Oml.- tid	Stam- antal
	Björk	Vårtbj.	Glasbj.	Nat. föryngr.	Plan- tering				
Ilvessalo, 1920, Finland	X			X		OT	8	90	490
	X			X		OMT	8	90	918
	X			X		MT	8	90	960
	X			X		VT	9	100	960
Koivisto, 1959, Finland	X			X		OMT	13	80	380
			X	X		OMT	9	60	700
Fries, 1964, Sverige	X			X		B26	5–6	60	300–600
	X			X		B22	5–7	70	300–600
	X			X		B18	4–5	80	400–800
Braastad, 1967, Norge	X			X		H ₄₀ =23	7	79	177–468
	X			X		H ₄₀ =20	6	80	225–469
	X			X		H ₄₀ =17	6	89	271–565
			X	X		H ₄₀ =14	6	108	306–807
			X	X		H ₄₀ =11	5	112	451– 1191
			X	X		H ₄₀ =8	5	131	586– 1149
Braastad, 1977, Norge	X			X		H ₄₀ =23	3	79	500
	X			X		H ₄₀ =20	3	80	500
	X			X		H ₄₀ =17	3	90	500
			X	X		H ₄₀ =14	2	96	900
			X	X		H ₄₀ =11	2	107	900
			X	X		H ₄₀ =8	1	119	1600
Oikarinen, 1983, Finland	X				X	B30	2–5	40–60	250–523
	X				X	B28	1–5	40–60	296–793
	X				X	B26	1–4	40–60	286–816
	X				X	B24	1–3	50–60	408–963
	X				X	B22	1–3	50–60	538– 1085
Sonesson m fl, 1994, Sverige	X				X	B32	1–2	53–71	333–448
	X				X	B30	2	61–76	389–470
	X				X	B27	2–3	64–85	349–431

³⁰⁰ Delvis hämtad från: Rytter, L. 1998. *Löv- och lövblandbestånd – ekologi och skötsel*. SkogForsk, Redogörelse nr 8, Uppsala, 62 s.

Persson, 1996, Sverige	X		X		c. B26	3–4	50–55	300–400
Hynynen m fl, 2010, Finland		X		X	B26	2	60	389
Södra, 2013, Sverige	X		X	X	ca B26	2–3	45–55	300–400

För referenserna till skötselmodellerna för björk, se ³⁰¹.

Det för närvarande dominerande skötselschemat innefattar två till tre relativt starka och tidiga gallringar på vägen till föryngringsavverkning. De kvalitetsmässigt bästa träden ska gynnas, vilket innebär att krokiga och grovgreniga träd tas ut liksom träd med klykor och träd med liten krona som skulle få svårt att svara på ett gallringsingrepp. Gallringarna sker vanligtvis i form av kombinerad låg- och kvalitetsgallring. En del grövre träd bör lämnas kvar med tanke på flora och fauna, förslagsvis samlas dessa i grupper.

I såväl röjnings- som gallringsskedet är det viktigt att de träd som ska stå kvar inte får för liten grön krona. En tumregel i gallringsskedet är att grönkronan ska vara minst 50 % av trädhöjden.^{302,303} Detta har visat sig leda till fortsatt bra tillväxt och dimensionsutveckling. För glasbjörk verkar trädens tillväxt bli avsevärt lägre om kronan är kortare än 45 %.³⁰⁴ I lövskogsskötsel är grönkronan den trädell som man ska vara observant på och som avgör när såväl röjning som gallring ska sättas in. I sen röjning eller tidig gallring är det lämpligt att utse huvudstammar som ska stå kvar fram till föryngrings-

³⁰¹ Ilvessalo, Y. 1920. Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 15(4): 1–103. På finska med tysk sammanfattning.

Koivisto, P. 1959. Growth and yield tables. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(8): 1–49.

Fries, J. 1964. Vårthjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Studia Forestalia Suecica* 14: 1–227.

Braastad, H. 1967. Produksjonstabeller for björk. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 22: 265–365.

Braastad, H. 1977. *Tilvekstmodellprogram for björk*. Norsk Institutt for Skogforskning, Rapport 1/77, Ås, Norge, 17 s.

Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S. & Velling, P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* 83: 103–119.

Oikarinen, M. 1983. Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 113: 1–75. På finska med engelsk sammanfattning.

Sonesson, J., Albrektson, A. & Karlsson, A. 1994. *Björkens produktion på nedlagd jordbruksmark i Götaland och Svealand*. SLU, Inst. f. skogsskötsel, Arbetsrapport nr 88, Umeå, 31 s.

Persson, T. 1996. *Lövskog i Sydsvetige*. Södra skog, Region Syd, Kristianstad, 16 s.

Södra 2013. *Lönsamt löv – om konsten att driva ett lyckat lövskogsbruk*. Södra Skogsägarna, Växjö, 52 s.

³⁰² Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

³⁰³ Rytter, L. & Werner, M. 2000. *Lövskogen*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 31 s.

³⁰⁴ Niemistö, P. 1991. Growing density and thinning models for *Betula pubescens* stands on peatland in northern Finland. *Folia Forestalia* 782: 1–36. På finska med engelsk sammanfattning.

huggningen. Dessa markeras med fördel för att underlätta framtida gallringsingrepp. För björk kan det vara lämpligt att utse 400–500 stammar ha⁻¹, vilket ungefär motsvarar stamtätheten i slutet av omloppstiden.

Första gallring bra för brännved

Vad innebär ovanstående då i siffror? Om man ser till ålder så blir variationen ganska stor beroende på vilken bonitet vi talar om. Första gallringen i tidigare röjda bestånd infaller oftast vid 15–20 års ålder, då beståndens övre höjd är 10–12 m. Åtgärden kan ses som en röjningsgallring då volymen som tas ut endast är kring 15 m³sk ha⁻¹ och trädens diametrar 8–10 cm. Gallringen ska främst betraktas som en skötselåtgärd och det kan inte rekommenderas att man väntar några år för att få ett större virkesuttag. Efter denna gallring bör det stå kvar 800–1 200 stammar ha⁻¹, beroende på hur tätt det var före gallringen. De här rekommendationerna för första gallring ligger något tidigare än vad som föreslagits av Raulo³⁰⁵ i Finland och Johansson³⁰⁶ i Sverige, men kan motiveras av att större hänsyn tagits till grönkronornas längd för att nå en god utveckling med bland annat grova dimensioner i slutet av omloppstiden. Kvarvarande träd reagerar också bäst på ingrepp i tidig ålder då höjduitvecklingen är som starkast.³⁰⁷ Den första gallringen kan lämpligen vara ett uttag av brännved, för vilket björk är ett utmärkt trädslag.

Om sista röjningen varit kraftig med högst ca 1 500 stammar ha⁻¹ kvar kan man vänta ytterligare några år med första gallringen eftersom träden har tillräckligt stort utrymme. Det innebär också att gallringen får bättre ekonomi då träden blir grövre och uttagen volym blir större.

Konkurrerande träd måste bort

Nästa gallring sker när övrehöjdsträden är 15–17 m. Åldern är då 20–30 år. Man plockar bort träd som kommit efter i utvecklingen och träd som är av dålig kvalitet, precis som tidigare. Men även bra träd som konkurrerar med andra bra träd måste tas bort.

I detta skede kan man välja om man vill fortsätta med ytterligare en stark gallring eller ta den i två steg på väg till föryngringsavverkning. I fallet med en stark gallring bör stamantalet ha varit i den lägre delen av intervallet ovan. Det reduceras nu till mellan 400 och 500 stammar ha⁻¹. Beståndet kommer att se glest ut men kronorna kommer att få mycket utrymme och dimensionstillväxten blir sannolikt god, även om man förlorar en del produktion jämfört med att välja två återstående gallringar. Uttagen volym hamnar i intervallet 35–60 m³sk ha⁻¹.

Vid två återstående gallringar reduceras stamantalet först till 600–800 st ha⁻¹ med ett uttag på 25–45 m³sk ha⁻¹. Den sista gallringen sker sedan då övre höjden är kring 20 m vid åldern 30–40 år, beroende på lokalens bördighet. Då lämnar man knappt 400 stammar ha⁻¹ och tar ut 50–60 m³sk ha⁻¹.

³⁰⁵ Raulo, J. 1987. *Björkboken*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 87 s. Översatt från finska till svenska av Fritz Bergman.

³⁰⁶ Johansson, T. 1996b. Management of birch forest. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* Supplement 24: 7–20.

³⁰⁷ Eriksson, H., Johansson, U. & Kiviste, A. 1997. A site-index model for pure and mixed stands of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 149–156.

Ovanstående är exempel på hur gallring kan ske framgångsrikt i björkbestånd. Betydande avvikelser förekommer, speciellt vid vissa markförhållanden. Niemistö³⁰⁸ föreslår till exempel att glasbjörk på torvmark med ett förband på 2 000 stammar ha⁻¹ ska gallras först vid 15 m övre höjd. Då reduceras stamantalet till 900 ha⁻¹ och sedan görs ingen mer gallring innan föryngringsavverkning. Uppföljande studier har också visat på små gallringseffekter på kvarvarande stammar för glasbjörk på torvmark.³⁰⁹

I Norge har Braastad m.fl.³¹⁰ rekommenderat följande gallringsschema för vårtbjörk: 1:a gallring vid 12 m övre höjd till 1 200 stammar ha⁻¹, 2:a och sista gallring vid ungefär 15 m övre höjd till 600 stammar ha⁻¹. För glasbjörk föreslår man en enda gallring som sker vid 14–18 m övre höjd till 800 stammar ha⁻¹. Ett förbehåll är att grönkronan aldrig får bli mindre än 50 %.

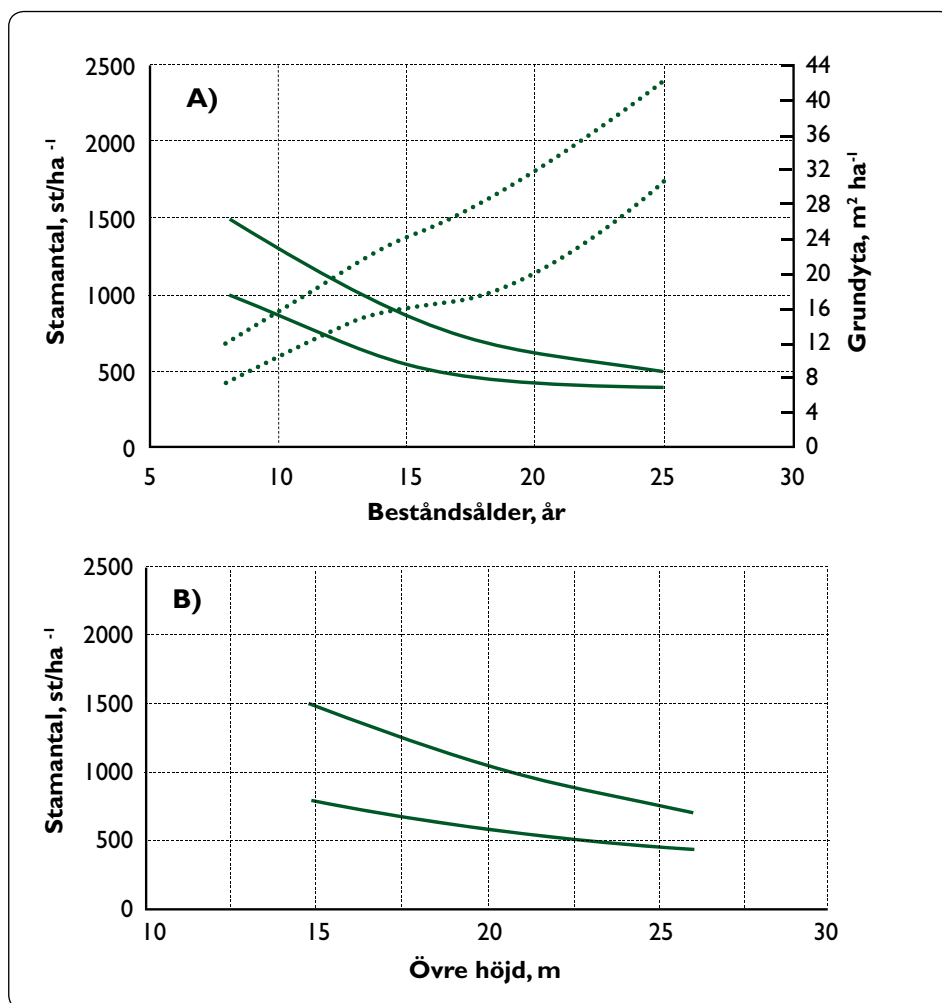
Det finns hjälpmedel i form av diagram som tagits fram för att underlätta beslut vid gallring av björk. Ett exempel, med inriktning på högkvalitativt sågtimmer, finns under portalen Kunskap Direkt³¹¹. Under rubriken Gallring ges möjlighet att testa existerande naturligt föryngrade bestånd med olika ingångsvariabler (figur LÖ27).

³⁰⁸ Niemistö, P. 1991. Growing density and thinning models for *Betula pubescens* stands on peatland in northern Finland. *Folia Forestalia* 782: 1–36. På finska med engelsk sammanfattning.

³⁰⁹ Niemistö, P. 2013. Effect of growing density on biomass and stem volume growth of downy birch stands on peatland in western and northern Finland. *Silva Fennica* 47: <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1002>.

³¹⁰ Braastad, H., Bunkholt, A., Huse, K.J., Næss, R.M., Pettersen, J. & Risdal, M. 1993. *Lauvskog – Bestandspleie*. Norsk Institutt for Skogforskning, Institutt for Skogfag, Biri, 25 s.

³¹¹ Se <http://www.skogforsk.se>.



Figur LÖ27 Exempel på gallringsrekommendationer för naturligt föröng-rad björk. A) rekommenderat stamantal och grundyta vid varierande ålder på god mark (Ståndortsindex =B25–B27); B) rekommenderat stamantal vid varierande övre höjd i beståndet på lämplig björkmark men där stånd-ortsindex tillåts variera. Stamantal och grundyta ska så mycket som möj-ligt befinna sig mellan de båda linjerna i respektive figur för angiven ålder och övre höjd.³¹²

Omloppstiden för vårtbjörk i södra Sverige och på lämplig god mark (stånd-ortsindex B24–B27) brukar anges till 45–55 år.^{313,314} Längre norrut får man räkna med 60–70 år.³¹⁵ Med ett genetiskt bra odlingsmaterial och tidiga star-ka skötselåtgärder (2 gallringar) bör omloppstiden kunna reduceras till om-kring 40 år på bra mark i södra Sverige. Eftersom glasbjörk växer sämre blir omloppstiden följaktligen åtminstone 10 år längre utom på fuktiga lokaler där tillväxten blir ungefär lika lång för båda arterna. Vid föröngningsavverk-ning brukar det stående virkesförrådet vara 250–350 m³sk ha⁻¹.

³¹² Källa: Kunskap Direkt, Skötsel av lövskog, Björk, asp och al. <http://www.skogforsk.se>.

³¹³ Persson, T. 1996. *Lövskog i Sydsvetige*. Södra skog, Region Syd, Kristianstad, 16 s.

³¹⁴ Södra 2013. *Lönsamt löv – om konsten att driva ett lyckat lövskogsbruk*. Södra Skogs-ägarna, Växjö, 52 s.

³¹⁵ Raulo, J. 1987. *Björkboken*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 87 s. Översatt från finska till svenska av Fritz Bergman.

Masurbjörk

Odling av masurbjörk förekommer i viss utsträckning i Finland och även i Sverige finns ”entusiaster” för denna vårtbjörksvarietet. De största naturliga förekomsterna finns i Rånskären i nuvarande Ryssland, i Finlands och Sveriges södra delar och i sydöstra Norge.³¹⁶ Anläggning av masurbjörk sker på samma sätt som vid plantering eller sådd av vanlig björk men skötseln blir annorlunda.

Den viktigaste åtgärden vid skötsel av masurbjörk är den första gallringen som utförs som en ungskogsrojning. Vid 7–10 år efter plantering, alternativt 15 år efter sådd, avlägsnas de snabbväxande vårtbjörkar som inte uppvisar masurbildning. Träd med masurbildning, och därmed störd fiberriktning, har en långsammare tillväxt än vanliga träd. Det gör att de lätt hamnar i undertryckt läge om inte gallring utförs i tid. I fortsättningen görs hårda gallringar som alltmer inriktas på att friställa träd med tydlig masurbildning och där man även bör genomföra en aktiv stamkvistning.³¹⁷ På bättre ståndorter kan masurbestand avvecklas efter 40–50 år.³¹⁸

Det finns olika typer av masurbildning (figur LÖ28) som kan urskiljas okulärt: knölmasur, halsmasur, randmasur och ringmasur. De vanligaste är hals- och knölmasur men blandformer är vanliga.

³¹⁶ Raulo, J. 1987. *Björkboken*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 87 s. Översatt från finska till svenska av Fritz Bergman.

³¹⁷ Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S. & Velling, P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* 83: 103–119.

³¹⁸ Raulo, J. 1987. *Björkboken*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 87 s. Översatt från finska till svenska av Fritz Bergman.



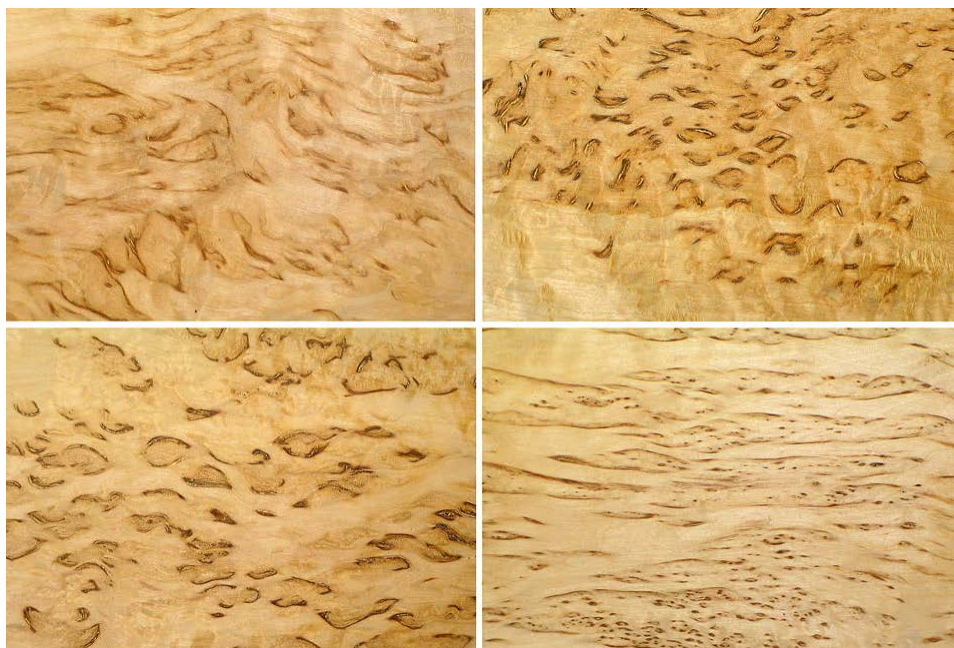
Figur LÖ28 Masurbjörkens stamformer brukar delas in i fyra olika huvudformer. Från vänster: knöl-, hals-, rand- och ringmasur.³¹⁹
Foto Jyrki Raulo.

Enligt beräkningar av Raulo och Sirén³²⁰ är det möjligt att vid förnygringsavverkningen få ut 20–35 ton svarvningsduglig stammasur och 40–75 ton grenmasur ha⁻¹. Virket är mycket vackert (figur LÖ29) och betingar höga värden. För fanér och svarvmassur ligger priset på 15 000–30 000 kr m⁻³, vilket motsvaras av 16–32 kr kg⁻¹ friskvikt.³²¹ Om man kombinerar utfall och pris så förstår man att odling av masurbjörk kan betala sig bra.

³¹⁹ Raulo, J. 1987. *Björkboken*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 87 s. Översatt från finska till svenska av Fritz Bergman.

³²⁰ Raulo, J. & Sirén, G. 1978. Yield and return of final cutting in four curly birch stands. *Silva Fennica* 4: 245–252.

³²¹ www.masurplantor.se



Figur LÖ29 Masurvirket kan anta många olika former och mönster.
Foto Lars Rytter.

Asp och poppel

I Sverige finns för närvarande inget regelbundet sortiment för sågråvara av asp förutom tändsticksvirke. Trots detta rekommenderar till exempel Almgren²⁶⁶ att skötseln ska sikta mot grovt och kvistrent aspvirke. Även andra skötselrekommendationer styr åt samma håll. Om det går att få till ett jämnt flöde av bra asptimmer så kommer det sannolikt också att finnas köpare, och i grannlandet Norge används asp till panel såväl inomhus som utomhus. Skötselmässigt skiljer vi på hur asp, hybridasp och poppel hanteras.

Asp

Skötsel av asp påminner i stor utsträckning om björkskötsel. Skillnaden är att aspen tål att stå något tätare³²² vilket gör att man kan hålla något högre stamantal eller vänta lite längre innan gallring utförs. Men det betyder inte att skötseln får bli eftersatt. Även aspbestånd förstörs snabbt om röjningar och gallringar uteblir eller sätts in för sent. Liksom för många andra trädslag rekommenderas att aspens grönkrona hela tiden ska vara minst 50 % av trädhöjden. Almgren³²³ och Persson³²⁴ tillåter visserligen kronan att gå ned till 40 % av höjden men vi rekommenderar 50 % för att träden ska vara fortsatt vitala och inte förlora i tillväxtförmåga.

Det är lämpligt att utse 400–500 huvudstammar i sen röjning eller tidig gallring, vilka sedan gynnas vid framtida ingrepp. Gallringen utförs inledningsvis främst som låggallring där hänsyn även tas till stammarnas kvalitet

³²² Rytter, L. 2013. Growth dynamics of hardwood stands during the precommercial thinning phase – Recovery of retained stems after competition release. *Forest Ecology and Management* 302: 264–272.

³²³ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

³²⁴ Persson, T. 1996. *Lövskog i Sydsvetige*. Södra skog, Region Syd, Kristianstad, 16 s.

och till kronornas behov av utrymme. Senare blir skötseln mer en kombination av kron- och kvalitetsgallring. Träd med grova grenar, klykor och små kronor tas ut i gallringarna. Eftersom asp anses vara ett viktigt trädslag för den biologiska mångfalden kan det vara lämpligt att lämna någon grupp där träden kan åldras och bli riktigt grova.

Vanligaste skötselschemat

Det vanligaste skötselschemat för asp innebär att 2–3 relativt starka och tidiga gallringar sker på vägen till föryngringsavverkning. Den första gallringen infaller normalt då beståndet nått ca 12 m medelhöjd och åldern är 20–25 år. Förutsättningen är att röjningsarbetet utförts i rätt tid och att stamantalet inte överstiger 2 000 st. ha⁻¹. Efter gallringen återstår 700–1 000 stammar ha⁻¹. Nästa gallring sätts in 10–15 år senare då träden är i medeltal 16–18 m höga. Här kan man, såsom i fallet med björk, välja på ytterligare en stark gallring eller två svagare gallringar på vägen till föryngringsavverkning.

Om alternativet med totalt två gallringar väljs bör stamantalet i den första gallringen reduceras till 700–800 stammar ha⁻¹. I den andra gallringen halveras i princip stamantalet och man får slutförbandet kring eller strax under 400 stammar ha⁻¹.

I de fall man väljer totalt tre gallringar minskas stamantalet i andra gallringen till 600–700 stammar ha⁻¹, för att sedan i tredje gallringen vid 20–23 m övre höjd hamna på 350–400 kvarvarande stammar ha⁻¹.

Ovanstående gallringsscheman får betraktas som de konventionella alternativen i dagens läge och betydande avvikelser förekommer. Dessa är många gånger framtvingade av otillräcklig röjning. I Norge föreslås medvetet en skötselvariant med bara ett gallringsingrepp och ingen röjning över huvud taget dessförinnan.³²⁵ När det gäller asp i Kanada (*P. tremuloides*) anser man att skötselingrepp ska sättas in tidigt³²⁶. Gallring är mest effektiv vid omkring 10 års ålder och den amerikanska aspen svarar mycket dåligt på ingrepp som görs efter 30 års ålder. Men då har skötseln å andra sidan innan dess varit i princip obefintlig. Eftersom den europeiska aspen är mycket lik den amerikanska understryker dock erfarenheterna från Nordamerika att ingrepp ska ske tidigt och kraftigt i aspbestånd, vilket ju även gäller de andra pionjärlovträden.

Norge utvecklar skötselprogram

Skötsel av asp har ägnats större uppmärksamhet i Norge än i Sverige. Redan på 1950-talet presenterades skötselprogram och höjnutvecklingskurvor för asp.³²⁷ Dessa har i hög grad legat till grund för de svenska skötselrekommendationerna. Den norska traditionen har fortsatt och på 1990-talet presenterades skötselsimuleringar för asp på varierande ståndorter i södra Norge.³²⁸ En uppseendeväckande del i dessa simuleringar är de långa omloppstiderna

³²⁵ Langhammer, A. & Opdahl, H. 1990. *Foryngelse og pleie av osp (Populus tremula L.) i Norge*. Norsk institutt for skogforskning, Rapport 1/90, Ås, 22 s.

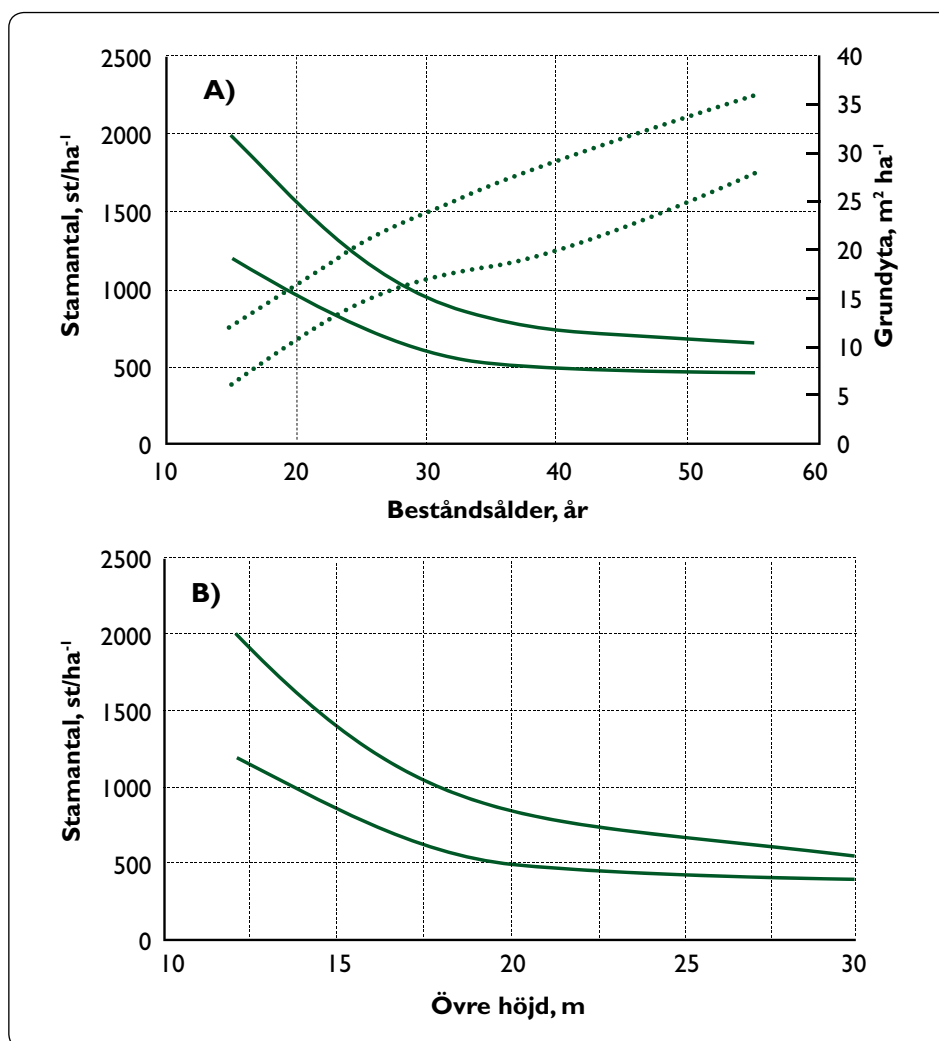
³²⁶ Peterson, E.B. & Peterson, N.M. 1995. *Aspen Manager's Handbook for British Columbia*. Canada – British Columbia Partnership Agreement on Forest Resource DEvelopment, FRDA REport, Victoria, B.C., 109 s.

³²⁷ Haugberg, M. 1958. Produksjonsoversikter for osp. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 15: 143–186.

³²⁸ Opdahl, H. 1992. Bonitet, vekst og produksjon hos osp (*Populus tremula* L.) i Sør-Norge. *Meddelelser fra Skogforsk* 44.11: 1–44, NISK & NLH, Ås, Norge.

på runt 80 år. Detta är betydligt längre än vad som brukar föreslås. Normalt anges omloppstiden för asp till 50–60 år på bättre marker, men det tycks finnas möjligheter att med endast 10 % tillväxtförluster reducera omloppstiden ända ned till 35 år på goda marker.³²⁹ Långa omloppstider för asp är förenat med hög risk för stamröta.

Rekommendationer för gallring av asp som leder till sågtimmer av hög klass finns under portalen Kunskap Direkt.³³⁰ Under rubriken Gallring kan existerande bestånd testas med olika ingångsvariabler (figur LÖ30).



Figur LÖ30 Exempel på gallringsrekommendationer för asp. A) rekommenderat stamantal och grundyta vid varierande ålder på god mark (Ståndortsindex $H_{40}=23-24$); B) rekommenderat stamantal vid varierande övre höjd i beståndet. Stamantal och grundyta ska så mycket som möjligt befinna sig mellan de båda linjerna i respektive figur för angiven ålder och övre höjd.³³¹

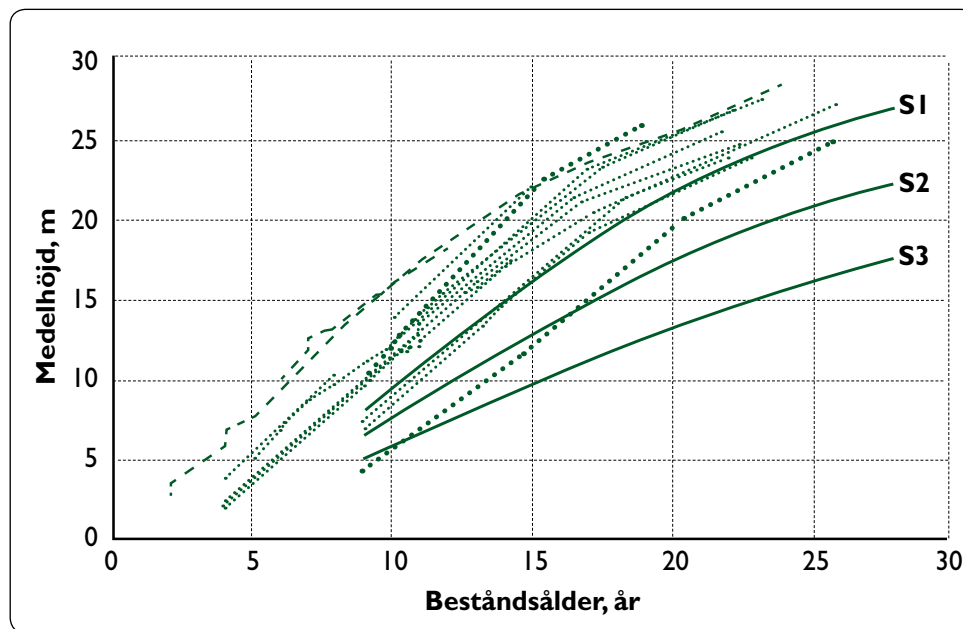
³²⁹ Vuokila, Y. 1977. On the growth capacity of aspen stands on good sites. *Folia Forestalia* 299: 1–11. In Finnish with English summary.

³³⁰ Se <http://www.skogforsk.se>.

³³¹ Källa: Kunskap Direkt, Skötsel av lövskog, Björk, asp och al. <http://www.skogforsk.se>.

Hybridasp och poppel

Den kortvariga användningen av hybridasp och poppel i svenskt skogsbruk innebär att erfarenhet av skötsel, röjning och gallring, är begränsad. Dessutom har ett allt bättre odlingsmaterial selekterats fram³³², vilket gör att äldre produktionsprognoser³³³ inte längre gäller (figur LÖ31).



Figur LÖ31 De höjdtutvecklingskurvor (hela linjer) som utvecklades av Jakobsen³³⁴ i Danmark bygger på ett odlingsmaterial som idag får betraktas som föråldrat. Det svenska material som togs fram på 1980-talet visar en snabbare höjdtillväxt (olika streckade linjer), vilket kommer att ge kortare omloppstider och kräva tidigare skötselåtgärder. Prickade linjer visar höjdtutvecklingen i olika planterade bestånd och långstreckade linjer representerar bestånd som förnygrats med rotskott.³³⁵

Det vanligaste planteringsförbandet är 3 m × 3 m, vilket ger ca 1 100 plantor ha⁻¹. Ett sådant glest förband är motiverat av dyra plantor (gäller hybridasp) och framförallt mycket snabb initial tillväxt. Förbandet gör också att röjning sällan behövs och att man kommer direkt in i gallringsfas. I nästa generation, med täta uppslag av rotskott (hybridasp) eller huvudsakligen stubbskott

³³² Stener, L.-G. 2004. Resultat från sydsvenska klontester med poppel. Skogforsk, Arbetsrapport nr 571, Uppsala, 27 s.

Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.

³³³ Jakobsen, B. 1976. Hybridasp (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.). *Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark* 34: 317–338.

Elfving, B. 1986. Odlingsvärdet av björk, asp och al på nedlagd jordbruksmark i Sydsverige. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5/86: 31–41.

³³⁴ Jakobsen, B. 1976. Hybridasp (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.). *Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark* 34: 317–338.

³³⁵ Figuren från: Rytter, L. & Stener, L.-G. 2014. Growth and thinning effects during a rotation period of hybrid aspen in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2014.968202>.

(poppel) genomförs röjningen så att man tidigt åter hamnar på ett förband på ungefär 3 m × 3 m.

Tre varianter för skötsel

För närvarande föreslår vi tre olika varianter på hur hybridasp kan skötas i gallringsfasen då planteringen skett med ungefär 1 100 plantor ha⁻¹ ³³⁶, och poppel bör kunna hanteras på liknande sätt. Eftersom förbandet är jämförelsevis glest kommer gallringen huvudsakligen att inriktas på vitalitet och kvalitet, där grovgreniga, klykformade och skadade träd tas bort. Erfarenhetsmässigt blir gallringen också oftast en svag låggallring.

Det första alternativet innebär två gallringar, vilket är färre än vad som föreslagits och räknats med tidigare. Första gallringen sker då beståndets medelhöjd är ungefär 12 m. Stamantalet reduceras till ca 700 ha⁻¹. Den andra gallringen tar beståndet från 700 till ungefär 400 stammar ha⁻¹ och genomförs då beståndets medelhöjd är 20 m.

Det andra alternativet innebär endast en gallring. Den sker också vid 12 m medelhöjd men stamantalet minskas ned till 500–600 ha⁻¹. Båda gallringsalternativen bedöms ge omloppstider på drygt 25 år på goda marker i Götaland och Svealand³³⁷.

Det sista alternativet är gallringsfritt och här kan planteringsförbandet sänkas ytterligare något. Det torde dock fungera även med 1 100 stammar men då kommer dessa att konkurrera med varandra under en längre tid med minskad diametertillväxt som följd. Det här alternativet kan således betraktas som huvudsakligen inriktat på biobränsle- och massavedsproduktion. En fördel är att omloppstiden kan sänkas ytterligare och hamnar sannolikt i intervallet 15–20 år i södra Sverige. En annan fördel med att sköta aspar gallringsfritt anses vara minskad risk för stamkräfta³³⁸ men detta är omtvistat.³³⁹

Även för hybridasp finns skötselrekommendationer inlagda under portalen Kunskap Direkt.³⁴⁰ Rekommendationerna är tänkta för ett skogsbruk där gallring ingår och där sågråvara kan tas ut i slutet av omloppstiden. Under rubriken Gallring kan existerande bestånd testas med olika ingångsvariabler (figur LÖ32).

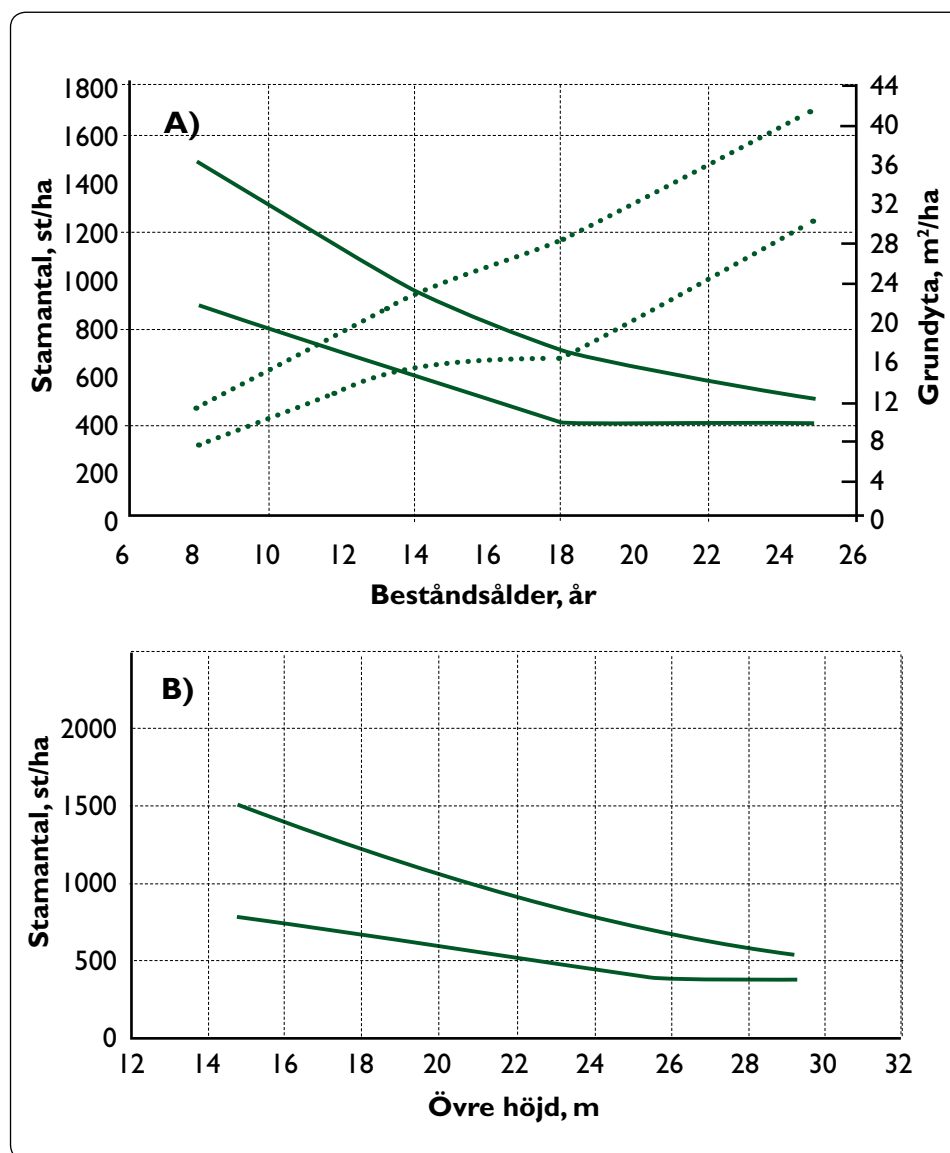
³³⁶ Rytter, L., Stener, L.-G. & Övergaard, R. 2011. *Odling av hybridasp och poppel*. Skogforsk,Handledning, Uppsala, 40 s.

³³⁷ Rytter, L. & Stener, L.-G. 2014. Growth and thinning effects during a rotation period of hybrid aspen in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2014.968202>.

³³⁸ Anderson, R.L., Anderson, G.W. & Schipper, A.L. Jr 1979. *Hypoxylon* canker of aspen. *Forest Insect & Disease Leaflet* 6, USDA Forest Service, 5 s.

³³⁹ Pitt, D., Weingartner, D. & Greifenhagen, S. 2001. Precommercial thinning of trembling aspen in northern Ontario: Part 2 – Interactions with *Hypoxylon* canker. *The Forestry Chronicle* 77(5): 902–910.

³⁴⁰ Se <http://www.skogforsk.se>.



Figur LÖ32 Gallringsrekommendationer för hybridasp på god mark i södra Sverige. A) rekommenderat stamantal och grundyta vid varierande ålder; B) rekommenderat stamantal vid varierande övre höjd i beståndet. Stamantal och grundyta ska så mycket som möjligt befinna sig mellan de båda linjerna i respektive figur för angiven ålder och övre höjd.³⁴¹

AI

Klibbal är ett trädslag som kräver väl genomförd röjning och gallring för att bibehålla grönkronan och därmed tillväxtpotentialen.³⁴² Den naturliga kvistrensningen sker oerhört snabbt när träden börjar konkurrera med varandra³⁴³

³⁴¹ Källa: Kunskap Direkt, Skötsel av lövskog, Björk, asp och al. <http://www.skogforsk.se>.

³⁴² Claessens, H., Oosterbaan, A., Savill, P. & Rondeux, J. 2010. A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. *Forestry* 83: 163–175.

³⁴³ Rytter, L. & Werner, M. 2007. Influence of early thinning in broadleaved stands on development of remaining stems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 198–210.

och det innebär att kronförhållandet snabbt kan raseras. Liksom för björk och asp behöver klibbalen 50 % grön krona av trädhöjden för att utvecklas väl. Det här innebär också att klibbalbestånd ska hållas glesare än de andra ordinarie lövträden från och med röjningsfasen. Vår kunskap om skötsel av gråal är begränsad, information hittas företrädesvis i Norge.³⁴⁴

Klibbalkärr tillhör ofta de minst gallrade skogarna, vilket givit kläna träd och upphissade kronor.³⁴⁵ Om träden i sådana bestånd nått 12 m höjd är det nästan omöjligt att få igång diametertillväxten genom gallring. Dessutom finns problemet med vattenskott. Gallringar i alskog med upphissade kronor ger med stor sannolikhet mycket vattenskott på kvarvarande träd. Detta är ett sätt för träden att kompensera för den obalans som uppstått då kronorna reducerats av trängsel. Alens kvävefixering påverkas också av beståndstätheten, där täta unga bestånd har visat sig fixera mindre än glesare bestånd.³⁴⁶ Det betyder att röjning och gallring är viktiga åtgärder även för kvävehushållningen.

Konventionella insatser för klibbal och gråal

För klibbal består den konventionella gallringsinsatsen av 2–3 åtgärder på vägen mot föryngringsavverkning. Om vi utgår från att det står ca 1 500 stammar ha⁻¹ efter röjningen så sker den första gallringen vid 15–20 års ålder då övre höjden nått ungefär 12 m och då lämnas knappt 1 000 stammar ha⁻¹.

Nästa gallring sker 5–10 år senare då övre höjden nått ca 16 m och då stamantalet reduceras till omkring 600 ha⁻¹ i det alternativ som kräver ytterligare en gallring. Om gallringen är den sista kan man möjligen vänta ytterligare 5 år om konkurrenssituationen mellan träden tillåter detta, annars sker gallringen vid samma tidpunkt som i tregallringsalternativet. Vid den sista gallringen i tvågallringsmodellen, då övre höjden är omkring 20 m, minskas stamantalet till ca 400 ha⁻¹.

I den tredje gallringen, där det är aktuellt, reduceras stammarna till 350 stammar ha⁻¹ vid 30–40 års ålder, beroende på ståndortsindex.

Det finns dock en viss risk för vattenskottbildning vid få och kraftiga gallringsingrepp, särskilt om de inte sker i tid utan något för sent. Därför rekommenderas gallringsintervall på 4–6 år.³⁴⁷

Skötseln av gråal kan ske på liknande sätt om man strävar efter träd med grova dimensioner. I annat fall kan man hålla bestånden tätare. Eftersom gråal har en snabbare ungdomstillväxt än klibbal kommer skötselåtgärderna att sättas in tidigare och omloppstiden blir också något kortare. I Norge rekommenderas att första gallringen, såsom för klibbal, sker vid övre höjden 12 m då stamantalet efter åtgärd reduceras till ca 1 000 st. ha⁻¹.³⁴⁸ Andra gallringen sätts in vid övre höjden 15 m då 600 stammar ha⁻¹ lämnas kvar.

³⁴⁴ Braastad, H., Bunkholt, A., Huse, K.J., Næss, R.M., Pettersen, J. & Risdal, M. 1993. *Lauvskog – Bestandspleie*. Norsk Institutt for Skogforskning, Institutt for Skogfag, Biri, 25 s.

³⁴⁵ Persson, T. 1996. *Lövskog i Sydsvetige*. Södra skog, Region Syd, Kristianstad, 16 s.

³⁴⁶ Bormann, B.T. & Gordon, J.C. 1984. Stand density effects in young red alder plantations: productivity, photosynthate partitioning, and nitrogen fixation. *Ecology* 65: 394–402.

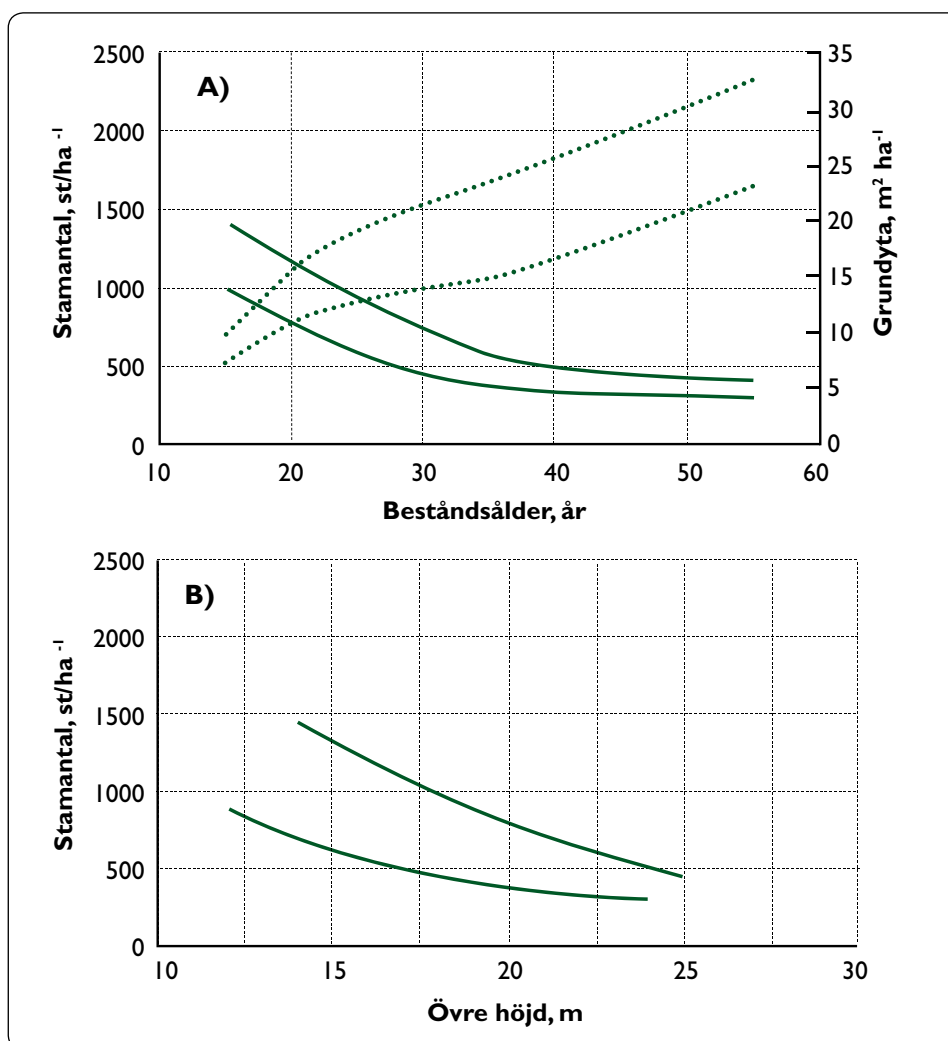
³⁴⁷ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

Rytter, L. & Werner, M. 1998. *Lönsam lövskog – steg för steg*. SkogForsk,Handledning, Uppsala, 43 s.

³⁴⁸ Braastad, H., Bunkholt, A., Huse, K.J., Næss, R.M., Pettersen, J. & Risdal, M. 1993. *Lauvskog – Bestandspleie*. Norsk Institutt for Skogforskning, Institutt for Skogfag, Biri, 25 s.

Omloppstiden för välskött klibbal på god mark bör hamna på samma nivå som för vårtbjörk, dvs 40–45 år. Tidigare har man oftast bedömt omloppstiden till 50–60 år, men detta bör gå att reducera för från början välskötta alskogar. Gråalbestånd bör kunna skötas med en omloppstid på 35–40 år vid konventionellt lövskogsbruk. Gråalen är även aktuell för bioenergiinriktad odling och då är rekommenderad omloppstid betydligt kortare, 15–20 år.³⁴⁹

Skötselrekommendationer för klibbal ingår i portalen Kunskap Direkt.³⁵⁰ Rekommendationerna är tänkta för ett skogsbruk inriktat på sågråvara med grova dimensioner. Det är också det sortiment för al som betalas bäst. Under rubriken Gallring kan existerande bestånd testas med olika ingångsvariabler (figur LÖ33).



Figur LÖ33 Gallringsrekommendationer för klibbal. A) rekommenderat stamantal och grundyta vid varierande ålder på god mark i södra Sverige ($H_{40}=20-23$). B) rekommenderat stamantal vid varierande övre höjd i beståndet. Stamantal och grundyta ska så mycket som möjligt befinna sig mellan de båda linjerna i respektive figur för angiven ålder och övre höjd.³⁵¹

³⁴⁹ Tullus, H., Tullus, A. & Rytter, L. 2013. Short-rotation forestry for supplying biomass for energy production. In: *Forest BioEnergy Production* (Kellomäki, S., Kilpeläinen, A. & Alam, A., eds.), pp. 39–56. Springer Science+Business Media, New York.

³⁵⁰ Se <http://www.skogforsk.se>.

³⁵¹ Källa: Kunskap Direkt, Skötsel av lövskog, Björk, asp och al. <http://www.skogforsk.se>.

Gallring i bristfälligt skötta bestånd

Sena eller uteblivna röjningar och gallringar leder till att trädens grönkronor får begränsat utrymme och därför minskar i både längd och bredd. Om kronan, som kan betraktas som ”motorn” för produktion, minskar försämras även tillväxten hos trädet. Följande teoretiska resonemang kan föras för att visa på betydelsen av att träden behåller en stor del grön krona.

Vi antar att 50 % grön krona medger maximal tillväxt hos det individuella trädet och att kronans bredd minskar relativt sett lika mycket som kronlängden vid konkurrens från omgivande träd. Det betyder att kronformen är lika under de olika beståndssituationerna. Vi antar vidare att kronans volym på ett godtagbart sätt kan spegla trädets tillväxtpotential och att en rotationsparaboloid (ser ut som en rugbyboll som kapats på mitten) kan exemplifiera kronans volym. Vi förutsätter också att grönmassans (bladens) täthet i kronan inte påverkas av dess storlek och konkurrenssituation.

Rotationsparaboloidens volym är: $V = 2/3 \times (\pi R^2 h)$, där R = radien och h = höjden hos paraboloiden. Om ett träd är 20 m högt blir kronan 10 m vid kronandelen 50 %. Vid kronandelarna 40 och 30 % blir kronlängderna 8 respektive 6 m. Om träden är 20 m höga kan det stå ungefär 800 stammar ha^{-1} före gallring innan trädskronorna börjar hissas upp. Kronornas medeldiameter blir då teoretiskt drygt 3,5 m. Eftersom kronorna kan växa in i varandra antar vi att ett 20 m högt träd med 10 m grön krona (=h) har en kronbredd på 4 m (=2R). En 8 m lång krona blir följaktligen 3,2 m bred.

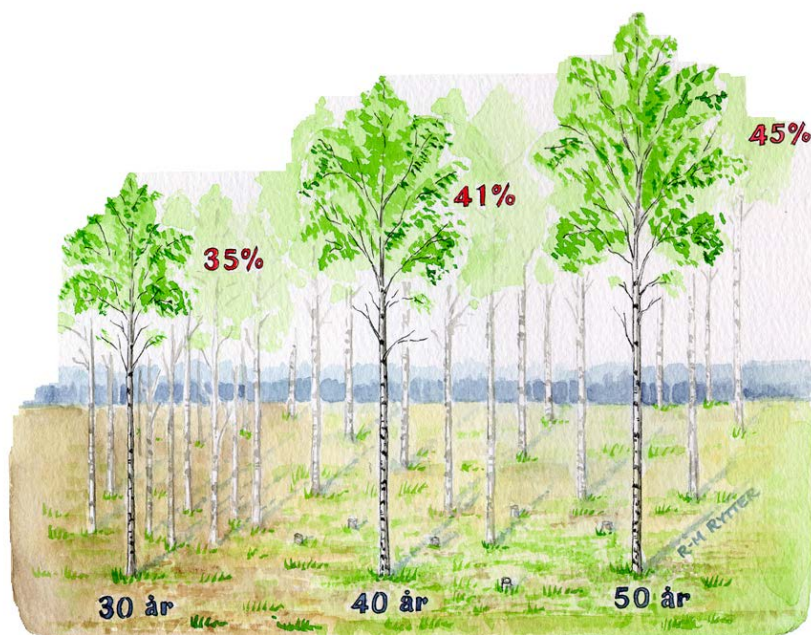
Om ett träd med 50 % grön krona anses ha 100 % tillväxtkapacitet kommer, med ovanstående förutsättningar för kronvolym, träd med 30 och 40 % krona att ha drygt 20 respektive drygt 50 % tillväxtkapacitet jämfört med trädet med 50 % krona.

Slutsatsen blir att tillväxtpotentialen hos trängda träd blir kraftigt reducerad jämfört med om träden frihuggs i tid. Det här är ett teoretiskt resonemang som dock är baserat på realistiska ingångsvärden. I en reell situation måste hänsyn även tas till exempelvis ljussituationen, och konkurrens om näring och vatten, vilket komplicerar bilden men sannolikt inte gynnar de trängda träden vid en jämförelse.

Det är tyvärr vanligt med lövträdsbestånd där kronorna hissats upp därför att röjning och gallring inte utförts kontinuerligt och i tid. Detta gäller för såväl björk som asp och al. Den här typen av eftersatta bestånd måste gallras försiktigt, bland annat därför att risken för vind- och snöbrott är stor.

Om kronan inte kan återhämta sig till en godtagbar nivå som föreslås vara 40 % kronlängd, blir det svårt att skapa ett bestånd som kan ge sågråvara.³⁵² Eftersom höjdtillväxten avtar snabbt med stigande ålder, framförallt för björk (figur LÖ3) och al (figur LÖ10 och LÖ11) blir möjligheterna att expandera grönkronan genom frihuggning begränsade (figur LÖ34). I sådana fall tvingas skötseln att inriktas på massaveds- och bränsleproduktion med förkortad omloppstid.

³⁵² Persson, T. 1996. *Lövskog i Sydsvetige*. Södra skog, Region Syd, Kristianstad, 16 s.



Figur LÖ34 Exempel på hur grönkronan kommer att återhämta sig i ett eftersatt björkbestånd med ståndortsindex B24. Beståndet gallras vid 30 års ålder i ett läge då kronorna hissats upp och bara en dryg tredjedel återstår. Eftersom grönkronan ”bara” kan expandera uppåt är höjdutvecklingen avgörande för hur kronan byggs ut. I detta exempel kommer därför grönkronan att öka från 35 till 45 % på 20 år. Vid 50 års ålder har således kronan fortfarande inte blivit tillräckligt stor för att ge maximal tillväxt. Illustration Rose-Marie Rytter.³⁵³

Blandskog med lövträd

Vad är blandbestånd?

Det talas för närvarande mycket om blandskog och den utmålas ofta som fördelaktig på många sätt. Till och börja med måste det redas ut vad blandskog är. Vad talar vi egentligen om? Några definitioner är nödvändiga att luta sig emot:

1) Definitionen av blandskog kan göras på flera sätt. En vanlig variant som bland annat Riksskogstaxeringen använder är att inblandning av andra trädslag än det dominerande uppgår till minst 3/10 av grundytan.³⁵⁴ En lövblandskog har minst 7/10 lövträd och ingen art får ensam utgöra mer än 7/10 av grundytan. Dessutom ska det vara mindre än 5/10 ädla lövträd, annars räknas beståndet som ädellövskog.

2) Definitionen av bestånd brukar vara ungefär följande: en urskiljbar samling träd eller skogsplantor som växer inom en viss areal och som har viss likhet i artsammansättning, ålder, diameter, höjdutveckling, med mera. I allmänhet omfattar ett bestånd minst 0,5 hektar och brukar betraktas som en skötselenhet under omloppstiden.³⁵⁵

³⁵³ Rytter, L. & Werner, M. 2000. *Lövskogen*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 31 s.

³⁵⁴ Kempe, G., Nilsson, P., Toet, H. & Wulff, S. 2007. *Skogsdata 2007*. SLU, Inst. f. skoglig resurshushållning, Umeå, 102 s.

³⁵⁵ Sveriges Skogsvårdsförbund 1994. *Praktisk Skogshandbok*. 14:e uppl., Sveriges Skogs-

Dessutom bör de olika trädslagen växa i samma skikt. En underväxt av gran i en björkskog är till exempel inte automatiskt ett blandbestånd utan bör ofta, då ålder och höjd är skilda åt, snarare betraktas som ett tvåskiktat bestånd med möjlighet till växelbruk mellan gran och björk.

Om vi summerar så är blandskog möjlig som individvis blandning, eller som grupper eller stråk av mer rena trädslag där grupperna eller stråken är mindre än 0,5 hektar. Det ger alltså möjlighet att ha delbestånd av rena trädslag under blandskogens definition. Vilket är då att föredra? Det beror på vad man vill med det aktuella skogsavsnittet. Ur ett skogsskötselperspektiv kan följande synpunkter ges.

Skötseln blir generellt sett mer komplicerad och dyrare att genomföra om flera trädslag är blandade, framförallt om dessa växer olika snabbt på höjden. Risken för mekaniska skador ökar också om man tvingas gå in och röja och gallra med högre intensitet, dvs oftare. Däremot betraktas blandskog allmänt som mindre benägen för biologiska skador av till exempel svamp och insekter. Av biodiversitetsskäl är ofta grupper av träd att föredra framför ensamma individer, då kontinuiteten lättare upprätthålls om det finns flera träd av samma sort intill varandra.

Slutsatsen blir att många gånger kan mindre grupper av träd förordas före stamvis blandning, och båda varianterna faller under begreppet blandskog. Det finns dock vissa trädslagskombinationer som både är naturligt vanliga och som går att individvis förena med viss modifiering av skötseln. Det är då viktigt att från början utse ett huvudträdslag som har högsta prioritet vid ingreppen och som målet är satt för. I annat fall riskeras det framtida beståndet om huvudträdslaget byts med tiden. Risken att man hamnar bredvid sitt mål är uppenbar och byte av trädslag bör endast ske i krissituationer, till exempel vid stormfällning och liknande.

Blandbestånd eller rena bestånd?

Inledningsvis kan det konstateras att blandskogar är vanliga. Även om den dominerande föryngringsmetoden i Sverige idag är plantering kommer naturlig föryngring av lövträd att ske på många lokaler.³⁵⁶ Naturlig föryngring, och därmed ökad blandning av trädslag, gynnas av markberedning, skärträd, hyggesrensning och låg hyggesålder.³⁵⁷ Viltbete verkar i motsatt riktning.

I ungskog (stamdiameter 0–9 cm) är björk det näst vanligaste trädslaget i landet och utgör ca 34 % av det totala virkesförrådet. Det är endast gran med ca 35 % som är vanligare (figur LÖ35). De ordinära lövträden utgör tillsammans drygt 40 % av stamvolymen i dessa ungskogar. Därefter minskar andelen snabbt, vilket kan förklaras av flera skäl. De vanligaste orsakerna torde vara röjning, självgallring och betning. Ser man till arealen ungskog över hela landet är talldominerade skogar vanligast följd av löv- och barr-lövblandskogar.³⁵⁸

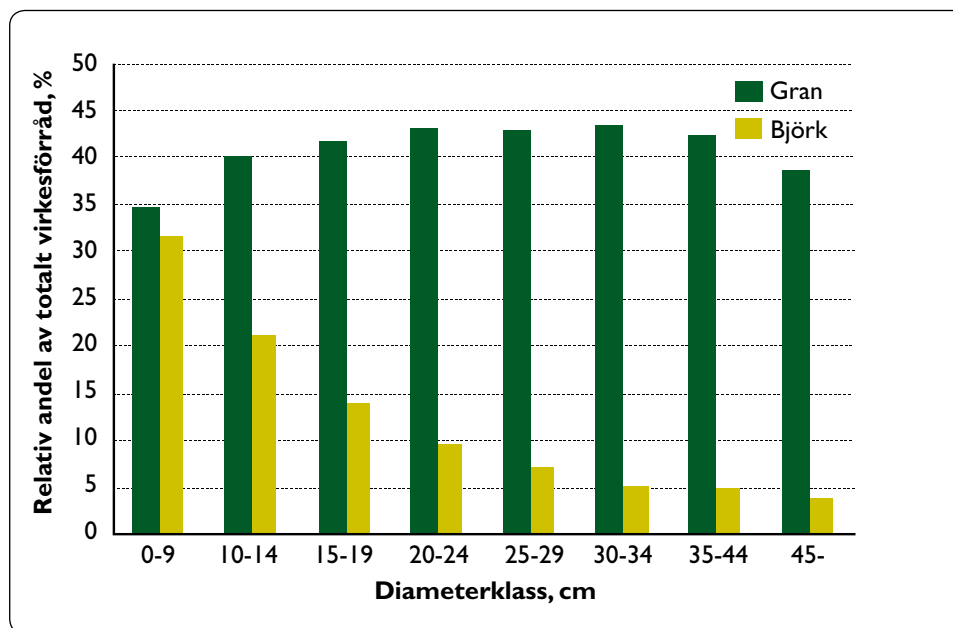
vårdsförbund, Djursholm, 510 s.

³⁵⁶ Karlsson, M., Nilsson, U. & Örlander, G. 2002. Natural regeneration in clearcuts – effects of scarification, slash removal and clearcut age. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17:131–138.

³⁵⁷ Agestam, E., Karlsson, M. & Nilsson, U. 2005. Mixed forests as a part of sustainable forestry in southern Sweden. *Journal of Sustainable Forestry* 21 (2-3): 101–117.

³⁵⁸ Fridman, J., Kempe, G., Nilsson, P., Toet, H. & Westerlund, B. 2002. *Skogsdata 2002*. SLU, Inst. f. skoglig resurshushållning, Umeå, 108 s.

Det betyder att det finns stora möjligheter till blandskogsskötsel av löv och barr från början men att den nuvarande skötseln gör att rena barrskogar prioriteras.



Figur LÖ35 Björkens och granens andelar av landets totala virkesförråd för olika diameterklasser, räknat på alla ägoslag.³⁵⁹

Även i äldre skog finns mycket av lövträden blandade med barrträden men med så liten andel att det per definition räknas som ren barrskog. I själva verket finns mer än 50 % av björkvolymer i barrskog, 25 % i blandskog och bara drygt 15 % i ren björkskog.³⁶⁰ Det betyder att blandskogar får betraktas som tämligen vanliga även senare under omloppstiden. Trots detta är kunskapen om deras skötsel mycket begränsad jämfört med skötseln av rena bestånd. En uppenbar orsak är att det finns väldigt många olika kombinationer av trädslag med varierande inslag i blandskog, vilket gör att situationen blir svår att greppa.

För- och nackdelar med blandbestånd

Vilka är då för- och nackdelarna med blandskog jämfört med rena bestånd? Det påstås att biodiversiteten gynnas liksom rekreationsvärdena. Detta är en sanning med modifikation eftersom små rena bestånd av olika trädslag sannolikt kan tillgodose kraven på biodiversitet. Det är inte heller givet att, för en specifik areal, en större areal blandskog uppfattas positivare än några mindre bestånd med olika dominerande trädslag. Det anses också att blandskogar är stabilare än monokulturer men de senare årens stormar har snarare visat på motsatsen.³⁶¹

³⁵⁹ Källa: Nilsson, P. & Cory, N. *Skogsdata 2013*. SLU, Inst. f. skoglig resurshushållning, Umeå, 155 s.

³⁶⁰ Stener, L.-G. 1998. *Länsvisa uppgifter om areal och virkesförråd för lövträd*. SkogForsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 61 s.

³⁶¹ Agestam, E., Karlsson, M. & Nilsson, U. 2005. Mixed forests as a part of sustainable

När det gäller produktion är heller inte blandskogen en given vinnare. Det verkar vara ingen eller mycket liten skillnad i produktion mellan monokulturer och blandskog.^{362,363,364} Eftersom det råder brist på långsiktiga produktionsförsök med blandskog har tillväxtsimuleringar utförts. Dessa indikerar små eller inga produktionsökningar i blandskog där man laborerat med gran, tall och björk.³⁶⁵ Den tydliga tillväxthöjning som visats för blandskog av björk och gran kan i hög grad tillskrivas att träden vuxit i olika skikt under åtminstone en del av omloppstiden, dvs det var tidvis tvåskiktade bestånd.^{366,367} Frivold & Frank noterade högre tillväxt i unga blandbestånd av björk och gran än i unga monokulturer av gran.³⁶⁸ Effekten försvann emellertid i senare skeden och blandskog av tall och björk producerade inte mer än rena tallbestånd vid något tillfälle. Den hypotes som säger att olika trädslag tar upp näring från olika markskikt³⁶⁹, vilket därmed skulle kunna ge högre produktion i blandskog, har till exempel inte kunnat verifieras för björk och gran.³⁷⁰

Fall där man säkert påvisat högre produktion i blandskog är där den ena ingående arten är kvävefixerande. En blandning av poppel (*Populus trichocarpa*) och rödal (*Alnus rubra*) visade sig producera betydligt mer än de båda arterna i rena bestånd.³⁷¹ Samtidigt ökade kväveinnehållet i marken

forestry in southern Sweden. *Journal of Sustainable Forestry* 21: 101–117.

³⁶² Smith, F.W. & Long, J.N. 1992. A comparison of stemwood production in monocultures and mixtures of *Pinus contorta* var. *latifolia* and *Abies lasiocarpa*. In: Cannell, M.G.R.; Malcolm, D.C. & Robertson, P.A. (eds.) *The Ecology of Mixed-Species Stands of Trees*. Blackwell Sci. Publ., Oxford, UK, s 87–98.

³⁶³ Agestam, E., Karlsson, M. & Nilsson, U. 2005. Mixed forests as a part of sustainable forestry in southern Sweden. *Journal of Sustainable Forestry* 21 (2-3): 101–117.

³⁶⁴ Fahlvik, N., Agestam, E., Ekö, P.M. & Lindén, M. 2011. Development of single-storied mixtures of Norway spruce and birch in Southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26(Suppl. 11): 36–45.

³⁶⁵ Mielikäinen, K. 1980. Structure and development of mixed pine and birch stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(3): 1–82.

Mielikäinen, K. 1985. Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133: 1–79.

Agestam, E. 1985. *En produktionsmodell för blandbestånd av tall, gran och björk i Sverige*. SLU, Inst. f. skogsproduktion, Rapport nr 15, Garpenberg, 150 s.

³⁶⁶ Tham, Å. 1994. Crop plans and yield predictions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.) mixtures. *Studia Forestalia Suecica* 195: 1–21.

Johansson, T. 2003. Mixed stands in Nordic countries – a challenge for the future. *Biomass & Bioenergy* 24: 365–372.

³⁶⁷ Lundqvist, L., Mörling, T. & Valinger, E. 2014. Spruce and birch growth in pure and mixed stands in Sweden. *The Forestry Chronicle* 90: 29–34.

³⁶⁸ Frivold, L.H. & Frank, J. 2002. Growth of mixed birch coniferous stands in relation to pure coniferous stands at similar sites in south eastern Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 139–149.

³⁶⁹ Rosengren, U., Göransson, H., Jönsson, U., Stjernquist, I., Thelin, G. & Wallander, H. 2005. Functional biodiversity aspects on the nutrient sustainability in forests – importance of root distribution. *Journal of Sustainable Forestry* 21 (2-3): 77–100.

³⁷⁰ Brandtberg, P.-O., Bengtsson, J. & Lundqvist, H. 2004. Distributions of the capacity to take up nutrients by *Betula* spp. and *Picea abies* in mixed stands. *Forest Ecology and Management* 198: 193–208.

³⁷¹ DeBell, D.S. & Radwan, M.A. 1979. Growth and nitrogen relations of coppiced black cottonwood and red alder in pure and mixed plantings. *Botanical Gazette* 140 (Supplement): s 97–101.

där den kvävefixerande rödalen fanns med. Man har funnit ökad tillväxt hos hybridpoppel (*Populus nigra* x *P. trichocarpa*) då klibbal blandats in.³⁷² Men även i blandskogar med kvävefixerande arter är en produktionsökning inte given. Exempelvis gick det inte att påvisa någon produktionsökning vid inblandning med rödal i poppelbestånd då poppelklonerna hade hög tillväxtpotential och växte på bördig mark.³⁷³ Slutsatsen tycks vara att inslag av ett kvävefixerande trädslag höjer produktionen på svaga marker³⁷⁴, men ger ingen eller till och med negativ tillväxteffekt på goda marker även om ökad kvävetillgång alltid tycks bli fallet. De här resultaten innebär att våra alarter skulle kunna utgöra ett produktionsmässigt gynnsamt inslag i blandskogar på lite sämre marker.

Förändrad näringssituation

Blandning av olika trädslag kan leda till förändringar i näringssituationen hos såväl träd som mark även där kvävefixerande träd saknas. Man har visat att till exempel granbarr får högre näringshalter (N, K, P och Zn) då granarna växer i blandbestånd med lövträd än om de växer i monokultur.³⁷⁵ En förändrad förnäsituation och ökad rotpenetration i marken i blandbestånd ansågs vara viktiga faktorer för förändringen. Men oftast hittar man ingen förbättrad näringssituation i blandbestånd, och inte heller brukar man påträffa någon skillnad vad gäller näringsmängder i marken mellan rena och blandade bestånd.³⁷⁶ I de flesta fall blir resultatet ett genomsnitt av de ingående arternas individuella påverkan.

Som situation ser ut just nu är kunskapen om skötsel av trädslagsrena bestånd betydligt bättre än motsvarande för blandbestånd. Därför kan det sägas vara ett ”säkrare” val att välja rena bestånd. Blandskog och blandskogsskötsel har dock en del som talar för sig och det finns vissa trädslagskombinationer som vi vet fungerar tillsammans. Föryngringskostnaderna kan sannolikt bli lägre i blandskog men å andra sidan torde röjnings- och gallringskostnaderna bli högre. Nedan följer några exempel på förekommande barr-löv-blandskogar och blandskogar där ordinära lövträd ingår.

Björk och gran

Kombinationen med björk och gran är arealmässigt den vanligaste blandningen av löv- och barrträd, och den uppkommer oftast genom naturlig

³⁷² Côté, B. & Camiré, C. 1984. Growth, nitrogen accumulation, and symbiotic dinitrogen fixation in pure and mixed plantings of hybrid poplar and black alder. *Plant and Soil* 78: 209–220.

³⁷³ Heilman, P. & Stettler, R.F. 1983. Phytomass production in young mixed plantations of *Alnus rubra* (Bong.) and cottonwood in western Washington. *Canadian Journal of Microbiology* 29: 1007–1013.

³⁷⁴ Binkley, D. 1992. Mixtures of nitrogen₂-fixing and non-nitrogen₂-fixing tree species. In: Cannell, M.G.R., Malcolm, D.C. & Robertson, P.A. (eds.) *The Ecology of Mixed-Species Stands of Trees*. Blackwell Sci. Publ., Oxford, UK, s 99–123.

³⁷⁵ Thelin, G., Rosengren, U., Callesen, I. & Ingerslev, M. 2002. The nutrient status of Norway spruce in pure and in mixed-species stands. *Forest Ecology and Management* 160: 115–125.

³⁷⁶ Rothe, A. & Binkley, D. 2001. Nutritional interactions in mixed species forests: a synthesis. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1855–1870.

föryngring av björk i granplanteringar.³⁷⁷ Eftersom tillväxtmönstren och omloppstiderna är olika för björk och gran är blandskogen inte stabil utan måste betraktas som mer temporär. I de flesta fall avvecklas björken tämligen omgående eller ganska tidigt under omloppstiden för att gynna granen.³⁷⁸ Ett välkänt sätt att dra nytta av björken under en lite längre inledande fas är den så kallade Kronobergsmetoden.³⁷⁹ Den rekommenderas på frostlänta marker och innebär att björken avlägsnas i tre steg fram till 20-årsåldern. I slutet kan man ta ut brännved och massaved från björken. Dessutom föreslås att man lämnar kvar en del björk även efter denna tidpunkt. Genom att inledningsvis spara björk i granbestånd kan man höja medeltillväxten under omloppstiden. Då talar vi om ett tvåskiktat bestånd där björkens snabba initiala tillväxt utnyttjas med liten negativ inverkan på granens tillväxt. Det finns flera studier som visar att produktionen blir högre om man behåller ”björkskärmar” än om man avverkar björken direkt i ett tidigt skede.^{380,381}

Björk och tall

Både björk och tall är pionjärträdder med stort ljusbehov. Det betyder att skogen inte kan hållas skiktad på samma sätt som björk och gran ovan. Det finns ändå studier som visar att inblandning av björk i tallbestånd kan vara positivt både tillväxtmässigt³⁸², framförallt om man räknar produktion i vikt, kvalitetsmässigt³⁸³ och ekonomiskt³⁸⁴. En optimal skötselstrategi föreslås vara att ha 20–40 % björkstammar under de första 40–50 åren av omloppstiden och därefter ren tallskog.³⁸⁵

Asp och gran

Blandskog med asp och gran fungerar ungefär på samma sätt som björk och gran. Risken för piskskador på granen då träden växer i samma skikt anses dock vara mindre, huvudsakligen beroende på att aspen har styvare grenar än björken. Det finns dock få väldokumenterade undersökningar på blandskog av asp och gran. Förslag finns på en 30–40 procentig inblandning av asp med granen i enskiktade bestånd, och att aspen avvecklas senast när beståndet är 50–60 år.³⁸⁶

³⁷⁷ Fahlvik, N., Agestam, E., Ekö, P.M. & Lindén, M. 2011. Development of single-storied mixtures of Norway spruce and birch in Southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26(Suppl. 11): 36–45.

³⁷⁸ Se delen *Röjning* i Skogsskötselserien.

³⁷⁹ Skogsvårdsstyrelsen. 1996. *Kronobergsmetoden för lövröjning – skärmmetod för skötsel av granföryngringar med tätt lövsly*. Skogsvårdsstyrelsen, Växjö. 4 s.

³⁸⁰ Tham, Å. 1994. Crop plans and yield predictions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.) mixtures. *Studia Forestalia Suecica* 195: 1–21.

³⁸¹ Johansson, T. 2003. Mixed stands in Nordic countries – a challenge for the future. *Bio-mass & Bioenergy* 24: 365–372.

³⁸² Agestam, E. 1985. *En produktionsmodell för blandbestånd av tall, gran och björk i Sverige*. SLU, Inst. f. skogsproduktion, Rapport nr 15, Garpenberg, 150 s.

³⁸³ Hägg, A. 1991. *Lövträdens betydelse för tallens kvalitetsdaning*. SLU, Skogsakta, Konferens nr 15, Uppsala, s. 119–123.

³⁸⁴ Valsta, L. & Mielikäinen, K. 1987. Blandskogens ekonomi: tall med inblandad vårtbjörk. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1/87: 20–25.

³⁸⁵ Valsta, L. & Mielikäinen, K. 1987. Blandskogens ekonomi: tall med inblandad vårtbjörk. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1/87: 20–25.

³⁸⁶ Johansson, T. & Lundh, J.-E. 1991. Anläggning och skötsel av blandskog. *Skog & Forskning* 2/91: 11–18.

Blandbestånd av lövträd

Den blandskog av ordinära lövträd som förekommer naturligt och som samtidigt är funktionell är framförallt blandningen av klibbal och glasbjörk på fuktigare marker. Eftersom höjdtillväxten för dessa båda trädslag är ungefär likartad blir skötseln tämligen okomplicerad. Det har gjorts bedömningar att blandningen producerar mer än varje trädslag för sig i rena bestånd på den här typen av mark och att blandningen av klibbal och vårtbjörk borde kunna ge ännu bättre blandskogsresultat på frisk mark.³⁸⁷

Den sannolikt vanligaste blandskogen när det gäller de ordinära lövträden är blandningen av glas- och vårtbjörk. Data saknas emellertid på detta då till exempel Riksskogstaxeringen inte skiljer på arterna. De kan också ibland vara svåra att skilja i fält.

Lövblandskog förekommer även med ordinära och ädla lövträd. Avsikten är ofta att de ordinära lövträden ska hjälpa upp ekonomin genom att de kan avverkas och ge tidiga inkomster under omloppstiden. Kombinationsen bok/björk, ek/björk, ask/klibbal och ek/klibbal har föreslagits som användbara.^{388,389}

³⁸⁷ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

³⁸⁸ Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.

³⁸⁹ Se även delen *Skötsel av ädellövskog* i Skogsskötselserien.

Möjligheter att variera skötseln för uttag av biobränslen

Presentationen i det här kapitlet har huvudsakligen riktats mot traditionell skötsel där målet är att nå högkvalitativ sågråvara i slutet av omloppstiden. På vägen produceras massaved. De ordinära lövträden har emellertid egenskaper som gör att mål och skötsel kan varieras. Eftersom biobränsle har etablerats som ett nytt sortiment på marknaden finns möjlighet att ta hänsyn till detta vid skötseln av lövskog.

Björken visar ofta ett kraftfullt uppslag av såväl stubbskott som fröplantor efter förnygringsavverkning. Här finns möjlighet att ta ut en biobränsleskörd i röjningsskedet. Det har bland annat visats att det ofta finns tillräckligt stora biomassamängder i björkdominerade ungskogar för att ekonomiskt kunna motivera ett biobränsleuttag.³⁹⁰ Andra studier har också visat att det finns stora kvantiteter av biomassa i denna typ av skog.^{391,392} Ett uttag av biobränslen tidigt under omloppstiden innebär emellertid inte att bestånden behöver ta en annan inriktning än den traditionella. Björktimmer av god kvalitet har betalats bra och skötseln kan i fortsättningen inriktas på högkvalitativt sågtimmer efter att den biobränsleinriktade avverkningen genomförs.

Efter att asp och hybridasp avverkats kommer stora mängder rotskott upp vilka utgör grunden för den kommande generationen. Rotskottuppslaget är ofta rikligt och kan uppgå till 100 000 skott ha⁻¹.³⁹³ Detta kan skötas på olika sätt. Den hittills vanligaste varianten är att göra kraftfulla röjningar och ta fram ett nytt bestånd med inriktning på massaved och timmer. En annan variant är att bedriva skottskogsbruk och ta ut biobränsleskördar med korta omloppstider. En tredje variant är att både ta ut biobränslen i ungskogen genom mekaniserad stråkröjning och att sedan röja fram framtidsstammar för massaveds- och timmerproduktion. Inledande studier har inletts för det senare konceptet (figur LÖ36) där det visat sig att den stående biomassan kan uppgå till närmare 40 ton TS ha⁻¹ efter 4 år.³⁹⁴ I ett system där biomassan skördas i 2 m breda stråk och där 1 m remsor lämnas i vilka framtidsstammarna väljs ut kan man sålunda ta ut biobränsle i storleksordningen 25 ton TS ha⁻¹.

³⁹⁰ Bergkvist, I., Lundmark, T., Rytter, L. & Thor, M. 2006. *Uttag av biobränslen i ungskog*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 611, Uppsala, 17 s.

³⁹¹ Mattsson, S. & de Graauw, P. 1996. *Biomassa i ett högt och tätt björkbestånd*. Skogforsk, Resultat nr 9, Uppsala, 4 s.

³⁹² Claesson, S., Sahlén, K. & Lundmark, T. 2001. Functions for biomass estimation of young *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula* spp. from stands in northern Sweden with high stand densities. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 138–146.

³⁹³ 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.

³⁹⁴ 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.



Figur LÖ36 Exempel på stråkröjning i tvåårigt bestånd av hybridasp. Här finns möjlighet att tidigt ta ut biomassa och på så vis förbättra ekonomin.³⁹⁵
Foto Lars Rytter.

Det finns förslag till skötselriktning för vanlig asp med syftet att bara leverera energived eller massaved.³⁹⁶ Omloppstiden föreslogs bli 30–40 år med ett ingrepp vid 15–20 års ålder för att öka tillväxten av gagnvirke jämfört med ett helt ogallrat bestånd.

Även gråalen skjuter rotskott vilket gör att biobränsleproduktion i täta bestånd kan vara ett skötselalternativ. Rytter m fl fann att rotskottuppslaget var ymnigt, över 100 000 skott ha⁻¹, och uppmätte en medelproduktion på omkring 5 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ under år 2 och 3 efter avverkning.³⁹⁷ Då den rotskotts-föryngrade gråalen odlas för biobränsleproduktion rekommenderas röjnings/gallringssinsatser, vilket leder till ungefär samma uttagbara biomassa som i ett orört bestånd samtidigt som dimensionerna blir avsevärt grövre³⁹⁸ och enklare att ta hand om.

Klibbalen föryngras huvudsakligen med stubbskott. Det är ofta rikligt med skott från varje stubbe. Dessa täta skottsamlingar måste snabbt glesas ut för att de framtida stammarna inte ska hindras i sin utveckling. Det är dock svårt att se ett rationellt tidigt uttag av de skott som röjs bort även om biomassa-mängderna kan vara betydande.

³⁹⁵ Figur från: Rytter, L. 2004. *Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 62 s.

³⁹⁶ Langhammer, A. & Opdahl, H. 1990. *Foryngelse og pleie av osp (Populus tremula L.) i Norge*. Norsk institutt for skogforskning, Rapport 1/90, Ås, 22 s.

³⁹⁷ Rytter, L., Sennerby-Forsse, L. & Alriksson, A. 2000. Natural regeneration of grey alder (*Alnus incana* [L.] Moench.) stands after harvest. *Journal of Sustainable Forestry* 10: 287–294.

³⁹⁸ Rytter, L. 1995. Effects of thinning on the obtainable biomass, stand density, and tree diameters of intensively grown grey alder plantations. *Forest Ecology and Management* 73: 135–143.

Potential för förbättringar

Det finns ofta möjlighet att förbättra skogsbruket på olika punkter. Förädlingspotentialen bör utnyttjas för att öka tillväxt, vitalitet, kvalitet, och därmed lönsamhet. Även andra möjligheter står tillbuds. Det gäller självklara saker såsom bra markval och att välja rätt trädslag för marken, dvs ståndortsanpassning. Det går dessutom att bättra på utfallet genom intensivare insatser såsom gödsling, bevattning och skötsel. Den klimatförändring som pågår kommer också att påverka den framtida tillväxten i våra skogar. För att lokalens uthålliga produktionsförmåga inte ska reduceras är det viktigt att ha kontroll på de näringsmängder som förs bort och att minimera läckaget. För att totalbilden ska bli optimal ska även hänsyn tas till biodiversiteten och till de kulturella och sociala värden och intressen som finns.

Klimatet

Det är allmänt vedertaget att den förändring som sker av klimatet kommer att påverka skogsproduktionen i norra Europa positivt. Prognoser har gjorts för olika trädslag och man har bl.a. beräknat att björkens tillväxt kommer att öka med omkring 20 % inom de närmaste 100 åren.^{399,400} Beräkningar för amerikansk asp visade att trädslagets tillväxt ökat med över 50 % i Wisconsin under den senaste 50-årsperioden.⁴⁰¹ Huvudorsaken ansågs vara att CO₂-halten ökat med 19 %.

Det finns dock risk för att skadebilden förändras och motverkar den klimatinducerade tillväxtökningen. Man har till exempel sett att det stora avdöendet av asp i Nordamerika har en stark koppling till förändringar i klimatet.⁴⁰² Finska undersökningar har emellertid visat att det finns betydande variation mellan olika genotyper hos björk och asp i att anpassa sig till förändrad vattentillgång.⁴⁰³ Detta går att utnyttja vid framtida förädling av lövträd i ett föränderligt klimat.

Förädling

Det finns en stor potential att förbättra både produktion och kvalitet hos de ordinära lövträden och betydande resurser har följaktligen lagts ned på detta. Eftersom björk är det dominerande lövträdslandet i Sverige har förädlingsresurserna för lövträd koncentrerats till björk. I Sverige startade ett nytt föräd-

³⁹⁹ Skogsstyrelsen 2008. *Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA-VB 08*. Skogsstyrelsen, Rapport Nr 25, Jönköping, 146 s.

⁴⁰⁰ Bergh, J., Nilsson, U., Kjartansson, B. & Karlsson, M. 2010. Impact of climate change on the productivity of silver birch, Norway spruce and Scots pine in Sweden and economic implications for timber production. *Ecological Bulletins* 53: 185–195.

⁴⁰¹ Cole, C.T., Anderson, J.E., Lindroth, R.L. & Waller, D.M. 2010. Rising concentrations of atmospheric CO₂ have increased growth in natural stands of quaking aspen. *Global Change Biology* 16: 2186–2197.

⁴⁰² Hanna, P. & Kulakowski, D. 2012. The influences of climate on aspen dieback. *Forest Ecology and Management* 274: 91–98.

⁴⁰³ Possen, B.J.H.M., Oksanen, E., Rousi, M., Ruhanen, H., Ahonen, V., Tervahauta, A., Heinonen, J., Heiskanen, J., Kärenlampi, S., & Vapaavuori, E. 2011. Adaptability of birch (*Betula pendula* Roth) and aspen (*Populus tremula* L.) genotypes to different soil moisture conditions. *Forest Ecology and Management* 262: 1387–1399.

lingsprogram för björk 1988 där utgångsmaterialet utgörs av 1 400 utvalda plusträd.⁴⁰⁴ Den nuvarande fröplantagen, som finns i växthus, producerar frö som beräknas producera ungefär 15 % bättre än vanligt beståndsför.⁴⁰⁵

Förädlingsarbetet med asp har koncentrerats till hybridasp eftersom den växer mycket bättre än den vanliga aspen. Ursprungligen var syftet att öka produktionen av virke till tändsticksindustrin. Det nuvarande odlingsmaterialet täcker södra Sverige upp till Mälardalen och beräknas kunna producera 25 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ som medeltillväxt.⁴⁰⁶ Nya tester avser att ta fram ett mer rikstäckande material.

Intresset för att förädla poppel har fram till nu varit av begränsad storlek. För närvarande finns en lämplig klonblandning för södra Sverige registrerad på Rikslängden.⁴⁰⁷ Nytt material med större täckning över landet är på gång.

Förädlingsarbetet med klibbal har nyligen återstartat i liten skala och sedan 1998 finns nya tester utlagda.⁴⁰⁸ Resultaten visar att korsningen mellan rödal (*A. rubra*) och klibbal är tillväxtmässigt överlägsen ren klibbal och att detta kan användas för att ta fram ett högproduktivt material. Korsningen mellan klibbal och gråal har också visat sig växa bättre än de rena arterna.⁴⁰⁹ Även den rena gråalen har fått förnyat intresse som biomassaproducent och en första förädlingspopulation håller på att tas fram på Skogforsk med stöd av Energimyndigheten.

Förädlingsarbetet är inte enbart inriktat på tillväxt utan vitalitet och virkeskvalitet finns också högt upp på listan. När det gäller vitalitet är motståndskraft, så kallad fältresistens, det som anses ge det bästa långsiktiga skyddet under fältförhållanden.⁴¹⁰ Oftast är det svamp- och virusangrepp det handlar om. I begreppet vitalitet är även klimatanpassning av avgörande betydelse. I förädlingsarbetet ges rekommendationer om var det utvalda odlingsmaterialet kan användas så att risken för klimatskador kan reduceras. Eftersom vilt är ett stort skadeproblem i framförallt unga lövskogar har undersökningar gjorts för att se om det finns klonvisa skillnader när det gäller att attrahera vilt. Vissa studier tyder på att så är fallet, till exempel har man funnit att olika björkprovenienser utsattes i olika grad för sorknag⁴¹¹ medan man inte sett något sådant samband hos hybridasp.⁴¹² Det tycks sålunda som om att

⁴⁰⁴ Danell, Ö. & Werner, M. 1991. *Svensk björkförädling – förväntade framsteg under första generationen*. Inst. f. skogsförbättring, Rapport nr 22, Uppsala, 18 s.

⁴⁰⁵ Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* x *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.

⁴⁰⁶ 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.

⁴⁰⁷ Stener, L.-G. 2010. *Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska fältförsök*. Skogforsk, Arbetsrapport 717, Uppsala, 45 s.

⁴⁰⁸ Stener, L.-G. 2007. *Utvärdering av sydsvenska avkommeförsök med klibbal*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 649, Uppsala, 43 s.

⁴⁰⁹ Mejnartowicz, L. 1982. Morphology and growth of *Alnus incana* x *glutinosa* F1 hybrids. *Arboretum Kórnickie* 26: 15–29.

⁴¹⁰ Hansen, E., Heilman, P. & Strobl, S. 1992. Clonal testing and selection for field plantations. In: Mitchell, C.P., Ford-Robertson, J.B., Hinckley, T. & Sennerby-Forsse, L. (eds.) *Ecophysiology of Short Rotation Forest Crops*, Elsevier Appl. Sci., London, s 124–145.

⁴¹¹ Rousi, M. 1988. Resistance breeding against voles in birch: possibilities for increasing resistance by provenance transfers. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 18: 257–263.

⁴¹² Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* x *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.

det i vissa fall går att ta hänsyn till viltskador i förädlingsarbetet medan det i andra fall knappast finns något att hämta.

När det gäller virkeskvalitet sorteras fortlöpande kloner bort som är krokiga, har klykor eller dubbelstammar och som har spetsiga grenvinklar. Det har också visats att det finns klonskillnader i vedfiberkvalitet och veddensitet⁴¹³ och i näringseffektivitet, dvs hur mycket näring som finns i stammar och grenar vid vintervila.⁴¹⁴ Det pågår ett fortlöpande arbete med att förbättra virkesegenskaperna i förädlingsarbetet.

Ståndortsanpassning

För att få en hög tillväxt och god vitalitet i lövskogsbruket är det väsentligt att de olika trädslagen hamnar på lämplig mark. I planteringsavsnittet ovan har förslag givits på lägsta ståndortsindex som lokalen bör ha. Ståndortsindex kan läsas av med hjälp av höjduitvecklingskurvor (se under avsnittet *De här trädslagen behandlas*). För visst material såsom hybridasp och vårtbjörksplantering på åkermark passar inte de befintliga höjduitvecklingskurvorna utan nya prognosinstrument behöver tas fram.

En egenskap som varierar med olika trädslag är toleransen för markens surhetsgrad. Den kan vara avgörande för om ett trädslag kan användas. Det verkar till exempel som om björkar är tåligare än popplar mot låga pH-värden, dvs värden under 4,5.⁴¹⁵ Syretillgången är också viktig, men i allmänhet är lövträden mer toleranta mot syrebrist än barrträden. Det beror bland annat på att lövträd har en god förmåga att bilda nya rötter när de äldre dött.

Vatten är en förutsättning för att träd över huvud taget ska kunna växa. Lövträd som förväntas producera bra används på god mark där risken för akut vattenbrist är ganska liten även om vattenstress sannolikt kan uppträda under vissa somrar. Det finns ett stort antal försök som visat att bevattning givit stora produktionsökningar jämfört med ej vattnad kontroll.^{416,417,418} Effektiviteten när det gäller att utnyttja vatten varierar mellan och inom trädslag och det finns en stor potential att minska effekten av begränsad vattentillgång genom ett aktivt val av arter och även kloner.

⁴¹³ Yu, Q., Pulkkinen, P., Rautio, M., Haapanen, M., Alén, R., Stener, L.G., Beuker, E. & Tigerstedt, P.M.A. 2001. Genetic control of wood physicochemical properties, growth, and phenology in hybrid aspen clones. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1348–1356.

⁴¹⁴ Rytter, L. & Stener, L. 2003. Clonal variation in nutrient content in woody biomass of hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.). *Silva Fennica* 37: 313–324.

⁴¹⁵ Rytter, L. 2004. *Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 62 s.

⁴¹⁶ Einspahr, D.W. & Wyckoff, G. 1978. Growth response of hybrid aspen to intensive forest management. *Tappi* 61(3): 49–52.

⁴¹⁷ Zheng Z., Liu F. & Zang D. 1987. Effect of water supply on volume increment in young poplar plantation. Proc. IUFRO Proj. Grp P1.09.00, *Integrated Research in Biomass for Energy*, Ljubljana, Yugoslavia, 1986. Swed. Univ. Agric. Sci., Sect. Energy Forestry, Uppsala, pp. 80–96.

⁴¹⁸ Bergh, J., Linder, S., Lundmark, T. & Elfving, B. 1999. The effect of water and nutrient availability on the productivity of Norway spruce in northern and southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 119: 51–62.

Gödsling

De tillväxtsiffror som redovisats ovan i kapitlet gäller i situationer där varken bevattning eller gödsling utförts. Gödsling är ett välkänt sätt att höja tillväxten och gödslingsförsök har pågått sedan länge i de nordiska länderna. För våra svenska förhållanden är det nästan uteslutande kväve som är det näringsämne som begränsar tillväxten.⁴¹⁹ En variant av gödsling är att använda kommunala avfallsprodukter såsom avloppsvatten. Samtidigt som man använder en produkt som normalt betraktas som ett samhällsligt problem får man en ökad tillväxt på grödor som kan användas för till exempel CO₂-neutral uppvärmning. Detta användningsområde har hittills mest testats och använts för *Salix* och poppel.⁴²⁰

Alarna utgör ett specialfall i detta fall eftersom de naturligt fixerar luftkväve och på så sätt kan förse sig själva med kväve. Följaktligen har kvävegödsling gett liten eller ingen tillväxtrespons på al.^{421,422} Enligt beräkningar är alskogsbruk ett av få odlingsystem med träd som kan anses vara självförsörjande med kväve.⁴²³ Däremot kan andra ämnen såsom fosfor höja tillväxten hos al.

Skötselåtgärder

Föryngringskostnaderna har mycket stor betydelse för om och hur lönsamt skogsbruket blir. Föryngringen behöver vara kostnadseffektiv, dvs vitala plantor produceras och sätts ut till en låg kostnad på lämplig ståndort. Ett led i detta har varit att prova sommarplantering eftersom det gör plantproduktionen billig. Resultat från försök med sommarplantering av vårtbjörk och hybridasp visar att den har stor framtida potential.^{424,425} Vid sådd eller plantering bör alltid det odlingsmaterial användas som rekommenderas för aktuell region. Avvikelse från denna rekommendation leder med stor sannolikhet till både lägre tillväxt och sämre vitalitet. För hybridasp är plantorna jämförelsevis dyra eftersom de för närvarande tas fram genom mikroförökning som

⁴¹⁹ Näsholm, T., Nohrstedt, H.-Ö., Kårén, O., Kytö, M. & Björkman, C. 2000. How are forest trees affected? In: Bertills, U. & Näsholm, T. (eds.) *Effects of Nitrogen Deposition on Forest Ecosystems*. Swedish Environmental Protection Agency, Report No. 5067, Stockholm, s 53–75.

⁴²⁰ Dimitriou, I. & Aronsson, P. 2011. Wastewater and sewage sludge application to willows and poplars grown in lysimeters – Plant response and treatment efficiency. *Biomass and Bioenergy* 35: 161–170.

⁴²¹ Rytter, L., Slapokas, T. & Granhall, U. 1989. Woody biomass and litter production of fertilized grey alder plantations on a low-humified peat bog. *Forest Ecology and Management* 28: 161–176.

⁴²² Saarsalmi, A. 1995. *Nutrition of deciduous tree species grown in short rotation stands*. Univ. Joensuu, Faculty of Forestry, Joensuu, 60 s.

⁴²³ Bormann, B.T. & Gordon, J.C. 1989. Can intensively managed forest ecosystems be self-sufficient in nitrogen? *Forest Ecology and Management* 29: 95–103.

⁴²⁴ Luoranen, J., Lappi, J., Zhang, G. & Smolander, H. 2006. Field performance of hybrid aspen clones planted in summer. *Silva Fennica* 40: 257–269.

⁴²⁵ Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. 2003. Root egress and field performance of actively growing *Betula pendula* container seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 133–144.

kräver arbete på laboratorium. Därför framställs plantor även från rotsticklingar⁴²⁶ för att se om det går att nedbringa plantkostnaden.

Naturlig föryngring är ett billigt sätt att få ny skog och kan vara lockande att använda. Men det gäller att ståndorten är lämplig för trädslaget i fråga och att fröträden har bra egenskaper. Det går att använda sig av såväl fröplantor som stubb- och rotskott.

Röjning och gallring styr beståndets utseende och det ekonomiska utfallet. Högt stamantal ger hög produktion och stor stående biomassa även för lövträd. Men det finns en gräns för hur tätt träd kan stå. Ju större träden är desto färre träd får plats. Detta går under namnet ”självgallringslagen”. Hög produktion är inte heller detsamma som stor uttagbar volym. Mycket av tillväxten förloras i självgallring i de täta bestånden och det som blir kvar har kläna dimensioner. Det ekonomiska utfallet blir sällan bäst med maximal produktion eftersom röjning och gallring visserligen ger lägre tillväxt men mer värdefullt virke. Det går alltså att variera täthet och virkesdimensioner på olika sätt och på så vis ta tillvara de sortiment som marknaden efterfrågar. Om man önskar att de träd som står kvar efter ett skötselinsgrepp ska kunna utvecklas på ett bra sätt får dessa inte ha stått för trångt innan ingreppet.

Det finns en avgörande skillnad mellan lövträd och barrträd, framförallt gran, att ta hänsyn till vid skötseln. De ordinära lövträden är pionjärträdslag som har ett stort ljusbehov och snabbt förlorar grönkrona och vitalitet vid trängsel. Granskogen kan stå betydligt tätare utan negativa konsekvenser. Det gör att lövskogsskötseln kräver en mer aktiv och tillväxtanpassad skötsel för att utfallet ska bli bra.

I syfte att förbättra virkeskvaliteten, framförallt i lite glesare bestånd, kan stamkvistning utföras.⁴²⁷ Det gäller dock att inte reducera kronan så mycket att tillväxten påverkas negativt.

Hög produktion innebär också ett stort näringsbehov hos träden. Näringshushållningen kan förbättras genom gödsling och askåterföring då grenar och toppar skördas. Hushållningen kan också förbättras genom att uttaget av näring minskar. Detta kan ske genom att lämna näringsrika växtdelar på plats såsom barr och blad, undvika att skörda unga bestånd där näringshalten är förhållandevis hög, avverka vid en näringsmässigt gynnsam tid (vintern) liksom att använda näringseffektiva kloner och arter.

Upprepade skördar med täta intervaller kan påverka vitaliteten i bestånden negativt med lägre tillväxt och skadade träd som följd. Detta har visats för mycket korta omloppstider.^{428,429} Det finns rekommendationer om att det till exempel ska vara minst 10 år mellan skördar av amerikansk asp om produktionen ska förbli uthållig,⁴³⁰ vilket gör att vi håller på att undersöka vilken omloppstid som krävs för att uthålligt producera biomassa från hybridasp.⁴³¹

⁴²⁶ En avklippt rotstel som planteras för att producera en ny trädindivid.

⁴²⁷ Se avsnittet om Stamkvistning samt delen *Stamkvistning* i Skogsskötselserien.

⁴²⁸ Harrington, C.A. & DeBell, D.S. 1984. Effects of irrigation, pulp mill sludge, and repeated coppicing on growth and yield of black cottonwood and red alder. *Canadian Journal of Forest Research* 14: 844–849.

⁴²⁹ Hytönen, J. & Issakainen, J. 2001. Effect of repeated harvesting on biomass production and sprouting of *Betula pubescens*. *Biomass and Bioenergy* 20: 237–245.

⁴³⁰ Stiell, W.M. & Berry, A.B. 1986. Productivity of short-rotation aspen stands. *Forestry Chronicle* 2/86: 10–15.

⁴³¹ Rytter, L. & Stener, L. 2010. *Uthållig produktion av hybridasp efter skörd. Slutrapport för*

Hänsyn till andra värden och intressen

En viktig faktor att ta hänsyn till vid skogsbruk är dess påverkan på kvaliteten i omgivande vatten. För att hindra att näring läcker ut, framförallt nitrat, är det viktigt att återväxten efter skörd sker snarast möjligt. Denna fas är kritisk ur läckagesynpunkt, men andra faktorer kan också bidra till läckage såsom grov marktextur och gödsling vid en tidpunkt då näring ej kan tas upp. Stor tillförsel av näring i intensiva odlingar innebär inte att näring automatiskt läcker ut från odlingen men kräver att mängderna anpassas till grödans upptagningsförmåga.^{432,433} Risken för läckage är emellertid större än vid ordinärt skogsbruk och det bör finnas vegetationszoner mot vatten som kan fungera som filter.

Det har diskuterats under lång tid huruvida lövträd har en positiv inverkan på marken jämfört med barrträd. Frågan är vad som är positivt. En slutsats är att det inte finns någon studie som visar att ett specifikt trädslag genomgående förändrar markegenskaperna i en ofördelaktig eller fördelaktig riktning. Den sämre tillväxten i senare generationer skulle snarare bero på dålig skötsel eller underhåll än på själva trädslaget.⁴³⁴ Orsaker kan vara kompaktering av mark, brand, näringsuttag med biomassan och ogräskonkurrens. Däremot uppstår det skillnader i marken som beror av trädslag. Då barrskog dominerar i vårt land kan det hävdas att lövskog bidrar till en större mångfald oavsett om det betraktas som positivt eller negativt. Genomförda studier visar till exempel att björk och asp påverkar markens pH-värde så att det blir högre än för gran^{435,436}, och att de kvävefixerande alarna bidrar till att öka kväveinnehållet i marken⁴³⁷. Sammantaget blir slutsatsen att det inte finns någon anledning att ur marksynpunkt diskvalificera något trädslag, och definitivt inte bland de ordinära lövträden.

En viktig miljöaspekt är i vilken utsträckning odling av träd kan bidra till att binda kol och därmed bli en positiv del av miljöarbetet. Beräkningar har bland annat visat att beskogning av åkermark med snabbväxande lövträd har

Energimyndighetens projekt 30346. Skogforsk, Arbetsrapport 706, Uppsala, 23 s.

⁴³² Rytter, L. 1990. *Biomass and nitrogen dynamics of intensively grown grey alder plantations on peatland*. Diss. Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. Ecol. & Environ. Res., Report No. 37, Uppsala, 21 s.

⁴³³ Aronsson, P.G., Bergström, L.F. & Elowson, S.N.E. 2000. Long-term influence of intensively cultured short-rotation willow coppice on nitrogen concentrations in groundwater. *Journal of Environmental Management* 58: 135–145.

⁴³⁴ Binkley, D. 1995. The influence of tree species on forest soils: Processes and patterns. In: Mead, D.J. & Cornforth, I.S. (eds.) *Proceedings of the Trees and Soil Workshop*, Lincoln Univ. 28 Feb – 2 March 1994. Agr. Soc. of New Zealand Spec. Publ. No. 10, Lincoln Univ. Press, Canterbury, s 1–33.

⁴³⁵ Frank, J. 1994. Effekter på jordforsuringen av mer lauvträr i skogene i Sör-Norge. *Aktuellt fra Skogforsk* 4–94: 75–93, NISK, Ås.

⁴³⁶ Hansson, K., Olsson, B.A., Olsson, M.T., Johansson, U. & Kleja, D.B. 2011. Differences in soil properties in adjacent stands of Scots pine, Norway spruce and silver birch in SW Sweden. *Forest Ecology and Management* 262: 522–530.

⁴³⁷ Tarrant, R.F. & Trappe, J.M. 1971. The role of *Alnus* in improving the forest environment. *Plant and Soil Spec. Vol.*: 335–348.

en stor potential att på relativt kort tid binda betydande mängder kol.^{438,439,440}

Även högproducerande skogar positivt

En annan viktig fråga är huruvida högproducerande lövskogar kan bidra till den biologiska mångfalden. Ett synsätt är att även om högproducerande skogar och plantageskogar i allmänhet innehåller färre arter än ”naturliga” skogar kan de ändå bidra positivt till biodiversiteten.⁴⁴¹ De kan bidra till att andra värdefullare skogspartier kan lämnas ifred eftersom virkesfångsten genom de högproducerande bestånden ger tillräckligt med råvara. I de fall högproducerande skogar ersätter till exempel åkermark betyder det att biodiversiteten ökar. Skogarna kan också fungera som buffertzoner och länkar mellan mer värdefulla områden. Slutligen går det att öka biodiversiteten genom lämplig förädlingsstrategi, genom att använda olika arter, och genom att variera skötsel och omloppstider.

Upplevelsevärden gynnas

Det finns studier om rekreation som visar att människor föredrar och uppehåller sig i lövskog framför barrskog.^{442,443} Kulturlämningar exponeras ofta också estetiskt bäst i en omgivning dominerad av lövskog.⁴⁴⁴ För många är det naturligt att gårdar och bostäder omges av lövträd och lövskog. Utan tvivel bidrar lövträd och lövskog till att berika upplevelsevärdena i vår natur samtidigt som de utgör en värdefull råvara till industrin.

⁴³⁸ Garten, C.T. Jr, Wulschleger, S.D. & Classen, A.T. 2011. Review and model-based analysis of factors influencing soil carbon sequestration under hybrid poplar. *Biomass and Bioenergy* 35: 214–226.

⁴³⁹ Rytter, R.-M. 2012. The potential of willow and poplar plantations as carbon sinks in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 36: 86–95.

⁴⁴⁰ Uri, V., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Ligi, K., Padari, A., Kanal, A. & Lõhmus, K. 2014. The dynamics of biomass production, carbon and nitrogen accumulation in grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) chronosequence stands. *Forest Ecology and Management* 327: 106–117.

⁴⁴¹ Carnus, J.-M., Parrotta, J., Brockerhoff, E.G., Arbez, M., Jactel, H., Kremer, A., Lamb, D., O'Hara, K. & Walters, B. 2003. Planted forests and biodiversity. *IUFRO Occasional Paper* 15 Part II: 33–50.

⁴⁴² Savolainen, R. & Kellomäki, S. 1984. Scenic value of the forest landscape as assessed in the field and the laboratory. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 120: 73–80.

⁴⁴³ Werner, M. & Karlsson, L. H. 2004. *Skånska strövområden – vistelse, preferenser och värderingar. Fulltofta – Klåveröd – Snogeholm*. SkogForsk, Redogörelse nr 2, Uppsala, 33 s.

⁴⁴⁴ Rytter, L., Werner, M., Gustafsson, L., Hörnsten, L. & Widerberg, A. 2004. Lövslogen i ett mångbruksperspektiv – ett beslutsstöd för förbättrad lövskogsstruktur på fastighetsnivå. Skogforsk, Redogörelse Nr 1, Uppsala, s. 67–74.

Ekonomiska reflektioner

Det är i allmänhet svårt att bilda sig någon precis uppfattning om det ekonomiska utfallet vid skogsbruk och det är inte enklare när vi talar om björk, al och asp. Det beror på ofullständig kunskap om tillväxt och skötsel men framförallt på okända marknadsutsikter. Marknaderna för de ordinära lövträden är förhållandevis små och det leder till att sortiment kommer och går och att priserna är instabila. Kalkyler har dock presenterats, och oftast görs jämförelser med vårt vanligaste trädslag gran.

Jämförelser av lönsamhet mellan gran och björk brukar oftast utfalla till granens fördel, framförallt vid lägre räntekrav. Vid plantering av antingen björk eller gran med för arterna ”normala” omloppstider utfaller kalkylerna mestadels till granens fördel. Då en naturlig björkföryngring sätts mot planterad gran kan björken vara ett alternativ om inte marken är alltför bördig.

Olika förutsättningar i kalkyler ger olika utfall. Vårtbjörk tycks vara ett trädslag som har lågt kassaflöde.^{445,446} I kalkylerna används emellertid omloppstider på ungefär 55 år för björk, vilket bedöms som alldeles för långt med det förädlade material som finns tillgängligt idag. För övrigt visar kalkylerna att andra trädslagsalternativ många gånger kan matcha granens ekonomi.

Specialsortiment såsom masur betalas ofta mycket bra (se avsnittet om björkgallring) men det förutsätter att efterfrågan är hög och tillgången begränsad.

Det har även gjorts kalkyler där gran jämförs med hybridasp vilka visar att hybridasp är ett konkurrenskraftigt alternativ till gran, särskilt då räntekraven skruvas upp. Hybridasp kan vid jämförelse med gran även bära en kostnad för hägn och fortfarande ge ett högre netto.⁴⁴⁷ En förutsättning är dock att ett mer värdefullt sortiment än massaved tas ut. Också i andra kalkyler ger hybridasp ett högre netto för årlig avkastning än gran.⁴⁴⁸ Exempel på praktiskt ekonomiskt utfall för odling av hybridasp och poppel visar på god lönsamhet och en internränta på ofta över 10 %.⁴⁴⁹ Estniska kalkyler för vårtbjörk och hybridasp visar också på god lönsamhet för båda trädslagen.⁴⁵⁰

Kalkyler måste dock behandlas för vad de är, barn av sin tid. Vi vet mycket lite om hur kostnader, sortiment och marknad ser ut när vi når fram till föryngringsavverkning och kalkyler speglar i mycket hög grad situationen då de upprättades. En god strategi kan därför vara att sprida riskerna och satsa på flera olika trädslag. Ett sådant synsätt torde vara aktuellt för framtiden nu

⁴⁴⁵ Libeck, K. 1988, Ekonomisk jämförelse av olika trädslag. *Skogen* 6–7: 13.

⁴⁴⁶ Eriksson, L. 1991. *Ekonomi vid åkermarksplantering*. SLU, Inst. f. Skog-Industri-Marknad Studier (SIMS), Rapport nr 17, Uppsala, 141 s.

⁴⁴⁷ Rytter, L., Stener, L.-G. & Werner, M. 2002. *Hybridasp – ett lönsamt alternativ som passar i det nya skogsbruket*. SkogForsk, Resultat nr 10, Uppsala, 4 s.

⁴⁴⁸ Libeck, K. 1988, Ekonomisk jämförelse av olika trädslag. *Skogen* 6–7: 13.

⁴⁴⁹ Rytter, L., Stener, L.-G. & Övergaard, R. 2011. *Odling av hybridasp och poppel*. Skogforsk,Handledning, Uppsala, 40 s.

⁴⁵⁰ Tullus, A., Lukason, O., Vares, A., Padari, A., Lutter, R., Tullus, T., Karoles, K. & Tullus, H. 2012. Economics of hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) plantations on abandoned agricultural lands in Estonia. *Baltic Forestry* 18: 288–298.

när vi har ett föränderligt klimat och måste ta hänsyn både till marknadssituation och förändrad tillväxt och skadebild.

Röjningar och tidiga gallringar ger inga eller små uttagsvolymmer med klona dimensioner. De är sannolikt svårt att få dessa åtgärder att ekonomiskt gå ihop såvida inte virkesvolymen är hög och ger möjlighet till biobränsleuttag. Åtgärderna är emellertid viktiga för att kunna nå ett gott ekonomiskt resultat i senare gallringar och föryngringsavverkning. De ska därför betraktas som en långsiktig investering för framtida virkeskvalitet och virkesvärde. Detta synsätt är fundamentalt för att bedriva ett lövskogsbruk riktat mot värdefulla sågtimmersortiment men har även visat sig vara giltigt för barrträd.⁴⁵¹

⁴⁵¹ Cameron, A.D. 2002. Importance of early selective thinning in the development of long-term stand stability and improved log quality: a review. *Forestry* 75: 25–35.

Referenser

- af Ström, I. 1822. *Förslag till en förbättrad skogshushållning i Sverige, jemte utkast till dess systematiska verkställande*. Stockholm.
- Agestam, E. 1985. *En produktionsmodell för blandbestånd av tall, gran och björk i Sverige*. SLU, Inst. f. skogsproduktion, Rapport nr 15, Garpenberg, 150 s.
- Agestam, E., Karlsson, M. & Nilsson, U. 2005. Mixed forests as a part of sustainable forestry in southern Sweden. *Journal of Sustainable Forestry* 21 (2–3): 101–117.
- Almgren, G. 1990. *Lövskog. Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.
- Anderson, R.L., Anderson, G.W. & Schipper, A.L. Jr. 1979. *Hypoxylon canker of aspen. Forest Insect & Disease Leaflet 6*, USDA Forest Service, 5 s.
- Andersson, B. 1993. *Lövträdens inverkan på små tallars (Pinus sylvestris) överlevnad, höjd och diameter*. SLU, Inst. f. skogsskötsel, Rapport nr 36, Umeå, 36 s.
- Andersson, S.-O. 1975. *Röjning i tall- och granskog*. Skogsfakta från Skogshögskolan nr 4, Stockholm, 4 s.
- Andersson, S.-O. 1976. Några resultat av försök med tidig röjning. Stencil. Skogshögskolan, Stockholm.
- Andersson, S.-O. 1984. Om lövröjning i plant- och ungskogar. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3–4: 69–95.
- Andersson, S.-O. & Björkdahl, G. 1984. Om björkstubbsskottens höjdtveckling i ungdomsskedet. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3–4: 61–67.
- Andreassen, K. & Öyen, B.-H. 2011. Comparison of selected Nordic stand growth models for Norway spruce, Scots pine and birch. *Forestry Studies* 55: 46–59.
- Anon. 1994. *TNC 96 Skogsordlista*. Sveriges Skogsvårdsförbund och Tekniska Nomenklaturcentralen, 518 s.
- Aosaar, J., Varik, M. & Uri, V. 2012. Biomass production potential of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) in Scandinavia and Eastern Europe: A review. *Biomass and Bioenergy* 45: 11–26.
- Aronsson, P.G., Bergström, L.F. & Elowson, S.N.E. 2000. Long-term influence of intensively cultured short-rotation willow coppice on nitrogen concentrations in groundwater. *Journal of Environmental Management* 58: 135–145.
- Ballard, R. 1984. Fertilization of plantations. In: G.D.Bowen, G.D. & Nambiar, E.K.S. (eds.) *Nutrition of Plantation Forests*, Academic Press, London, s 327–360.
- Barnéoud, C., Bonduelle, P. & Dubois, J.M. 1982. *Manuel de populiculture*. Association Forêt-Cellulose (AFOCEL), Paris.
- Berggren, H., Christersson, L., Fineman, J., Hulteberg, A., Sjunnesson, S. & Werner, M. 1994. *Svensk lövvedsråvara – en förstudie*. En analys finansierad av SLF, NUTEK och SJFR, 56 s.
- Bergh, J., Linder, S., Lundmark, T. & Elfving, B. 1999. The effect of water and nutrient availability on the productivity of Norway spruce in northern and southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 119: 51–62.
- Bergh, J., Nilsson, U., Kjartansson, B. & Karlsson, M. 2010. Impact of climate change on the productivity of silver birch, Norway spruce and Scots pine in Sweden and economic implications for timber production. *Ecological Bulletins* 53: 185–195.
- Bergkvist, I. & Glöde, D. 2004. *Stråkröjning – en metod med stor potential*. Skogforsk, Resultat nr 3, Uppsala, 4 s.
- Bergkvist, I. & Nordén, B. 2004. *Stråkröjning billigare och effektivare än selektiv röjning*. Skogforsk, Resultat nr 20, Uppsala, 6 s.
- Bergkvist, I., Lundmark, T., Rytter, L. & Thor, M. 2006. *Uttag av biobränslen i ungskog*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 611, Uppsala, 17 s.
- Bergström, R. & Hjeljord, O. 1987. Moose and vegetation interactions in northwestern Europe and Poland. *Swedish Wildlife Research* 1 (Suppl.): 213–228.
- Bernhold, A., Fjellborg, Å., Löfstrand, M., Kassfeldt, E. & Hansson, P. 2009. *Aspsly sprider mer knäcksjuka än stora naturvårdsaspar – och hybridasp är mindre infekterad än inhemsk asp*. SLU, Fakta Skog nr 2, Uppsala, 4 s.
- Binkley, S. 1981. Nodule biomass and acetylene reduction rates of red alder and Sitka alder on Vancouver Island, B.C. *Canadian Journal of Forest Research* 11: 281–286.
- Binkley, D. 1992. Mixtures of nitrogen₂-fixing and non-nitrogen₂-fixing tree species. In:

- Cannell, M.G.R., Malcolm, D.C. & Robertson, P.A. (eds.) *The Ecology of Mixed-Species Stands of Trees*. Blackwell Sci. Publ., Oxford, UK, s. 99–123.
- Binkley, D. 1995. The influence of tree species on forest soils: Processes and patterns. In: Mead, D.J. & Cornforth, I.S. (eds.) *Proceedings of the Trees and Soil Workshop*, Lincoln Univ. 28 Feb – 2 March 1994. Agr. Soc. of New Zealand Spec. Publ. No. 10, Lincoln Univ. Press, Canterbury, s. 1–33.
- Bond, G. 1976. The results of the IBP survey of root-nodule formation in non-leguminous angiosperms. In: Nutman, P.S. (ed.) *Symbiotic Nitrogen Fixation*, IBP 7, Cambridge University Press, London, s. 443–474.
- Bormann, B.T. & Gordon, J.C. 1984. Stand density effects in young red alder plantations: productivity, photosynthate partitioning, and nitrogen fixation. *Ecology* 65: 394–402.
- Bormann, B.T. & Gordon, J.C. 1989. Can intensively managed forest ecosystems be self-sufficient in nitrogen? *Forest Ecology and Management* 29: 95–103.
- Boysen, B. & Strobl, S. (eds.) 1991. *A Grower's Guide to Hybrid Poplar*. Ministry of Natural Resources, Ontario, 148 s.
- Braastad, H. 1967. Produksjonstabeller for björk. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 22: 265–365.
- Braastad, H. 1977. *Tilvekstmodellprogram for björk*. Norsk Institutt for Skogforskning, Rapport 1/77, Ås, Norge, 17 s.
- Braastad, H. 1983. *Forholdet mellom høydebonitet og produksjonsevne for gran, furu og björk på samme voksested*. Aktuelt fra Statens fag tjeneste for landbruket 1983(3): 50–59.
- Braastad, H., Bunkholt, A., Huse, K.J., Næss, R.M., Pettersen, J. & Risdal, M. 1993. *Lauvskog – Bestandspleie*. Norsk Institutt for Skogforskning, Institutt for Skogfag, Biri, 25 s.
- Brandtberg, P.-O., Bengtsson, J. & Lundkvist, H. 2004. Distributions of the capacity to take up nutrients by *Betula* spp. and *Picea abies* in mixed stands. *Forest Ecology and Management* 198: 193–208.
- Brodie, L.C. & Harrington, C.A. 2006. Response of young red alder to pruning. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General Technical Report PNW-GTR-669, Portland, Oregon, s. 95–102.
- Bulfin, M. & Radford, T. 1998. Effect of early formative shaping on newly planted broad-leaves. *Irish Forestry* 55: 35–61.
- Burgess, D. & Hendrickson, O. 1988. Early development of poplar and willow clones interplanted with alder. Proceedings of the 10th North American Forest Biology Workshop *Physiology and Genetics of Reforestation*, Vancouver, B.C. July 10–12, 1988, s. 212–219.
- Cameron, A.D. 1996. Managing birch woodlands for the production of quality timber. *Forestry* 69: 357–371.
- Cameron, A.D. 2002. Importance of early selective thinning in the development of long-term stand stability and improved log quality: a review. *Forestry* 75: 25–35.
- Cameron, A.D., Dunham, R.A. & Petty, J.A. 1995. The effects of heavy thinning on stem quality and timber properties of silver birch (*Betula pendula* Roth). *Forestry* 68: 275–285.
- Carbonnier, C. 1979. Att sköta bok – II. Beståndsvård. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidsskrift* 3: 28–59.
- Carnus, J.-M., Parrotta, J., Brockerhoff, E.G., Arbez, M., Jactel, H., Kremer, A., Lamb, D., O'Hara, K. & Walters, B. 2003. Planted forests and biodiversity. *IUFRO Occasional Paper* 15 Part II: 33–50.
- Christersson, L. 2010. Wood production potential in poplar plantations in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 34: 1289–1299.
- Claessens, H., Oosterbaan, A., Savill, P. & Rondeux, J. 2010. A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. *Forestry* 83: 163–175.
- Claesson, S., Sahlén, K. & Lundmark, T. 2001. Functions for biomass estimation of young *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula* spp. from stands in northern Sweden with high stand densities. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 138–146.
- Cole, C.T., Anderson, J.E., Lindroth, R.L. & Waller, D.M. 2010. Rising concentrations of atmospheric CO₂ have increased growth in natural stands of quaking aspen. *Global Change Biology* 16: 2186–2197.
- Côté, B. & Camiré, C. 1984. Growth, nitrogen accumulation, and symbiotic dinitrogen

- fixation in pure and mixed plantings of hybrid poplar and black alder. *Plant and Soil* 78: 209–220.
- Dahl, Å. & Strandhede, S.-O. 1996. Predicting the intensity of birch pollen season. *Aerobiologia* 12: 97–106.
- Dahlberg, A., Egnell, G., Bergh, J., Rytter, L. & Westling, O. 2006. *Miljöeffekter av skogsbränsleuttag och askåterföring i Sverige – En syntes av Energimyndighetens forskningsprogram 1997 till 2004*. Energimyndigheten, Rapport ER2006:44, Eskilstuna, 211 s.
- Danell, Ö. & Werner, M. 1991. *Svensk björkförädling – förväntade framsteg under första generationen*. Inst. f. skogsförbättring, Rapport nr 22, Uppsala, 18 s.
- DeBell, D.S., Harrington, C.A., Gartner, B.L. & Singleton, R. 2006. Time and distance to clear wood in pruned red alder saplings. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General Technical Report PNW-GTR-669, Portland, Oregon, s. 103–113.
- DeBell, D.S. & Radwan, M.A. 1979. Growth and nitrogen relations of coppiced black cottonwood and red alder in pure and mixed plantings. *Botanical Gazette* 140 (Supplement): s. 97–101.
- De Chantal, M., Kuuluvainen, T., Lindberg, H & Vanha-Majamaa, I. 2005. Early regeneration of *Populus tremula* from seed after forest restoration with fire. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20 (Suppl.6): 33–42.
- Dickmann, D.I. & Kuzovkina, J. 2014. Poplars and willows of the world, with emphasis on silviculturally important species. In: *Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment* (Isebrands, J.G., & Richardson, J. Eds.), FAO and CABI, Rome & Boston, s. 8–91.
- Dimitriou, I. & Aronsson, P. 2011. Wastewater and sewage sludge application to willows and poplars grown in lysimeters – Plant response and treatment efficiency. *Biomass and Bioenergy* 35: 161–170.
- Drakenberg, B. 1991. *Kompendium i skoglig lövträdkännedom*. SLU, Institutionen för ståndortslära, Umeå, 74 s.
- Dujesiefken, D. & Stobbe, H. 2002. The Hamburg tree pruning system – a framework for pruning of individual trees. *Urban Forestry & Urban Greening* 1: 75–82.
- Einspahr, D.W. & Wyckoff, G. 1978. Growth response of hybrid aspen to intensive forest management. *Tappi* 61(3): 49–52.
- Ekström, H. 1987. *Lövvirke – tillgångar och industriell användning*. SLU, Inst. f. virkeslära, Rapport nr 197, Uppsala, 123 s.
- Ekö, P.M., Johansson, U., Petersson, N., Bergqvist, J., Elfving, B. & Frisk, J. 2008. Current growth differences of Norway spruce (*Picea abies*), Scots pine (*Pinus sylvestris*) and birch (*Betula pendula* and *Betula pubescens*) in different regions in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23: 307–318.
- Elfving, B. 1986. Odlingvärdet av björk, asp och al på nedlagd jordbruksmark i Sydsverige. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5/86: 31–41.
- Elfving, B. & Nyström, K. 1984. Björkens stubbskottsbildning och höjdtveckling i ungdomsskedet. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 34: 51–60.
- Engerup, P.-O. 2011. *Föryngring med poppel och hybridasp på skogs- och åkermark*. SLU, Inst. f. sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 167, Alnarp, 99 s.
- Ericsson, T. & Lindsjö, I. 1981. *Tillväxtens pH-beroende hos några energiskogsarter*. SLU, Projekt energiskogsodling, Teknisk Rapport nr 11, Uppsala, 7 s.
- Ericsson, T., Rytter, L. & Linder, S. 1992. Nutritional dynamics and requirements of short rotation forests. In: Mitchell, C.P., Ford-Robertson, J.B., Hinckley, T. & Sennerby-Forsse, L. (eds.) *Ecophysiology of Short Rotation Forest Crops*, Elsevier, Appl. Sci., London, s. 35–65.
- Eriksson, H., Johansson, U. & Kiviste, A. 1997. A site-index model for pure and mixed stands of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 149–156.
- Eriksson, H., Johansson, U. & Lundgren, L.N. 1996. *Glasbjörk eller vårthjörk? – metoder för säker artbestämning*. SLU, Fakta Skog nr 1 1996, Uppsala, 4 s.
- Eriksson, L. 1991. *Ekonomi vid åkermarksplantering*. SLU, Inst. f. Skog-Industri-Marknad Studier (SIMS), Rapport nr 17, Uppsala, 141 s.
- Ersson, T. 2007. *Produktivitet vid selektiv mekaniserad bioenergiröjning av eftersatta röj-*

- ningsbestånd. SLU, Inst. f. skoglig resurshushållning, Arbetsrapport nr 166, Umeå, 33 s.
- Etholén, K. 1974. The effects of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. *Folia Forestalia* 213, 16 s. På finska med engelsk sammanfattning.
- Fahlvik, N. 2005. Aspects of precommercial thinning in heterogeneous forests in southern Sweden. Doctoral diss. Southern Swedish Forest Research Centre, SLU. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* vol. 2005:68, 38 s.
- Fahlvik, N., Agestam, E., Ekö, P.M. & Lindén, M. 2011. Development of single-storied mixtures of Norway spruce and birch in Southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26(Suppl. 11): 36–45.
- Falk, M. 2008. Tyst. Grön. Effektiv. Drivs framtidens bil med el från poppelplantager? *SkogsVärden* 2/2008: 6–7.
- Frank, J. 1994. Effekter på jordforsuringen av mer lauvträr i skogene i Sör-Norge. *Aktuellt fra Skogforsk* 4–94: 75–93, NISK, Ås.
- Fridman, J., Kempe, G., Nilsson, P., Toet, H. & Westerlund, B. 2002. *Skogsdata 2002*. SLU, Inst. f. skoglig resurshushållning, Umeå, 108 s.
- Fries, C. 1984. Den frösådda björkens invandring på hygget. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3–4: 35–49.
- Fries, J. 1964. Vårbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Studia Forestalia Suecica* 14: 1–227.
- Frivold, L.H. (ed.) 1988. *Osp i husbyggingen*. Norges landbrukshøgskole, Ås, 26 s.
- Frivold, L.H. 1994. *Trær i kulturlandskapet*. Landbruksforlaget, Oslo, 224 s.
- Frivold, L.H. & Frank, J. 2002. Growth of mixed birch-coniferous stands in relation to pure coniferous stands at similar sites in south-eastern Norway. *Scandinavian Journal Forest Research* 17: 139–149.
- Fällman, K., Ligné, D., Karlsson, A. & Albrektson, A. 2003. Stem quality and height development in a *Betula*-dominated stand seven years after precommercial thinning at different stump heights. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 145–154.
- Garten, C.T. Jr, Wulschleger, S.D. & Classen, A.T. 2011. Review and model-based analysis of factors influencing soil carbon sequestration under hybrid poplar. *Biomass and Bioenergy* 35: 214–226.
- Glöde, D. & Bergkvist, I. 2003. *30 år med maskinell röjning – summering av utförd FoU och analys av framtida potential*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 37 s.
- González-García, S., Moreira, M.T., Feijoo, G. & Murphy, R.J. 2012. Comparative life cycle assessment of ethanol production from fast-growing wood crops (black locust, eucalyptus and poplar). *Biomass and Bioenergy* 39: 378–388.
- Granström, A. & Fries, C. 1985. Depletion of viable seeds of *Betula pubescens* and *Betula verrucosa* sown onto some north Swedish forest soils. *Canadian Journal of Forest Research* 15: 1176–1180.
- Hajek, J. 2006. *Dåliga plantor – garanti för en misslyckad förnygring*. Skogforsk, Redogörelse nr 2, Uppsala, s. 121–124.
- Hanna, P. & Kulakowski, D. 2012. The influences of climate on aspen dieback. *Forest Ecology and Management* 274: 91–98.
- Hansen, E., Heilman, P. & Strobl, S. 1992. Clonal testing and selection for field plantations. In: Mitchell, C.P., Ford-Robertson, J.B., Hinckley, T. & Sennerby-Forsse, L. (eds.) *Eco-physiology of Short Rotation Forest Crops*, Elsevier Appl. Sci., London, s. 124–145.
- Hansson, K., Olsson, B.A., Olsson, M.T., Johansson, U. & Kleja, D.B. 2011. Differences in soil properties in adjacent stands of Scots pine, Norway spruce and silver birch in SW Sweden. *Forest Ecology and Management* 262: 522–530.
- Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London, 892 s.
- Harrington, C.A. & DeBell, D.S. 1984. Effects of irrigation, pulp mill sludge, and repeated coppicing on growth and yield of black cottonwood and red alder. *Canadian Journal of Forest Research* 14: 844–849.
- Haugberg, M. 1958. Produksjonsoversikter for osp. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 15: 143–186.
- Heilman, P. & Stettler, R.F. 1983. Phytomass production in young mixed plantations of *Alnus rubra* (Bong.) and cottonwood in western Washington. *Canadian Journal of Microbiology* 29: 1007–1013.

- Hein, S., Winterhalter, D., Wilhelm, G.J. & Kohnle, U. 2009. Timber production with silver birch [*Betula pendula* Roth]: Chances and silvicultural constraints. *Allgemeine Jagd und Forstzeitung* 9/10: 206–219. In German with English Abstract.
- Heiskanen, V. 1958. Studies on pruning of birch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49(3): 1–68. På finska med engelsk sammanfattning.
- Hendrickson, O.Q., Burgess, D., Perinet, P., Tremblay, F. & Chatapaul, L. 1993. Effects of *Frankia* on field performance of *Alnus* clones and seedlings. *Plant and Soil* 150: 295–302.
- Hjältén, J. & Palo, T. 1992. Selection of deciduous trees by free ranging voles and hares in relation to plant chemistry. *Oikos* 63: 477–484.
- Holgén, P. & Hånell, B. 2000. Performance of planted and naturally regenerated seedlings in *Picea abies*-dominated shelterwood stands and clear-cuts in Sweden. *Forest Ecology and Management* 127: 129–138.
- Hubbes, M. 1983. A review of the potential diseases of *Alnus* and *Salix* in energy plantations. FE/IEA, PG'B' Biomass Growth and Production, Report No. 5, University of Toronto, Canada, 35 s.
- Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S. & Velling, P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* 83: 103–119.
- Hytönen, J. & Issakainen, J. 2001. Effect of repeated harvesting on biomass production and sprouting of *Betula pubescens*. *Biomass and Bioenergy* 20: 237–245.
- Hytönen, J., Saramäki, J. & Niemistö, P. 2014. Growth, stem quality and nutritional status of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in pure stands and mixtures. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 438–448.
- Håkansson, M (red). 2000. *Skogencyklopedin*. Sveriges Skogsvårdsförbund, Stockholm, 567 s.
- Hägg, A. 1991. *Lövträdens betydelse för tallens kvalitetsdaning*. SLU, Skogsfakta, Konferens nr 15, Uppsala, s. 119–123.
- Härkönen, S., Eerikäinen, K., Lähteenmäki, R. & Heikkilä, R. 2008. Does moose browsing threaten European aspen regeneration in Koli National Park, Finland? *Alces* 44: 31–40.
- Härkönen, S., Pulkkinen, A. & Heräjärvi, H. 2009. Wood quality of birch (*Betula* spp.) trees damaged by moose. *Alces* 45: 67–72.
- Ilvessalo, Y. 1920. Ertragstabeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 15(4): 1–103. På finska med tysk sammanfattning.
- Ingestad, T. 1991. Nutrition and growth of forest trees. *Tappi Journal* 74: 55–62.
- Jakobsen, B. 1976. Hybridasp (*Populus tremula* L. x *Populus tremuloides* Michx.). *Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark* 34: 317–338.
- Johansson, K. 2010. *Plantera rätt*. Skogforsk,Handledning, Uppsala, 40 s.
- Johansson, T. 1992. Sprouting of 2- to 5-year old birches (*Betula pubescens* Ehrh. and *Betula pendula* Roth) in relation to stump height and felling time. *Forest Ecology and Management* 53: 263–281.
- Johansson, T. 1996a. Site index curves for European aspen (*Populus tremula* L.) growing on forest land of different soils in Sweden. *Silva Fennica* 30: 437–458.
- Johansson, T. 1996b. Management of birch forest. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* Supplement 24: 7–20.
- Johansson, T. 1999. Site index curves for common alder and grey alder growing on different types of forest soil in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 441–453.
- Johansson, T. 2003. Mixed stands in Nordic countries – a challenge for the future. *Biomass and Bioenergy* 24: 365–372.
- Johansson, T. & Hjelm, B. 2012. The sprouting capacity of 8–21-year-old poplars and some practical implications. *Forests* 3: 528–545.
- Johansson, T. & Karačić, A. 2011. Increment and biomass in hybrid poplar and some practical implications. *Biomass and Bioenergy* 35: 1925–1934.
- Johansson, T. & Lundh, J.-E. 1991. Anläggning och skötsel av blandskog. *Skog & Forskning* 2/91: 11–18.
- Johansson, T. & Lundh, J.-E. 2006. *Seed dispersal from a common alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) stand*. SLU, Inst. f. Bioenergi, Report No. 10, Uppsala, 49 s.
- Johnsson, H. 1974. Genetic characteristics of *Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh. *Annales Forestales* 6/4: 91–133, Zagreb.

- Jonsson, S. & Möller, G. 1975. Björkens reaktion på kvävegödsling. Föreningen Skogsträdsföreläring & Inst. f. Skogsförbättring, Årsbok 1975, Uppsala, s. 103–144.
- Karlsson, A. 1996a. Site preparation of abandoned fields and early establishment of naturally and direct-seeded birch in Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 199: 1–25.
- Karlsson, A. 1996b. Initial seedling emergence of hairy birch and silver birch on abandoned fields following different site preparation regimes. *New Forests* 11: 93–123.
- Karlsson, A. 2002. Site preparation of abandoned fields and early establishment of planted small-sized seedlings of silver birch. *New Forests* 23: 159–175.
- Karlsson, A. & Albrektson, A. 2000. *Røj på en högre nivå*. SLU, Fakta Skog nr 9, 4 s.
- Karlsson, A. & Albrektson, A. 2001. Height development of *Betula* and *Salix* species following pre-commercial thinning through breaking the tops of secondary stems: 3-year results. *Forestry* 74: 41–51.
- Karlsson, A., Albrektson, A., Elfving, B. & Fries, C. 2002. Development of *Pinus sylvestris* main stems following three different precommercial thinning methods in a mixed stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 256–262.
- Karlsson, A., Albrektson, A., Forsgren, A. & Svensson, L. 1998. An analysis of successful natural regeneration of downy and silver birch on abandoned farmland in Sweden. *Silva Fennica* 32: 229–240.
- Karlsson, A., Albrektson, A. & Sonesson, J. 1997. Site index and productivity of artificially regenerated *Betula pendula* and *Betula pubescens* stands on former farmland in southern and central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 256–263.
- Karlsson, M. 2001. Natural regeneration of broadleaved tree species in southern Sweden – Effects of silvicultural treatments and seed dispersal from surrounding stands. Doctor's dissertation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silviculturae* 196, SLU, Alnarp, 44 s.
- Karlsson, M. 2002. Natural regeneration to increase the proportion of broadleaved trees in southern Sweden – effects of seed dispersal and silvicultural treatments. In: Brunner, A. (ed.) *Restocking of Storm-felled Forests: New Approaches*. Proc. Int. Workshop Denmark, March 2001. Skov & Landskab, Reports No. 12, 2002, Hørsholm, Denmark, s. 100–101.
- Karlsson, M. 2004. Risk att misslyckas med föryngring – Riskanalys för tillfredställande naturlig föryngring av björk. I: Blennow, K. (red.) *Osäkerhet och aktiv riskhantering – Aspekter på osäkerhet och risk i sydsvenskt skogsbruk*, SUFOR, s. 53–62.
- Karlsson, M. & Nilsson, U. 2005. The effects of scarification and shelterwood treatments on naturally regenerated seedlings in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 205: 183–197.
- Karlsson, M., Nilsson, U. & Örlander, G. 2002. Natural regeneration in clearcuts – effects of scarification, slash removal and clearcut age. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 131–138.
- Kempe, G., Nilsson, P., Toet, H. & Wulff, S. 2007. *Skogsdata 2007*. SLU, Inst. f. skoglig resurshushållning, Umeå, 102 s.
- Kempe, G. & Stener, L.-G. 2006. *Självföryngring med björk på granmarker*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, s. 10–11.
- Kerr, G. & Morgan, G. 2006. Does formative pruning improve the form of broadleaved trees? *Canadian Journal of Forest Research* 36: 132–141.
- Kilpeläinen, H., Lindblad, J., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. 2011. Saw log recovery and stem quality of birch from thinnings in southern Finland. *Silva Fennica* 45: 267–282.
- Koivisto, P. 1959. Growth and yield tables. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(8): 1–49.
- Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364: 1–60. På finska med engelsk sammanfattning.
- Kund, M., Vares, A., Sims, A., Tullus, H. & Uri, V. 2011. Early growth and development of silver birch (*Betula pendula* Roth.) plantations on abandoned agricultural land. *European Journal of Forest Research* 129: 679–688.
- Lagerberg, T. 1972. *Kompendium i Trädkännedom. II. Lövträd & Växtgeografi*. Omarbeting av H. Sjors, Skogshögskolans kompendiekommitté, Stockholm. 111 s.
- Laipio, M. 1997. Galerie Fine starts a renaissance in aspen use – Metsä-Serla's new paper saves users money. *Finnish Business Report* 6–97: 26–27.

- Langhammer, A. & Opdahl, H. 1990. *Foryngelse og pleie av osp (Populus tremula L.) i Norge*. Norsk institutt for skogforskning, Rapport 1/90, Ås, 22 s.
- Latva-Karjanmaa, T., Suvanto, L., Leinonen, K. & Rita, H. 2003. Emergence and survival of *Populus tremula* seedlings under varying moisture conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 2081–2088.
- Latva-Karjanmaa, T., Suvanto, L., Leinonen, K. & Rita, H. 2006. Sexual reproduction of European aspen (*Populus tremula* L.) at prescribed burned site: the effects of moisture conditions. *New Forests* 31: 545–558.
- Lavsund, S. 2003. *Skogsskötsel och älgskador i tallungskog*. Skogforsk, Resultat nr 6, Uppsala, 4 s.
- Lee, D.K. 1988. *Leaf biomass yield and coppice growth of poplar hybrids*. Swedish University of Agricultural Sciences, Energy Forestry Project, Report No. 44, Uppsala, 21 s.
- Libeck, K. 1988. Ekonomisk jämförelse av olika trädslag. *Skogen* 6–7: 13.
- Lieseback, M., Wuehlisch, G. von & Muhs, H.-J. 1999. Aspen for short-rotation coppice plantations on agricultural sites in Germany: Effects of spacing and rotation time on growth and biomass production of aspen progenies. *Forest Ecology and Management* 121: 25–39.
- Ligné, D., Karlsson, A. & Nordfjell, T. 2005. Height development of *Betula pubescens* following precommercial thinning by breaking or cutting the treetops in different seasons. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 136–145.
- Linder, S. 1995. Foliar analysis for detecting and correcting nutrient imbalances in Norway spruce. *Ecological Bulletins* 44: 178–190.
- Ljunger, Å. 1959. Al och alförädling. *Skogen* 5: 1–7.
- Ljunger, Å. 1972. *Artkorsning och polyploidförädling inom släktet Alnus*. Skogshögskolan, Inst. f. Skogsgenetik, Stockholm, 71 s.
- Lu, E.-Y. & Sucoff, E.I. 2001. Responses of *Populus tremuloides* seedlings to solution pH and calcium. *Journal of Plant Nutrition* 24: 15–28.
- Lundh, J.-E. 2001. *Studies on harvesting seeds and testing seed quality of common alder, grey alder, pendula birch and pubescent birch*. SLU, Inst. F. skogshushållning, Rapport No. 18, Uppsala, 44 s.
- Lundqvist, L., Mörling, T. & Valinger, E. 2014. Spruce and birch growth in pure and mixed stands in Sweden. *The Forestry Chronicle* 90: 29–34.
- Luoranen, J., Lappi, J., Zhang, G. & Smolander, H. 2006. Field performance of hybrid aspen clones planted in summer. *Silva Fennica* 40: 257–269.
- Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. 2003. Root egress and field performance of actively growing *Betula pendula* container seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 133–144.
- Luostarinen, K., Huotari, N. & Tillman-Sutela, E. 2009. Effect of regeneration method on growth, wood density and fibre properties of downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.). *Silva Fennica* 43: 329–338.
- Martinsson, O. 1995. Masurbjörk. Småskogsnytt 5/95: 9–11. SLU, Garpenberg.
- Mattsson, S. & de Graauw, P. 1996. *Biomassa i ett högt och tätt björkbestånd*. Skogforsk, Resultat nr 9, Uppsala, 4 s.
- Mayer-Wegelin, H. 1952. *Das Aufästen der Waldbäume*. Verlag M. & H. Schaper, Hannover, 92 s.
- McCarthy, R., Ekö, P.M. & Rytter, L. 2014. Reliability of stump sprouting as a regeneration method for poplars: clonal behaviour in survival, sprout straightness and growth. *Silva Fennica* 48(3): <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1126>.
- McVean, D.N. 1953. Biological flora of the British Isles: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Journal of Ecology* 41: 447–466.
- Mejnartowicz, L. 1982. Morphology and growth of *Alnus incana* × *glutinosa* F1 hybrids. *Arboretum Kórnickie* 26: 15–29.
- Melzer, E.W. 1990. Planting of *Alnus incana* (L.) Moench. for melioration of old pine stand on poor sites. *Forstarchiv* 61: 234–237. På tyska.
- Mielikäinen, K. 1980. Structure and development of mixed pine and birch stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(3): 1–82.
- Mielikäinen, K. 1985. Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133: 1–79.
- Moffat, A.J., Roberts, C.J., McNeill, J.D. 1989. *The use of nitrogen-fixing plants in forest*

- reclamation. Forestry Commission Research Division, Research Information Note 158, Wrecclesham, Surrey, 3 s.
- Myking, T., Böhler, F., Austrheim, G. & Solberg, E.J. 2011. Life history strategies of aspen (*Populus tremula* L.) and browsing effects: a literature review. *Forestry* 84: 61–71.
- Möller, G. 1983. Praktiska gödslingsförsök. SLU, *Skogsfakta, Suppl. 2*: 57–64, Garpenberg.
- Nassi o di Nasso, N., Guidi, W., Ragaglini, G., Tozzini, C. & Bonari, E. 2010. Biomass production and energy balance of a 12-year-old short-rotation coppice poplar stand under different cutting cycles. *GCB Bioenergy* 2: 89–97.
- Neilsen, W.A. & Pinkard, E.A. 2003. Effects of green pruning on growth of *Pinus radiata*. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 2067–2073.
- Nicolescu, V.-N. 1999. *Artificial pruning – a review*. Reprografia Universității Transilvania, Braşov, Romania, 65 s.
- Niemistö, P. 1991. Growing density and thinning models for *Betula pubescens* stands on peatland in northern Finland. *Folia Forestalia* 782: 1–36. På finska med engelsk sammanfattning.
- Niemistö, P. 1995a. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the crown and branch properties and taper of silver birch (*Betula pendula*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 235–244.
- Niemistö, P. 1995b. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the growth and yield of silver birch (*Betula pendula*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 245–255.
- Niemistö, P. 1996. Yield and quality of planted silver birch (*Betula pendula*) in Finland – Preliminary review. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, Supplement No. 24: 51–59.
- Niemistö, P. 2013. Effect of growing density on biomass and stem volume growth of downy birch stands on peatland in western and northern Finland. *Silva Fennica* 47: <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1002>.
- Nilsson, P. & Cory, N. 2013. *Skogsdata 2013*. SLU, Inst. f. skoglig resurshållning, Umeå, 155 s.
- Nordborg, F., Nilsson, U. & Örlander, G. 2002. *Inversmarkberedning – snabbar plant-etablering och mer näring till plantan*. SLU, Fakta Skog nr 9, Umeå, 4 s.
- Nylinder, P. 1952. Om kvistning. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* för år 1952: 196–208.
- Näsholm, T., Nohrstedt, H.-Ö., Kårén, O., Kytö, M. & Björkman, C. 2000. How are forest trees affected? In: Bertills, U. & Näsholm, T. (eds.) *Effects of Nitrogen Deposition on Forest Ecosystems*. Swedish Environmental Protection Agency, Report No. 5067, Stockholm, s. 53–75.
- Oikarinen, M. 1983. Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 113: 1–75. På finska med engelsk sammanfattning.
- Oleskog, G. 1999. The effect of seedbed substrate on moisture conditions, germination and seedling survival of Scots Pine. PhD-Thesis, *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silverstria* 99. SLU, Inst. f. skogshushållning, Uppsala, 25 s.
- Opdahl, H. 1992. Bonitet, vekst og produksjon hos osp (*Populus tremula* L.) i Sør-Norge. *Meddelelser fra Skogforsk* 44.11: 1–44, NISK & NLH, Ås, Norge.
- Opdahl, H. & Veidahl, A. 1993. Gråor – produksjon og økonomi. Aktuelt fra Skogforsk 5–93: 7–10, NISK & NLH, Ås, Norge.
- Perala, D.A. & Alm, A.A. 1990. Reproductive ecology of birch: A review. *Forest Ecology and Management* 32: 1–38.
- Persson, A. 1977. *Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall*. Skogshögskolan, Inst. f. skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser nr 45, 152 s.
- Persson, P. 1972. *Vind- och snöskadors samband med bestånds-behandlingen: inventering av yngre gallringsförsök*. Skogshögskolan, Inst. f. skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser nr 23, 205 s.
- Persson, T. 1996. *Lövskog i Sydsvrige*. Södra skog, Region Syd, Kristianstad, 16 s.
- Peterson, E.B. & Peterson, N.M. 1995. *Aspen Manager's Handbook for British Columbia*. Canada – British Columbia Partnership Agreement on Forest Resource Development, FRDA Report, Victoria B.C., 109 s.
- Pettersson, F. 2001. *Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutvecklingen i tallskog*.

- Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 28 s.
- Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 528–539.
- Pinkard, E.A. 2003. Physiological and growth responses related to pattern and severity of green pruning in young *Eucalyptus globulus*. *Forest Ecology and Management* 182: 231–245.
- Piovesan, G. & Adams, J.M. 2001. Masting behavior in beech: linking reproduction and climate variation. *Canadian Journal of Botany* 79: 1039–1047.
- Pitt, D., Weingartner, D. & Greifenhagen, S. 2001. Precommercial thinning of trembling aspen in northern Ontario: Part 2 – Interactions with *Hypoxylon* canker. *The Forestry Chronicle* 77(5): 902–910.
- Pontailier, J.Y., Ceulemans, R. & Guittet, J. 1999. Biomass yield of poplar after five 2-year coppice rotations. *Forestry* 72: 157–163.
- Possen, B.J.H.M., Oksanen, E., Rousi, M., Ruhanen, H., Ahonen, V., Tervahauta, A., Heinenon, J., Heiskanen, J., Kärenlampi, S., & Vapaavuori, E. 2011. Adaptability of birch (*Betula pendula* Roth) and aspen (*Populus tremula* L.) genotypes to different soil moisture conditions. *Forest Ecology and Management* 262: 1387–1399.
- Raulo, J. 1987. *Björkboken*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 87 s. Översatt från finska till svenska av Fritz Bergman.
- Raulo, J. & Sirén, G. 1978. Yield and return of final cutting in four curly birch stands. *Silva Fennica* 4: 245–252.
- Rosengren, U., Göransson, H., Jönsson, U., Stjernquist, I., Thelin, G. & Wallander, H. 2005. Functional biodiversity aspects on the nutrient sustainability in forests – importance of root distribution. *Journal of Sustainable Forestry* 21 (2–3): 77–100.
- 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.
- Rothe, A. & Binkley, D. 2001. Nutritional interactions in mixed species forests: a synthesis. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1855–1870.
- Rousi, M. 1988. Resistance breeding against voles in birch: possibilities for increasing resistance by provenance transfers. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 18: 257–263.
- Rytter, L. 1990. *Biomass and nitrogen dynamics of intensively grown grey alder plantations on peatland*. Avhandling, SLU, Inst. f. ekologi och miljövård, Rapport no 37, Uppsala, 21 s.
- Rytter, L. 1995. Effects of thinning on the obtainable biomass, stand density, and tree diameters of intensively grown grey alder plantations. *Forest Ecology and Management* 73: 135–143.
- Rytter, L. 1996. Grey alder in forestry: a review. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, Supplement No. 24: 61–78.
- Rytter, L. 1998. *Löv- och lövblandbestånd – ekologi och skötsel*. SkogForsk, Redogörelse nr 8, Uppsala, 62 s.
- Rytter, L. 2004. *Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag*. 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. 2013. Growth dynamics of hardwood stands during the precommercial thinning phase – Recovery of retained stems after competition release. *Forest Ecology and Management* 302: 264–272.
- Rytter, L., Ericsson, T. & Rytter, R.-M. 2003. Effects of demand-driven fertilization on nutrient use, root:plant ratio and field performance of *Betula pendula* and *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 401–415.
- Rytter, L. & Jansson, G. 2009. Influence of pruning on wood characters in hybrid aspen. *Silva Fennica* 43: 689–698.
- Rytter, L., Slapokas, T. & Granhall, U. 1989. Woody biomass and litter production of fertilized grey alder plantations on a low-humified peat bog. *Forest Ecology and Management* 28: 161–176.

- Rytter, L., Sennerby-Forsse, L. & Alriksson, A. 2000. Natural regeneration of grey alder (*Alnus incana* [L.] Moench.) stands after harvest. *Journal of Sustainable Forestry* 10: 287–294.
- Rytter, L. & Stener, L. 2003. Clonal variation in nutrient content in woody biomass of hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.). *Silva Fennica* 37: 313–324.
- Rytter, L. & Stener, L.-G. 2005. Productivity and thinning effects in hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) stands in southern Sweden. *Forestry* 78: 285–295.
- Rytter, L. & Stener, L. 2010. *Uthållig produktion av hybridasp efter skörd. Slutrapport för Energimyndighetens projekt 30346*. Skogforsk, Arbetsrapport 706, Uppsala, 23 s.
- Rytter, L. & Stener, L. 2014. Growth and thinning effects during a rotation period of hybrid aspen in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* (<http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2014.968202>).
- Rytter, L., Stener, L.-G. & Werner, M. 2002. *Hybridasp – ett lönsamt alternativ som passar i det nya skogsbruket*. SkogForsk, Resultat nr 10, Uppsala, 4 s.
- Rytter, L., Stener, L.-G. & Övergaard, R. 2011. *Odling av hybridasp och poppel*. Skogforsk,Handledning, Uppsala, 40 s.
- Rytter, L. & Werner, M. 1998. *Lönsam lövskog – steg för steg*. SkogForsk,Handledning, Uppsala, 43 s.
- Rytter, L. & Werner, M. 2000. *Lövskogen*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 31 s.
- Rytter, L. & Werner, M. 2007. Influence of early thinning in broadleaved stands on development of remaining stems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 198–210.
- Rytter, L., Werner, M., Gustafsson, L., Hörnsten, L. & Widerberg, A. 2004. *Lövskogen i ett mångbruksperspektiv – ett beslutsstöd för förbättrad lövskogsstruktur på fastighetsnivå*. Skogforsk, Redogörelse Nr 1, Uppsala, s. 67–74.
- Rytter, R.-M. 2012. The potential of willow and poplar plantations as carbon sinks in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 36: 86–95.
- Saarsalmi, A. 1995. *Nutrition of deciduous tree species grown in short rotation stands*. Univ. Joensuu, Faculty of Forestry, Joensuu, 60 s.
- Sannigrahi, P. & Ragauskas, A.J. 2010. Poplar as a feedstock for biofuels: A review of compositional characteristics. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining* 4: 209–226.
- Sarvas, R. 1948. A research on the regeneration of birch in South Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 35(4): 1–91. På finska med engelsk sammanfattning.
- Savolainen, R. & Kellomäki, S. 1984. Scenic value of the forest landscape as assessed in the field and the laboratory. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 120: 73–80.
- Schalin, I. 1966. *Alnus incana* (L.) Moench. in forestry practice. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 9: 362–366. På finska med engelsk sammanfattning.
- Schalin, I. 1968. Germination analysis of grey alder (*Alnus incana*) and black alder (*Alnus glutinosa*) seeds. In: Trappe, J.M., Franklin, J.F., Tarrant, R.F. & Hansen, G.M. (eds.) *Biology of Alder*, USDA Forest Service, Portland, Oregon, s. 107–113.
- Schatz, U., Heräjärvi, H., Kannisto, K. & Rantatalo, M. 2008. Influence of saw and secateur pruning on stem discolouration, wound cicatrization and diameter growth of *Betula pendula*. *Silva Fennica* 42: 295–305.
- Schwappach, 1929. Birke. I: Schober, R. (ed.) *Ertragstabeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung*, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 1975, s. 54–55.
- Simard, S.W., Blenner-Hassett, T. & Cameron, I.R. 2004. Pre-commercial thinning effects on growth, yield and mortality in even-aged paper birch stands in British Columbia. *Forest Ecology and Management* 190: 163–178.
- Skogsstyrelsen. 1993. *Skogsstyrelsens författningssamling SKSFS 1993:2*. Jönköping. 33 s.
- Skogsstyrelsen. 2003. *Skogsstatistisk årsbok 2003*. Skogsstyrelsen, Jönköping. 345 s.
- Skogsstyrelsen 2008. *Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA-VB 08*. Skogsstyrelsen, Rapport Nr 25, Jönköping, 146 s.
- Skogsstyrelsen. 2011. *Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till Skogsvårdslagen*. Skogsstyrelsen, SKSFS 2011:7, Jönköping. 45 s.
- Skogsstyrelsen. 2014. *Skogsstatistisk årsbok 2014*. Skogsstyrelsen, Jönköping. 363 s.
- Skogsvårdsstyrelsen. 1996. *Kronobergsmetoden för lövröjning – skärmmetod för skötsel av granföryngringar med tätt lövsly*. Skogsvårdsstyrelsen, Växjö. 4 s.
- Skovsgaard, J.-P., Nordfjell, T. & Sorensen, I. H. 2006. Precommercial thinning of beech (*Fagus sylvatica* L.): early effects of stump height on growth and natural pruning of po-

- tential crop trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 380–387.
- Smith, F.W. & Long, J.N. 1992. A comparison of stemwood production in monocultures and mixtures of *Pinus contorta* var. *latifolia* and *Abies lasiocarpa*. In: Cannell, M.G.R.; Malcolm, D.C. & Robertson, P.A. (eds.) *The Ecology of Mixed-Species Stands of Trees*. Blackwell Sci. Publ., Oxford, UK, s 87–98.
- Sonesson, J., Albrektson, A. & Karlsson, A. 1994. *Björkens produktion på nedlagd jordbruksmark i Götaland och Svealand*. SLU, Inst. f. skogsskötsel, Arbetsrapport nr 88, Umeå, 31 s.
- Stener, L.-G. 1997. *Förflyttning av björkprovenienser i Sverige*. SkogForsk, Redogörelse nr 3, Uppsala, 30 s.
- Stener, L.-G. 1998. Länsvisa uppgifter om areal och virkesförråd för lövträd. SkogForsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 61 s.
- Stener, L.-G. 2003. *Fältsådd av björk i södra Sverige – ett alternativ till plantering*. Skogforsk, Resultat nr 18, Uppsala, 4 s.
- Stener, L.-G. 2004. *Resultat från sydsvenska klontester med poppel*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 571, Uppsala, 27 s.
- Stener, L.-G. 2007. *Utvärdering av sydsvenska avkomme försök med klibbal*. Skogforsk, Arbetsrapport nr 649, Uppsala, 43 s.
- Stener, L.-G. 2010. *Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska fältförsök*. Skogforsk, Arbetsrapport 717, Uppsala, 45 s.
- Stener, L.-G. 2013. *Plusträdskloner av klibbal*. Skogforsk, Avelsvärden nr 144, Uppsala, 24 s.
- Stener, L.-G. & Jansson, G. 2005. Improvement of *Betula pendula* by clonal and progeny testing of phenotypically selected trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 292–303.
- Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.
- Stiell, W.M. & Berry, A.B. 1986. Productivity of short-rotation aspen stands. *Forestry Chronicle* 2/86: 10–15.
- Ståhl, E.G. & Pettersson, N. 2007. *Björk som råvara – egenskaper, virkesförråd, produktion och utnyttjande*. Högskolan Dalarna, Avdelningen för träteknologi, Rapport nr 30.
- Ståål, E. 1986. *Eken i skogen och landskapet*. Södra Skogsägarna, Växjö, 127 s.
- Suszka, B., Muller, C. & Bonner-Masimbert, M.B. 1996. *Seeds of forest broadleaves – From harvest to sowing*. INRA Editions, Paris, 295 s.
- Svensson, M. 1995. *Stamkvistade huvudstammar av ek i blandskogsbestånd – ett ekonomiskt alternativ?* SLU, Skogsmästarskolan, Examensarbete nr 1995:17 i ämnet skogsskötsel, Skinnskatteberg, 13 s.
- Sveriges Skogsvårdsförbund 1994. *Praktisk Skogshandbok*. 14:e uppl., Sveriges Skogsvårdsförbund, Djursholm, 510 s.
- Södra. 2013. *Lönsamt löv – om konsten att driva ett lyckat lövskogsbruk*. Södra Skogsägarnas ekonomiska förening, Växjö, 52 s.
- Tarrant, R.F. & Trappe, J.M. 1971. The role of *Alnus* in improving the forest environment. *Plant and Soil Spec.* Vol.: 335–348.
- Tham, Å. 1994. Crop plans and yield predictions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.) mixtures. *Studia Forestalia Suecica* 195: 1–21.
- Thelin, G., Rosengren, U., Callesen, I. & Ingerslev, M. 2002. The nutrient status of Norway spruce in pure and in mixed-species stands. *Forest Ecology and Management* 160: 115–125.
- Tullus, A., Lukason, O., Vares, A., Padari, A., Lutter, R., Tullus, T., Karoles, K. & Tullus, H. 2012. Economics of hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) plantations on abandoned agricultural lands in Estonia. *Baltic Forestry* 18: 288–298.
- Tullus, A., Rytter, L., Tullus, T., Weih, M. & Tullus, H. 2012. Short-rotation forestry with hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) in Northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 10–29.
- Tullus, H., Tullus, A. & Rytter, L. 2013. Short-rotation forestry for supplying biomass for energy production. In: *Forest BioEnergy Production* (Kellomäki, S., Kilpeläinen, A. & Alam, A., eds.), s. 39–56. Springer Science+Business Media, New York.

- Uri, V., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Ligi, K., Padari, A., Kanal, A. & Lõhmus, K. 2014. The dynamics of biomass production, carbon and nitrogen accumulation in grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) chronosequence stands. *Forest Ecology and Management* 327: 106–117.
- Vadla, K. 1999. Verdiøkning og lønnsamhet ved stammekvisting (En litteraturstudie). *Rapport fra skogforskningen* – Supplement 7:1–13, NISK & NLH, Ås.
- Valsta, L. & Mielikäinen, K. 1987. Blandskogens ekonomi: tall med inblandad vårtbjörk. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1/87: 20–25.
- Vanhatalo, V., Leinonen, K., Rita, H. & Nygren, M. 1996. Effect of prechilling on the dormancy of *Betula pendula* seeds. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1203–1208.
- Vuokila, Y. 1977. On the growth capacity of aspen stands on good sites. *Folia Forestalia* 299: 1–11. På finska med engelsk sammanfattning.
- Wagenknecht, H.E. & Henkel, W. 1962. *Rationelle dickungspflege*. Neumann Verlag, Radebeul, Berlin.
- Wahlgren, A. 1914. *Skogsskötsel*. P.A. Norstedt & Söner Förlag, Stockholm, 728 s.
- Walfridsson, E. 1978. Stamkvistningens ekonomi. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 76: 457–466.
- Wallin, A. & Nylinder, M. 2005. *Träd- och virkesegenskaper hos två kloner av mikroförökad masurbjörk*. SLU, Inst. f. skogens produkter och marknader, Rapport nr 17, Uppsala, 39 s.
- Wang, T., Hagqvist, R. & Tigerstedt, P.M.A. 1999. Inbreeding depression in three generations of selfed families of silver birch (*Betula pendula*). *Canadian Journal of Forest Research* 29: 662–668.
- Webber, J., Gibbs, J. & Hendry, S. 2004. *Phytophthora disease of alder*. Forestry Commission, Information Note 6, Edinburgh, UK, 6 s.
- Werner, M. & Karlsson, L. 1998. *Hantering av lövträdsfrö, från skörd till sådd*. Skogforsk,Handledning, Uppsala, 47 s.
- Werner, M. & Karlsson, L.H. 2004. *Skånska strövområden – vistelse, preferenser och värderingar. Fulltofta – Klåveröd – Snogeholm*. SkogForsk, Redogörelse nr 2, Uppsala, 33 s.
- Willoughby, I., Clay, D. & Dixon, F. 2003. The effect of pre-emergent herbicides on germination and early growth of broadleaved species used for direct seeding. *Forestry* 76: 83–94.
- Worrell, R., Gordon, A.G., Lee, R.S. & McInroy, A. 1999. Flowering and seed production of aspen in Scotland during a heavy seed year. *Forestry* 72: 27–34.
- Yu, Q., Pulkkinen, P., Rautio, M., Haapanen, M., Alén, R., Stener, L.G., Beuker, E. & Tigerstedt, P.M.A. 2001. Genetic control of wood physicochemical properties, growth, and phenology in hybrid aspen clones. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1348–1356.
- Zheng Z., Liu F. & Zang D. 1987. Effect of water supply on volume increment in young poplar plantation. Proc. IUFRO Proj. Grp P1.09.00, *Integrated Research in Biomass for Energy*, Ljubljana, Yugoslavia, 1986. SLU, Avd. f. energiskogsodling, Uppsala, s 80–96.
- Øyen, B.-H. & Tveite, B. 1998. En sammenligning av høydebonitet og produksjonsevne mellom ulike treslag på samme voksested i Vest-Norge. *Rapport fra skogforskningen* 15/98: 1–32.