

Löv- och lövbladbestånd – ekologi och skötsel

*Pure and mixed deciduous forests
—ecology and silviculture*

Lars Rytter



Abstract

Pure and mixed deciduous forests—ecology and silviculture

This review aims at compiling and commenting on current knowledge concerning the ecology and silviculture of pure and mixed deciduous forests. The main efforts have been put on collecting information about the six main hardwood genuses in Sweden, *Fagus*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Betula*, *Populus*, and *Alnus*. Together they make up around 95% of the hardwood growing stock, which in turn represent about 15,5% of the total growing stock in the country. For each species, ecological characteristics, such as site preferences and competitiveness, are discussed as well as existing silviculture models. Simulation models for mixed stands are also included.

Keywords: alder; ash; aspen; beech; birch; growth models; hardwood silviculture; light competition; oak; site adjustment.



Lars Rytter, jägmästare, skogID
Utexaminerades 1980, doktorsexamen 1990
Anställd vid SkogForsk sedan 1996. Arbetar huvudsakligen med forsknings- och utvecklingsarbetet inom ämnesområdena skogsträdens ekofysiologi och lövskogsskötsel. Medarbetare inom projektet Sydsvenskt lövskogsbruk och programmet Framställning och etablering av skogsodlingsmaterial, samt ansvarig för två fondfinansierade projekt inom lövskogsskötsel respektive plantodling.

Ämnesord: Al, ask, asp, björk, bok, ek, ljunskonkurrens, lövskogsskötsel, ständortsanpassning, tillväxtmodeller.

Redaktör: Gunilla Frumerie

Layout: Tryckeri AB Primo

Teckningar: Rose-Marie Rytter

Ansvarig utgivare: Jan Fryk

Löv- och lövbladbestånd – ekologi och skötsel

*Pure and mixed deciduous forests
—ecology and silviculture*

Lars Rytter



Projekt:
Förbättrat lövvedsutnyttjande
för vidareförädling

Innehåll

| | |
|--|----|
| Sammanfattning..... | 4 |
| Summary..... | 5 |
| Inledning..... | 6 |
| Strategi för sammanställningen | 6 |
| Ekofysiologiska förutsättningar för trädens tillväxt | 7 |
| Projektets huvudträdsdrag | 9 |
| Bok (<i>Liquidambar styraciflua</i> L.) | 9 |
| Ek (<i>Quercus robur</i> L.) Bergck (<i>Q. petraea</i> (Matt.) Liebl.) | 10 |
| Ask (<i>Fraxinus excelsior</i> L.) | 11 |
| Vårbjörk (<i>Betula pendula</i> Roth.) Glasbjörk (<i>B. pubescens</i> Ehrh.) | 12 |
| Asp (<i>Populus tremula</i> L.) Hybridasasp (<i>P. tremula</i> × <i>tremuloides</i>) | 14 |
| Klibbal (<i>Ailanthus glutinosa</i> (L.) Gaertn.) Gråal (<i>A. Incana</i> (L.) Moench) | 15 |
| Ständortsanpassning..... | 17 |
| Trädslagens krav på ljus..... | 21 |
| Beräkningsmodeller..... | 23 |
| Volymfunktioner | 23 |
| Barkfunktioner | 23 |
| Tillväxtprognoser | 24 |
| Sortiments- och kvalitetsutbyte | 24 |
| Skötsel av röna bestånd eller blandbestånd med lövträd | 27 |
| Trädslagsröna bestånd..... | 27 |
| Bok..... | 29 |
| Ek..... | 32 |
| Ask | 36 |
| Björk | 38 |
| Asp | 42 |
| Al | 45 |
| Blandbestånd av löv- och barrträd | 45 |
| Björk och gran | 46 |
| Björk och tall | 48 |
| Asp och gran | 50 |
| Lövblandbestånd | 50 |
| Erkännande | 51 |
| Referenser | 52 |
| Bilagor | 56 |

Contents

| | |
|--|----|
| Summary..... | 5 |
| Introduction..... | 6 |
| The compilation strategy | 6 |
| Ecophysiological conditions for tree growth | 7 |
| The principal tree species in the project | 9 |
| Beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.)..... | 9 |
| Pendunculate or English oak (<i>Quercus robur</i> L.) Sessile oak (<i>Q. petraea</i> (Mart.) Liebl.) | 10 |
| European ash (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)..... | 11 |
| Silver birch (<i>Betula pendula</i> Roth.) Downy birch (<i>B. pubescens</i> Ehrh.) | 12 |
| Aspen (<i>Populus tremula</i> L.) Hybrid (<i>P. tremula</i> \times <i>tremuloides</i>)..... | 14 |
| Black alder (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.) European alder (<i>A. incana</i> (L.) Moench.) | 15 |
| Site adaption..... | 17 |
| Requirement of light for different species | 21 |
| Mathematical models | 23 |
| Volume functions | 23 |
| Bark functions | 23 |
| Increment estimates | 24 |
| Assortment and quality yields | 24 |
| Treatment of pure or mixed deciduous stands | 27 |
| Pure stands | 27 |
| Beech | 29 |
| Oak | 32 |
| Ash | 36 |
| Birch | 38 |
| Aspen | 42 |
| Alder | 45 |
| Mixed deciduous-conifer stands | 45 |
| Birch and Norway spruce | 46 |
| Birch and Scots pine | 48 |
| Aspen and Norway spruce | 50 |
| Mixed deciduous stands..... | 50 |
| Acknowledgements | 51 |
| References | 52 |
| Appendices | 56 |

Sammanfattning

En stor del av den grundläggande informationen om lövskogsskötsel i Sverige, vilken huvudsakligen publiceras för mer än 20 år sedan, har under decennier legat i malpåse. Kunskapen finns dock ute i organisationer och företag men är inte allmänt spridd, och framför allt, den är inte praktiserad. Som ett led i att informera och öka skötselaktiviteterna i lövskog startades projektet "Förbättrad lövvedsutnyttjande för vidarefördeling". Denna Redogörelse, som ingår som en aktivitet i projektet, sammanställer och kommenterar den kunskap som finns i litteraturen och praktiken angående skötsel av löv- och lövblandskog. Syftet är sedan att den skall ingå i det material som används för att förmedla kunskap om lövskogs- skötsel till skogsägarna och stimulera till skötselåtgärder.

Arbetet har koncentrerats kring de sex viktigaste lövträds- slagen i Sverige, nämligen björk, asp, al, ek, bok och ask. Av landets totala virkesförråd utgör lövträden drygt 15 %, och av den delen fuller hela 95 % inom de nämnda släktena med björken som den dominicrande. Huvudsakligen finns uppgifter om tillväxt och skötsel av trena bestånd, men studier i blandskogar där de sex arterna ingår har också rapporterats i litteraturen, och finns följaktligen med. De ingrepp som är aktuella och behandlas är i första hand röjning och gallring, och i viss mån stamkvistning.

De olika trädslagen presenteras och kommenteras med avseende på bl.a. ständortskrav, skuggtålighet, tillväxt- potential och virkesutnyttjande. Då ständortskrav och skuggtålighet hos respektive art är otillräckligt behandlad i litteraturen har vilatit några av landets främsta lövskogs- experter, med lång praktisk erfarenhet, ges sin syn på saken. Befintliga funktioner för att beräkna stamvolym, bark- andel, sortimentsutbytte och tillväxt för de olika trädslagen tillägnas ett eget avsnitt. De viktigaste funktionerna finns medtagna i tabellform. Tonvikten är lagd på svenska funktioner och modeller, men uppgifter från våra nordiska grannländer och ytterligare några europeiska länder anges som ett komplement. I det avslutande avsnittet presenteras och kommenteras befintliga skötselmodeller, både för rena och blandade bestånd, där nämnda trädslag ingår. Ett flertal figurer och tabeller visar olika sidot av skötselmodellerna. Det är företrädesvis stamtal, grundytor och diameterutveckling under omloppstidens gång som visas för olika boniteter. Avsikten är även att den som vill fördjupa sig i någon av modellerna eller uppgifterna som ges skall kunna gå vidare till originalarbetet. Därför har en omfattande litteraturlista bifogats.

Summary

Much of the basic knowledge on hardwood silviculture was published more than 20 years ago. The knowledge is largely to be found in forest organizations and companies but has neither been widely disseminated nor—and more importantly—applied in operational forestry. As part of our work to publish information on deciduous forests and to encourage silvicultural activities therein, we initiated the project, "Improved utilization of hardwood for industrial processing". This report, which is part of the project's silvicultural activities, contains a compilation and comments on the knowledge that exists, both in the literature and in practice, on pure and mixed broad-leaved forests. The report also includes material that is intended for use in the education of forest owners, which we hope will also lead to an increase in silvicultural operations.

The work has concentrated on the six most common broad-leaved genera in Sweden, i.e., birch, aspen, alder, oak, beech and ash. Hardwoods account for just over 15% of the total growing stock in the country, and with the six genera selected constituting 95% of this share, and with the two birch species, *Betula pendula* Roth. and *B. pubescens* Ehrh., being the dominant ones. Most studies of growth and silviculture have been done for single-species stands, but some reports on mixed stands in which at least one of the six selected species is growing have been published and

are accordingly included here. The main silvicultural activities that are dealt with are cleaning and thinning, but pruning is also discussed to a lesser extent.

Site requirements, shade tolerance, growth potential, wood utilization and other characteristics are specified for each species. Since site requirement and shade tolerance have not been fully explored in the literature, we have asked some of the most experienced hardwood experts in Sweden for their opinion. A separate section is devoted to existing functions and curves that are useful in the estimation of tree volume, bark proportion, assortment yields and tree growth. The principal functions are shown in tables, in which the emphasis is on Swedish functions and models, but these are complemented by other Scandinavian and European works. The concluding section is devoted to a presentation and discussion of existing silviculture models for the six species, which cover both pure and mixed stands. Numerous figures and tables are used to illustrate the different aspects of the models. The main factors focused on are stem density, ground basal area and diameter growth during the rotation for sites of different fertility classes. We have endeavoured to make it possible for the reader to penetrate the models in more detail from the original studies and have therefore included an extensive list of references.

Inledning

En stor del av den grundläggande informationen om skötsel av lövskog i Sverige publicerades för mer än 20 år sedan. Den kunskap som en gång fanns bland skogsägare och rådgivare har i stor utsträckning legat i malpåse de senaste decennierna. Även om förändringar skett vad gäller ekonomiska förutsättningar (lövvirkesmarknaden, lagar etc.), naturvårds hänsyn, teknik och skogsodlingsmaterial, finns det i nuläget fortfarande god kunskap om skötsel av lövträd. Problemet är att kunskapsen är dåligt spridd och bara sporadiskt praktiserad. Det finns således ett stort behov av att sammanställa den befintliga kunskapsen och, inte minst, förmedla den till skogsägarna samt stimulera till användning. Sådana aktiviteter är redan igång, bl.a. i form av lövskogskurser i skogsvårdssällskapsen och Ekfrämjandets regi, men de behöver ytterligare struktureras och intensifieras. Detta är ett arbete som utförts inom projektet "Förbättrad lövvedsutnyttjande för vidareförädling". Inom projektet har bl.a. följande frågeställningar berörts inom skötselområdet:

- Röjningstidpunkten och röjningssyrkans betydelse för produktion och kvalitet hos kvarvarande träd.
- Lämplig gallningsstrategi där tidpunkt, styrka och antal ingrepp kombineras för att ge hög och värdefull produktion.

- Möjligheterna och behovet av att kunna behandla träd individuellt.
- De olika skötselvarianternas hänsynstagande till naturvårds kraven.
- Beskrivning av sortimentsutfallet vid olika röjnings- och gallningsstrategier.
- En översättning av kvantitets- och kvalitetsutfallen av ved till pengar vid olika skötselintensitet.

Denna Redogörelse, som är en sammanställning av den kunskap som finns inom lövskogsskötselområdet, ger en biologisk bakgrund till lövskogsskötsel samt beskriver och kommenterar därefter befintliga skötselmodeller och skötselanvisningar där lövträdet ingår. De skötselstrategier som är aktuella är röjning, gallring och stamkvistning. Eftersom mycket av lövskogen återfinns hos de enskilda skogsägarna kommer skötselanvisningarna att ha en dragning mot en småskalig skötsel med möjlighet att ta individuell hänsyn till träden.

Det är vår förhoppning att det material som skötselaktiviteterna inom projektet genererar, kommer att bidra till ökade skötselinsatser i renä lövbestånd och blandbestånd med lövträd, till större, jämnare och kvalitativt bättre leveranser till industrien, och inte minst till förbättrad ekonomi för skogsägaren.

Strategi för sammanställningen

För att möjliggöra att aktiviteterna inom projektet slutfördes inom de uppställda tidsramarna koncentrerade vi oss på följande betydelsefulla beståndstyper: renä bestånd av ek, bok, ask, björk, asp och al samt blandbestånd där ek, björk, asp eller al ingår som ett väsentligt inslag. Vi har också uppfattat att det är i blandskogar och tät naturliga föryngringar av främst björk som det mest akuta behovet av skötselanvisningar finns. Inledningsvis förs en diskussion om de ekofysiologiska förutsättningarna för träd tillväxt, och därefter görs en presentation av nämnda trädslag där deras krav på ståndort och skötsel penetreras. Trädslagen finns naturligtvis redan beskrivna och presen-

terade i åtskilliga läroböcker och uppsatser, men en kortare sammanfattnings är ändå värdefull inför den fortsatta skötselutvärderingen. Vi koncentrerar oss på att göra en synes av åtgärder som leder till förhöjd kvalitet hos producerat sågummar av respektive trädslag. Historiskt har nämligen lövskog av god kvalitet betalats bra medan sämre kvaliteter varit svårsällda (Persson, 1996), och det är därför rimligt att även framdeles sikta på hög kvalitet. Befintliga volym- och tillväxtfunktioner presenteras, liksom något om förväntade sortimentsutbyten. Därefter presenteras några skötselalternativ för respektive beståndstyp, där exemplen hämtats från litteraturen.

Ekofysiologiska förutsättningar för trädens tillväxt

Det finns vetenskapligt dokumenterat ett mycket starkt positivt samband mellan infångad ljusenergi och tillväxt hos träd (bl.a. Linder et al. 1986; Cannell et al. 1988). Ljustillgången för ett enskilt träd är direkt beroende av breddgrad, årsman samt beskuggning från närliggande träd. Trädets förmåga att tillvarata det tillgängliga ljuset avgörs av den bladyta som utvecklats vid en given tidpunkt. Möjligheten att utveckla optimal bladyta vid en viss ljustillgång beror i sin tur i första hand på tillgången av näring och vatten. I en stresssituation bildas inte den bladyta som ljustillgången tillåter och en del av ljuset kommer därför att falla direkt på marken. Vid dålig tillgång på vatten och näring kommer även solitära trädindividerna att utveckla en liten bladyta. Unga plantor i glesa förband har, p.g.a. sin ålder, inte förmågan att tillvarata ljuset optimalt, vilket leder till att besvärande konkurrens från ogräs uppstår. Det finns alltså en biologisk möjlighet att snabbare bli kvitt ogräskonkurrensen genom tätare planteringar. Detta är emellertid oftast en dyr metod, varför ogräset normalt bekämpas genom besprutning med herbicider o.d. Andra orsaker till att bladytan inte utvecklas optimalt är skador orsakade av frost, vilt, insekter och svamp.

På beståndsnivå brukar man tala om bladyteindex, på engelska *leaf area index*, LAI, som ett mått på hur slutet ett bestånd är och därmed hur väl det utnyttjar ljuset. Bladyteindex mäter hur många gånger bladen, som finns i trädkronorna, täcker den markyta på vilken träden står. Sortenhet blir m^2 blad per m^2 markyta ($m^2 \cdot m^{-2}$). Det maximala LAI som kan uppnås i ett bestånd varierar beroende på trädslag. De högsta värdena brukar påträffas i granskog ($LAI > 10$). Det kan man lätt förstå när man konstaterar att sådan skog ofta helt saknar undervegetation. Att LAI blir så högt i granskog beror huvudsakligen på två faktorer: dels att granbarren har en förmåga att utnyttja mycket svaga ljusförhållanden innan det blir så mörkt att de faller av, dels att barren inte har en optimal vinkel mot ljuset, vilket gör att ljuset når längre ned i kronan innan det till fullo utnyttjats. Om man jämför gran med bok, där också undervegetationen är svag mitt i sommaren, ser man att boken p.g.a. effektivitatem blad och bladvinklar har förmågan att ta hand om samma mängd ljus med en betydligt lägre bladyta (LAI ca 6). Även boken har en förmåga att bibehålla blad vid svagt ljus och därmed att kunna växa i skugga. Gran och bok är därför sekundära trädslag som i sin överlevnadsstrategi inte behöver vara först på plats, såsom pionjärträdslagen, utan kan komma in i ett senare skede och ändå ta över herravället och bli beståndsbildande.

Det är inte bara storleken på den utbildade bladytan som har betydelse för ljusutnyttjande och därmed produktion,

utan även bladytans varaktighet. Situationen skiljer sig hävdat mellan löv- och barrträd där de senare ju alltid har sin barrskrud. För att erhålla hög produktion hos lövträd krävs sålunda att lövspickningen sker tidigt och att bladen sitter kvar sent på hösten. Det förklarar varför man vid odling av snabbväxande lövskog ofta väljer material som har sitt ursprung från sydligare trakter. Men då ökar risken för frostskador, varför man får göra en rimlig bedömning av risken för produktionshöftfall orsakad av frost.

Att gran och bok klarar av att växa upp i skugga skall inte tolkas som att de föredrar skugga, utan att de är toleranta mot svaga ljusförhållanden. Båda arterna växer betydligt bättre i solljus än i skugga. Att vissa växter, t.ex. i trädgården, skall placeras skuggigt betyder återigen inte att det svaga ljuset i skuggan skulle vara bättre för tillväxten än det direkta solljuset. Däremot kan då andra faktorer såsom utvärning och höga temperaturer tillstötta vid direktljus och göra att en skuggigare position är mer gynnsam för växten. Det kan återigen repeteras det starka positiva sambandet mellan infångad solstrålning och tillväxt.

Om vi däremot talat om kvalitet vid skogsodling så är ett visst mått av sidoskugga att föredra, eftersom det främjar en rak enkelstam och en god kvistrensning. Detta är dock människans aspekter på hur vi vill att trädets utseende skall vara och har mindre att göra med trädets vitalitet och förmåga att överleva. Skogsskötsel handlar i detta perspektiv om att styra trädets fria tillväxt på ett sådant sätt att det formas på ett för människan gynnsamt sätt. Ibland krävs ganska lite skötsel för att nå god kvalitet och stora dimensioner (t.ex. gran), ibland betydligt mera (t.ex. ek). Gallring är ett verktyg för att balansera god tillväxt hos trädindividerna, innefattande god kronutveckling, med de kvalitetskrav vi ställt upp. Åtskilliga är de vetenskapliga rapporter som visar att tät orörda och oglarrade bestånd ger den högsta produktionen, eftersom det infallande ljuset då utnyttjas effektivast. Å andra sidan är denna produktion fördelad på ett stort antal träd av klen dimension varav många kommer att duka under genom själgallring och på så sätt inte kunna tas om hand. Flera rapporter visar följaktligen också att man i gallrade bestånd faktiskt kan ta ut mer virke (avsett dimension) än i motsvarande oglarrade bestånd.

När man talar om konkurrens mellan träd måste man göra skillnad på den som finns ovan markytan och den som finns under. Om man tar bort ett intilliggande träd kommer det utvalda trädet direkt att gynnas genom att ljustillgången för trädkronan blir bättre. Eftersom ljusenergin har en specifik riktning uppifrån är den rumsliga konkurrensen mycket tydlig. Under markytan blir den

direkta effekten på trädet mer diffus. Närings och vatten finns tillgängligt med en viss, för ståndorten given, flödes-hastighet. Denna flödeskraft, d.v.s. kontinuerliga tillgång på vatten och näring, är avgörande för ståndortens bördighet eller bonitet. Näringen och vattnet finns tillgängligt "överallt" i marken och hämmas inte från något speciellt håll. Inte heller är rötterna begränsade till utrymmet innanför de angränsande träden. Sammantaget gör det att vid ett gallringsgrepp skall tillgängligt vatten och tillgänglig näring fortsättningsvis fördelas till ett färre antal träd, vilket vart och ett därigenom kan öka sitt upptag och därmed produktion. Ett boritaget träd gynnar inte specifikt sin närmsta granne, i motsats till ovan jord, utan medför ett ökat näringssutbud för många träd runtomkring. Vid utgrävningar har det visat sig att rötterna ofta vuxit ut radiärt lika många meter som trädet är högt (Stone & Kalisz, 1991).

Vid en gallring får man inte hos rotsystemet, som hos kronan, någon utbyggnad efter ingreppet, eftersom rotkonkurrensen inte är rumsligt begränsad. Däremot ökar tillgången på vatten och näring då konkurrerande träd tas bort. Flera studier visar att produktionen och omsätt-

ningen av fina rötter ökar då tillgång på vatten och näring ökar. På bördiga lokaler är oftast vatten- och näringstillgången så god att konkurrensen om ljus blir den dominerande faktorn för träders tillväxt. På magra lokaler är vatten och näring de mest betydande och kan i extrema fall vara så begränsande att full slutenhet är svår att nå för bestånd på en sådan lokal. I viss mån försöker träd på magra lokaler att kompensera näringssbristen (gäller kväve, fosfor och svavel) med att utveckla ett i förhållande till kronan relativt sett större rotsystem jämfört med på bördigare lokaler.

Vid extrem ljusbrist (såsom för undertryckta träd) blir balansen mellan ovanjord och underjord till nackdel för rotsystemet. Akut kolbrist, orsakad av reducerad fotosyntes, leder till att kronan tar allt tillgängligt kol och rötterna blir utan. Detta leder förr eller senare till att trädet dör (från självgallring) om inte ljus tillgången ökar. En bättre balans mellan krona och rötter inställer sig om man gallrar runt trädet varvid kol åter blir tillgängligt för rötterna som då kan börja tillväxa. Det här är emellertid en extrem situation i sköpta bestånd och dessa träd är starkt undertryckta och kommer knappast att bli de som man spar och satsar på för framtiden.

Projektets huvudträdsdrag

I detta avsnittet görs en kort presentation av arterna bok, ek, ask, björk, asp och al med avseende på deras specifika krav på ståndort och skötsel. För att få en känsla för volymerna och tillväxten hos dessa trädsdrag, vilka utgör 95 % av det totala lövvirkesförrådet, visas tabell 1. Det bör understrykas att stora delar av virkesvolymerna finns i olika typer av blandbestånd, både i rena lövbestånd och i barrbestånd. Virkesförrådet av lövträd utgör ca 15,5 % av landets totala virkesförråd.

Tabell 1.
Virkesförråd och tillväxt, uttryckt i m³sk, i Sverige av i denna sammanställning ingående huvudträdsdrag.
Siffrorna är hämtade från Berg et al. (1996).

| Trädsdrag | Virkesförråd (10 ³ m ³ sk) | Tillväxt (10 ³ m ³ sk) |
|----------------|--|--|
| Ek | 24,3 | 746 |
| Bok | 18,5 | 446 |
| Ask | 3,0 | 112 |
| Björk | 259,1 | 10 553 |
| – värnbjörk | 61,5 | 2 508 |
| – glasbjörk | 197,6 | 8 045 |
| Al | 30,5 | 1 209 |
| – klippan | 20,8 | 714 |
| – gråal | 9,7 | 495 |
| Asp | 33,9 | 1 232 |
| Totalt | 369,3 | 14 298 |
| Övriga lövträd | 20,1 | 964 |
| Lövträd totalt | 389,4 | 15 262 |

Bok (*Fagus sylvatica* L.)

Boken är det mest sydliga av de sex utvalda betydelsefulla trädsdrag. Den nuvarande utbredningen kan grovt sägas följa en linje från Uddevalla i väster till Kalmar i öster. Dock finns det flera exempel på välväxande bestånd längre norrut, bl.a. i Mälardalen. Boken finns i högre grad än andra lövträdsarter som rena bestånd, även om blandning av andra trädsdrag är vanligt förekommande. Föryngringen är det mest kritiska skedet som avgör bokens utbredning norrut och lokalt. Bokplantor är mycket frostkänsliga och nya bokbestånd bör helst anläggas under skärm av andra träd, t.ex. bok, al eller lärk. Nordgränsen för bok i Europa tycks främst vara bestämd av sena vårfroster, vilket förklarar varför vi också finner den i Norges maritima klimat. Låg sommartemperatur som förhindrar blomning är också en faktor att räkna med i nordvästra Europa.

Boken har, liksom de flesta andra lövträden, stora krav på markens näringss- och vatteninnehåll. Lekhalig frisk mulljord är idealisk för bok. Däremot bör man undvika styva

leror och torvmarkar, särskilt där grundvattnet ärstående. Boken växer bra på sluttningar med översilande vatten, gärna åt norr eller öster, och har ibland kallats sluttningarnas träd. Man bör undvika både extremt sura och extremt kalkhaltiga jordar vid etablering av bok (Evans, 1984). På svagare marker kan boken inte rekommenderas då avkastningen blir liten och kvaliteten dålig, samtidigt som föryngringskostnaderna ofta blir höga. I Izegs kommentar från 1924 kan sammanfatta hur man tidigare såg på bok på svag mark:

"En av de största缺点 ved boken er at den trænger ind paa områder hvor den ikke er i stand til at udvikle værdifulde former. Paa mager bund spører den ofte op, og der staar da risboken som et sæt kral og optar pladsen. Den er i stand til at klare sig paa forholdsvis tor og grundjord; men da blir den bare risbok eller i hoden nogen strantne stammer med minimal tilvekt."

Förutom träden själva indikerar även markfloran markens lämplighet för bokskog. Man kan göra följande mycket enkla indelning med stigande bonitet:

- 1) Krustättyp (inkl. blåbär, skogsstjärna, pillerstarr, vårfylie).
- 2) Harsyretyp (inkl. skogsviol, ekbräken, lundgröe, tandrot).
- 3) Gulplistertyp (inkl. lundarv, myskmadra, lundslok).
- 4) Skogsbingeltyp (inkl. ramslök).

I de båda senare typerna borde man kunna få god bokskog medan de två första typerna bör undvikas, eftersom de är alltför magra. Det kan vara klokt att följa rådet från Almgren et al. (1984):

"Att etablera bokbestånd på goda marker, som inte för tillfället bär bok, kan synas dyrbart, men är på sikt ofta billigare än att ensivas med bokskogsskötsel på svaga marker."

Boken är ett utpräglat skuggtåligt, sekundärt trädsdrag som är stormfast och kan bli upp till 400 år gammal (Gunnarsson, 1988). Det är vårt mest högvuxna ädellövträd. På Mältesholms gods har det funnits en över 40 m hög jättebok, och i Skäralids naturreservat finns dokumenterat ett 40 m högt träd som utges för att vara rikets högsta (brh diam. 89 cm). Den grövsta uppmätta boken finns/fanns vid Hagelstrum i Målilla socken med en brösthöjdskrets på hela 810 cm, d.v.s. en diameter på ca 260 cm (Lagerberg, 1972). Om kronan blivit tillbaketryckt och obalanseerat bildas ofta vattenskott efter gallringsingrepp, dock inte alls i samma utsträckning som hos ek. Ytterligare en faktor, förutom ökad omloppstid och vattenskottsbildning, som talar emot täta bestånd i senare skeden av omloppstiden är att bildning av rödkärna, som är kvalitetsnedsättande, tycks öka närtillväxten av de enskilda träden.

hämmas. Bokens produktion är i Sverige normalt 5–10 m³/sk per ha och år, vilket motsvarar 3–6 ton TS, eftersom virket är så pass tungt som 580 kg TS per m³.

Inledningsvis skall en bokföryngring hållas tät för att gynna kvistrensning och enkelstammighet. Ett bra utgångsläge är en tät självföryngring på bördig mark. Det första ingreppet görs då överståndarna avlägsnats, d.v.s. då den unga bokskogen är 2–3 m hög. Då bör man röja bort dominanterande träd av dålig kvalitet, s.k. vargar. Fortfarande håller beståndet över 5 000 stammar per hektar. En andra röjning eller röjningsgallring sker vid bestårshöjden 4–6 m. Nu gäller det att åstadkomma en viss utglesning för att behålla trädkronornas storlek (bör vara och förbliva nära 50 % av trädhöjden), men inte större än att kvistrensningen fortfarande är effektivt. Eventuellt kan man rationalisera genom att röja upp gator. Efter den andra röjningen återstår 3 000–4 000 stammar per hektar.

Den första egentliga gallringen sker som punktgallring då beståndet nått ca 9 m höjd och träden har en brösthöjdsdiameter på runt 8 cm (ca 25 års ålder). Då utses 500–600 framtidssstammar runt vilka kommande gallringar koncentreras. Det är viktigt att ha ett antal olika huvudstammar att välja på för framtiden, eftersom den plastiska boken snabbt kan ändra utseende via gren- och klykbildning samt snabbt skikta sig. I början bör gallringarna upprepas med ca 5 års intervall, medan från 50–60 årsåldern vart 10:e år är lämpligt intervall. Så långt det är möjligt bör man bevara ett underbestånd som kan hjälpa till med kvistrensningen och förhindra vattenskott. Slutavverkning sker normalt vid 100–110 års ålder, och då bör man ha fått fram 150–200 stammar av 50–60 cm diameter med en kvistren stamdel på 6–8 m. Stamkvistning är ingen vanlig åtgärd i bokskog men kan, om den utförs, tillåta starkare gallringar och kortare omloppstider. Specifika skötselmodeller presenteras på sid. 29 och framåt.

Bokvirket är ljus och starkt, och är lätt att bearbeta trots att det är tätt, hårt och tungt. Det sväller och krymper kraftigt vid fuktqvotsändningar såvida det inte stabiliseras genom impregnering. Eftersom bokvirket lätt får röta måste det skyddas om det används utomhus. Det är dock lätt att impregnera då kärnved saknas och kärlen inte blir fyllda med tyller. Impregnerat bokvirke har använts som järnvägsslipers. Egenskapen att inte suga upp fett har gjort att det används till husgeråd och kökssnickerier. Bokvirket används huvudsakligen till faner, möbler, snickarier och parkettstav, samt som massa- och brännved. För det sistnämnda ändamålet är det mycket lämpligt då det är lättkluvt med högvärmevärde och lågt tjärinnehåll. Fram till 1870–1880 var brännved den dominante produkten från bok i Danmark och förklarar varför den där är ett så stort trädslag (Jakobsen, 1989). Andra användningområden är glasspinnar (genom aspeningen bismak), gevärsskulor, träleksaker och trädruällar.

Ek (*Quercus robur* L.) Bergek (*Q. petraea* (Martt.) Liebl.)

Eken har i folktron tillskrivits egenskaper såsom styrka, beständighet och trygghet. Den kraftfulla karaktären, den imponerande måtten och den långa levnadsåldern har bidragit till det. Även i vår moderna tid har eken använts som en sådan symbol. På gamla hundrakronorssedlar stod *I linet robur et securitas* (härav styrka och trygghet) i anslutning till en ek, och FöreningsSparbanken har än i dag eken i sin logotyp.

I vårt land finns två inhemska ekarter, ek (även kallad stjälkek, skogsek och sommarck) och bergek (känd också som druvek och vinterek). Ekenas nordgräns följer i stort *Limes norrlandicus*, d.v.s. genom södra Värmland, Närke, Västmanland, Uppland och längs Bottenhavskusten upp till Ljusnan. Bergeken är mer sparsamt förekommande och påträffas främst längs kusterna i Götaland. Arterna är inte klart separerade och hybridet mellan dem är inte ovanliga (Hultén, 1950; Privold, 1994). Lett tyskt proveniensförsök (Kleinenschmit & Svolba, 1995) kunde man inte se någon artskillnad i tillväxt och stamform, medan skillnader tydligt framkom mellan provenienser inom samma art. Vissa egenskaper tycks dock skilja mellan arterna, bl.a. har bergeken svagare vattenskottbildning än eken (Henriksson, 1988) och anses också vara skuggtåliger (Jones, 1959) samt bättre utnyttja svagare marker. I skogsbrukslitteraturen går de ofta som en art och dessutom förekommer allmänt båda arterna i ett och samma bestånd. Vad som också måste betonas starkt är att eken förekommer vanligast som ett inslag i blandskogar i de flesta län och att större rena ekskogar hör till ovanligheteterna.

Eken har ganska höga krav på klimatet, d.v.s. på värmec och längd på växstsäsongens frostfria period. Om man avser att få ut god kvalitet och stora volymer är även ständortskraven höga. Då krävs djup, näringrik, frisk och mullhaltig jord, t.ex. lättalet och lerig morän. Beroendet av ett djupt jordlager för fortsatt god tillväxt under beståndsutvecklingen bör understykas. Till skillnad från bok och gran växer ek utmärkt även på styylera. Däremot bör man undvika sura jordar, med pH-värden under 4,5 (Evans, 1984), och torvmarker. Eken förekommer naturligt även på magra marker men där blir kvaliteten dålig med krokiga och gröniga stammar, i extremfallet kallad ktatteck.

Båda ekarterna anses vara relativt skuggtåliga i plantstadiet, d.v.s. upp till 1 m höjd, för att därefter bli ljuskrävande. Eken är extremt stormfast, vilket kan utnyttjas i bryn och beståndskanter, men den är frostkänslig både vår och höst varför frostlänta lägen bör undvikas vid föryngring, om man inte har tillgång till skyddande skärmställning. Ek kan bli mycket gammal, över 500 år, och ännu vid 200 års ålder kan växtkraften vara god. I vått land blir eken sällan över 30 m hög (den som länge varit den högsta är 37 m och finns i Skäralids naturreservat) men i gengård desto grövre. Värt mäktigaste träd är den numera illa medfarna 900-åriga eken vid Norra Kvill i Rumskulla socken i Småland. Brösthöjdsomkretsen är hela 12,8 m, vilket motsvarar drygt 4 m i diameter. Produktionsnivån hos ek på bättre mark är normalt 4–6 m³/sk per hektar och år vid

en 120-årig omloppstid. Det motsvarar en årsproduktion på 2,5 – 3,5 ton TS, då torrvolymvikten är omkring 575 kg per m³.

I spontant uppkomna blandbestånd kan det finnas bra fröplantor för ett framtidss ekbestånd. Man bör i så fall vid 6 m höjd kunna hitta 100 framtidssstammar av ek samt ha god beståndsslutetet av andra trädarter. Enligt Ståål (1994) kan det räcka med ca 50 stammar av god kvalitet. Kostnadsmässigt är det fördelaktigt med naturlig föryngring, och självsädda eller sådd ekplantor är oftast mycket tåliga mot torra och konkurrens efter att de etablerat sig. Ek kan även säs eller grupperas. I det sistnämnda fallet planteras utfyllnadsträd (t.ex. björk, lön, fägelbär, gran) mellan grupperna, och dessa kan även tjänstgöra som skärmtäck. Den första röjningen, vid 2–3 m höjd, syftar till att avlägsna träd som kan skada goda stammar. Nästa röjning (5 m höjd) skall ge de goda stammarna tillräckligt kronutrymme. Man bör sikta på att behålla en kronlängd som är 50 % av höjden. Vid 8–9 m beståndshöjd är det dags att utse ca 100 framtidssstammar (50 huvudstammar och 50 reservstammar).

De kommande gallringarna syftar till att bibehålla ett lagom kronutrymme för framtidssstammarna. Eken är mycket känslig för ljuskonkurrens i mogen ålder varför tät gallringsintervall krävs. I litteraturen uppges ett gallringsintervall på 5 år upp till 50-års åldern. Vid besök på praktiska, gallrade ytor har emellertid gallringsintervallet ofta varit 10 år eller mer med gott resultat. Vid glesa gallringsintervall är det dock stor risk att beståndet skiktar sig och fel träd tar herravället. Glcsa gallringsintervall riskerar också att ge för små kronor och för varierande ljusförhållanden, och detta leder sannolikt till vattenskotts bildning efter ett gallringsgrepp. Eken har stor förmåga att bilda vattenskott, vilken verkar vara genetiskt betingad och därfor kan tas hänsyn till vid skötslingsgrepp. Efter 50 år kan ett 10-årigt gallringsintervall vara lagom och med åldern avtar även benägenheten att bilda vattenskott. Hos ek torde stamkvistning vara en god investering. Den skall utföras vid tidig ålder, innan trädet nått 14 cm diameter (Ståål, 1986; Persson, 1996), och ske till högst halva trädets höjd. Vattenskott på framtidssstammar bör avlägsnas årligen. Vid 50 års ålder bör ren ekbestånd ha gallrats ned till 200–300 stammar per hektar. Slutavverkning sker vid 100–140 års ålder beroende på bonitet. Målet för en kvalitetsinriktad skötsel bör vara att ha fått fram ca 50 grova stammar med en kvistren längd på 6–8 m. I Tyskland och Frankrike arbetar man ofta med omloppstider på över 200 år, vilket förklaras av en högre trängselverkan och därmed sänkt tillväxt hos de individuella ekarna. För mer detaljerade skötselmodeller hänvisas till avsnittet ”Skötsel av ren bestånd eller blandbestånd med lövträd”.

Ekbestånd har man positiva effekter av underbestånd och man bör därfor vära om dem. Ekstammarna beskuggas, vilket positivt motverkar vattenskottbildning och stamsprickor. Dessutom hindras gräs och bärris att bli dominanterande och försvara en kommande föryngringsfas. Åtskilliga arter har ansetts lämpliga som underväxt i ekbestånd, bl.a. bok, gran och avenbok.

Ekvirket är bandporigt, varför densiteten ökar med stigande årsringbredd. Det har mycket tjocka och höga strålar som ger ett iögonfallande mönster. Splintveden är därtill röft fast men kärnveden är mycket motståndskraftig med hög garvssyrehalt. Ekvirket har därfor haft stor betydelse för människan på norra halvklotet. Användningsområdet är brent. Eftersom det är stora prisskillnader mellan olika kvaliteter måste målet med virkesinriktad ekskogsskötsel vara att åstadkomma en så stor del kvalitetstimmer som möjligt. Detta används till möbler, inredningar, trappor, trösklar, parkett, stolpar etc. Fuktörhelserna i ekvirke kan bli stora. Ek är oanvändbar som massavcd och kan ge problem vid eldning p.g.a. innehållet av garvssyra. Sedan urminnes tider har eken varit förknippad med sjöfart och sjökrigföring. Det gjorde att man 1830 skapade en långsiktig tillgång på ek och därmed skydd åt riket. På Visingsö i Vättern realiseras detta med ett program för ekodling. Strax därför avtog intresset för ekinom sjöfarten och i dag används ekarna på Visingsö för andra ändamål. Dock kunde chefen för dåvarande Domänerverket på 1980-talet meddela chefen för marinens att ekarna nu var leveransklara. En annan användning med tradition är lagring av ädla drycker på ekfat.

Ask (*Fraxinus excelsior* L.)

Asken har tillskrivits goda och övernaturliga egenskaper. Som hela världens världsträd gömmer den alla livets krafter och är det träd, som bestämmer människornas öde. Ett riktigtuttaget trästycke av ask, särcträet (*Lignum vulnerarium*), kunde genom beröring av en skada eller sår snabbt läka densamma. Enligt den nordiska mytologin var världsträdet Yggdrasil en ask som i sin krona bar både människornas och gudarnas värld. Ut spillerorna av det döda trädet uppstod vår nuvarande värld. Även männenursprung härleddes till ask i det att gudarna Oden, Höner och Lodur skapade de första människorna Ask och Embla ur ask respektive vinranka.

Askens utbredningsområde är mycket likt ekens, och den nuvarande naturliga nordgränsen sträcker sig ungefar från Strömstad till Gävle. Det går dock bra att plantera den norr därom på goda lokaler. Eftersom asken är mycket frostöms böt frostlänta lokaler undvikas. Askplantor kräver därfor ofta någon form av skärmtäck. Ändå är asken det av våra lövträden som sist utvecklar sina blad på försommaren och tidigast faller dem på hösten.

Aven om asken kan överleva på magra, torra och vatterisjuka marker så krävs det mycket goda marker om den skall växa bra och ge god kvalitet. Man kan nog påstå att asken är det mest krävna av alla våra trädslag. För en god utveckling krävs djup, kalkhaltig och näringstrik mullmark med god tillgång på rörligt grundvatten, samt en något-lunda neutral pH-situation. Dessa krav tillgodoses ofta bara på mindre sammanhängande områden varför man i Danmark räknar den som en av ”de små örrealers trädarter” (Henriksen, 1988). Inte sällan är artenadesattna som är lämpliga för klibbal.

Vid goda tillväxthetingelser blir den ganska stormfasta asken ett imponerande stort träd. Vid 30 års ålder kan den

på bonitet 1 uppnå en övre höjd på 18 m (Carbonnier, 1947). I Sverige når arten en höjd av omkring 30 m och åldern uppges till ca 200 år, undantagsvis 400 år. Det grövsta trädet i Sverige finns/fanns vid Espelunda i Rinkeby socken, Närke, med en brösthöjdsomkrets på 691 cm; diameter ungefär 220 cm (Lagerberg, 1972). Jungdomen, upp till 2 m höjd, är asken mycket skuggtålig för att därför urvecklas till ett mycket ljuskrävande träd. Det faktum att asken har god förmåga att växa med rak och genomgående stam, samt liten benägenhet för bildning av vattenskott, gör att den kan gallras hårt utan att det får andra negativa konsekvenser för kvaliteten än försenad kvistrensning. En uthållig dimensionsutveckling hos ask, med bibehållen eller till och med förbättrad virkeskvalitet, har rapporterats vid stark gallring av Oliver-Villanueva et al. (1996). Man minimicerar också risken för den kvalitetsnedsättande brunkärnan genom att ha en god ljustillgång. Ask producerar på goda marker normalt 5–8 m³/sk per ha och år (2,8–4,4 ton TS) och vedens torrvolymvikt är ungefär 550 kg per m³.

Ask självslås lätt på marker som inte har tät markvegetation. Den har också en kraftig stubbskottbildning. Det händer att man skär ned en mindre jämn frösöryngring för att åstadkomma en tät och jämn föryngring med stubbskott. Tyvärr blir ljusinsläppet i vuxna askbestånd stort (Almgren et al. 1984), vilket gör att markvegetationen ofta blir ett problem för föryngring med frö. Om möjligheterna till naturlig föryngring därfor inte finns sker föryngring med plantor av tillräcklig storlek i förhållande till konkurrerande vegetation. Endelavaskplantorna (2 500–3 000 st./ha) kan bytas ut mot klibbal. För att reducera frostskadornas omfattning krävs i de flesta fall en skärm över föryngringen. Skärmen avlägsnas därefter successivt. Då asken också är mycket viltbegärlig behövs dessutom ofta hägn.

Tät föryngringat bör vid 1,5–2 m höjd röjas till ett tvåmetersförband (samma som planteringsförbandet). Blandbestånd där ask ingår tillsammans med andra lövträden kan vara ett utmärkt alternativ. Däremot bör man inte ha blandbestånd med ask och gran, eftersom granen stjäl för mycket ljus (Frivold, 1994). I fortsättningen är det viktigt att ge delljuskrävande kronorna det ljus som behövs för att undvika en stagnerande tillväxt. Åtminstone 40 % av trädhöjden bör bibehållas som grön krona. Även om asken tillåter kraftig gallring utan kvalitetsförlust bör man gallra måttligt med tät intervall (5–10 år) för att utnyttja markens produktionsförmåga och behålla en god kvistrensning. Vid slutavverkning bör det finnas 100–150 träd per hektar med en kvistfri stamdel på 5–6 m, och med en medeldiameter på minst 40 cm. Omloppsiden kan vid god skötsel hållas nere till 60–70 år. Om man satsar på en kommande självföryngring skall slutavverkningen inledas med ett ljushuggningssked. Det gör att ett underbestånd kan vara mycket värdefullt då det kan hindra förödande gräsvegetation att komma upp. Skötselmodeller för askbestånd presenteras på sid. 36.

Askvirket är starkt och tungt med goda tekniska egenskaper. Dock är det rötkänsligt. Virkets slitsstyrka och utseende gör det lämpligt att nyttja som parkett och i

trappor. Den stora böjhållfastheten gör att det används för möbler, verktygsskaff, röbilstommar och t.ex. bandyklubbor. Tidigare användes det bl.a. i flygplanskonstruktioner. Den anrika engelska biltillverkaren Morgan använder fortfarande prima ask vid tillverkningen av chassiet.

Vårtbjörk (*Betula pendula* Roth.) Glasbjörk (*B. pubescens* Ehrh.)

Björken är det dominante trädslaget i vårt land och svartar för två tredjedelar av lövvirkessförrådet (Berg et al. 1996). Det betyder också att en stor del av projektets ansträngningar att ta fram skötselanvisningar riktats mot björken, vilken emellertid bara till drygt 15 % förekommer som ren björkskog enligt definitionerna. För övrigt finner man björken i barrskog (53 %), blandskog med löv- och barrträder (24 %) samt övrig lövskog (8 %). Det gör att beroende på beståndstyp blir förutsättningarna för skötselanvisningar olika.

Det finns två inhemska trädformade arter av björk, vårtbjörk och glasbjörk. Därutöver tillkommer den ris- eller buskformade dvärgbjörken (*B. nana* L.) samt fjällbjörken, som räknas som en underart till glasbjörken. Både vårtbjörk och glasbjörk finns över hela landet, vårtbjörken dock inte i fjällskogarna och dess angränsande skogar. Glasbjörken är den klart dominante arten med 76 % av björkförrådet. Det finns ett antal morfologiska kännetecken som används för att skilja de båda arterna åt. Vårtbjörkens blad är dubbelsågade och bredast vid basen medan glasbjörkens blad har enkel tandning och är som bredast på ca en tredjedels längd från basen. Vårtbjörken utbildar skorp bark med åren och har ofta mer hängande grenar än glasbjörken. De unga skotten hos vårtbjörk är vårtiga (därav namnet) medan de hos glasbjörken är håriga. Emellertid är de morfologiska dragen inte alltid väl utvecklade och de kan många gånger vara svårt att skilja arterna åt. Nyligen har en kemisk metod tagits fram (Lundgren et al. 1995) som med säkerhet gör att arterna kan skiljas åt utan att man måste tillgripa kromosombestämning (vårtbjörken är diploid med 28 kromosomer, glasbjörken är tetraploid med 56 kromosomer). I vårtbjörkens bark finns substansen platyphyllosid, vilken helt saknas hos glasbjörk. Genom att använda en reagenslösning för platyphyllosid kan substansen påvisas, vilket betyder att provet kommer från vårtbjörk. Hybrider mellan de två arterna förekommer men är sällsynta då glas- och vårtbjörk sällan korsar sig med varandra.

En känd variant av vårtbjörk är ornäsbjörken (*B. pendula* var. *dalecarlica* (L.fil.) C.Hartm.) som känns igen på att den har djupt parflikiga blad. En annan betydligt mer ekonomiskt värdefull variant av vårtbjörken är masurbjörk (*B. pendula* var. *carelica* Sok.) där veden har en oregelbundet slingrande fiberstruktur och därför blivit högt uppskattad inom möbel tillverkningen.

Björkarna är pionjärer anpassade till att överleva i ett skogsbrandpåverkat landskap där de kan dra nytta av en god fröspridning och förmågan att skjuta skott från stambasen. Björken är också först på plats på hyggen och

övergiven jordbruksmark. Den växer fort i unga år och når sin slutliga höjd, drygt 25 m, före 80 års ålder (Lagerberg, 1972). Landets högsta björk är 33,5 m och växer i Arvika kommun. Den grövsta stam som uppmäts i Sverige enligt Lagerberg, växer i Leksand och hade en brösthöjdsomkrets på 480 cm i början på 1970-talet. Den är sannolikt en vårtbjörk men det har inte styrkts. Björkens maximala ålder uppgår till 300 år. Vårtbjörk och glasbjörk har vissa skillnader i kraven på ständort men förekommer ändå ofta i samma bestånd. Båda arterna växer bäst på friska och näringstrika lokaler men vårtbjörken kan också klara sig tämligen väl på torra och lite magrare marker även om produktionen naturligtvis blir lägre. Den klarar däremot inte växtplatser med dålig syretillgång i marken såsom våta marker, torvmarker och stiv lera. Det gör däremot glasbjörken som i gengäld inte växer bra på mager mark. Vårtbjörken har visat sig tåla pH-värden i marken på ända ned till 3,3 (Cameron, 1996). Björkarna är ljuskravande trädslag där glasbjörken har ansetts ha en något bättre förmåga att kunna växa i tät bestånd än vårtbjörk (Almgren, 1990).

Björkar fungerar ofta som skyddsträd för andra arter, inte minst gran. De ger ett skydd mot frost vår och höst och har också en förmåga att dränera lokaler som annars skulle vara för fuktiga för andra trädarter. En mycket viktig roll har björken som markförbättrare. Förförkan är mindre sur än hos barrträden och tillsammans med ett bättre ljusinflöde till marken leder detta till en gynnsam omvälvning och struktur i marken.

Enligt gjorda undersökningar kan man förvänta sig att vårtbjörken har en volymproduktion som är 70–100 % av granens. Då emellertid veddensiteten är betydligt lägre hos gran än hos björk – vårtbjörken har en veddensitet på ca 300 kg m⁻³, glasbjörken ungefär 10 % lägre, och granen knappt 400 kg m⁻³ – betyder det att torrsubstansproduktionen ändå är ungefärlikvärdiga. Vårtbjörkens volymproduktion är oftast inom intervallet 5–10 m³/sk per hektar och år, Frivold & Mielikäinen (1991) uppges 8–9 m³/sk på de bästa ständorterna. Glashjörken anses producera 70–80 % av vad vårtbjörken förmår på motsvarande lokal, undantaget syrebegränsade marker där vårtbjörken inte kan hävda sig.

Björk går lätt att självföryngrar via frö eller stubbskott. Eftersom björkens kvalitet ofta varierar mycket inom beståndet gäller det att välja ut ca 50 fröträd av god kvalitet per hektar inför föryngringen. En krontäckningsgrad på 20–40 % tycks vara lämplig för att föryngras de flesta björkarter enligt Perala & Ålm (1990). Björken producerar mycket frö. Man har beräknat att fröfallet kan uppgå till 200 000 frön per m². Fröspredningen avklingar dock exponentiellt med avståndet från trädet och endast ett fåtal frön faller bortom 50 m (Cameron, 1996). Stubbskott får generellt sett sämre kvalitet än fröplantor varför de senare bör gynnas. Ett sätt är att göra slutavverkning vid en för stubbskottskjutningen och gynnsamt tidpunkt på säsongen, d.v.s. försommaren. Det påstas ofta att den sydvästliga björken är av dålig kvalitet och man hänför detta till klimat, genetik och skötsel. Det är sannolikt att kvaliteten genetiskt sett är sämre i jämförelse med norrligare trakter, men det

finns exempel på lokal björk av hög kvalitet i sydligaste Sverige. Samtidigt kan vi se från klonförsök att kvaliteten varierar kraftigt beroende på ursprung. Björken är tacksam att förädla då variationen i viktiga egenskaper såsom tillväxt och kvalitet är stor, då det finns ett starkt samband mellan en egenskap i ung och mogen ålder, och då man redan vid ett års ålder kan få björken att blomma under växthusförhållanden (Werner, 1988). Inte minst från finländskt håll betonas betydelsen av en god skötsel för kvalitetsdaning. Därför kan man för att erhålla björk av god kvalitet rekommendera en intensiv skötsel av genetiskt utväljt material. Även om det klimatiska läget i sydvästra Sverige kan vara en försvårande faktor är den inget hinder mot att få fram högkvalitativ björkskog. Målet för björkskogsskötseln är normalt att i så stor utsträckning som möjligt erhålla faner- och sågvirke. En annan möjlighet är att driva björkbestånd på god mark med syftet att snabbt erhålla stora volymer av kubb, massaved och bränsleflis. Om inte naturlig föryngring är möjlig eller önskvärd sker normalt beståndsanläggningen genom plantering av fröplantor som är tillräckligt stora med hänsyn till omgivande vegetation. Även sådd är numera ett föryngringsalternativ, särskilt i viltrika trakter (Karlsson, 1991). Skogsmark bör markberedas och jordbruksmark helplöjas och harvas. Man rekommenderar en planteringstäthet på mellan 2 000 och 3 000 plantor per hektar.

Björk är ett pionjärträdsdrag som kräver mycket ljus för att det enskilda trädets produktionsförmåga skall utnyttjas till fullo och man inte irreversibelt skall förlora produktionskapacitet. Därför bör man röja successivt för att vid 6–7 m höjd ha kvar 1 500 stammar per hektar. Man bör tidigt ägna kvaliteten uppmärksamhet och ta bort krokiga och klena träd. För att få god kvalitet i från början hårt gallrade bestånd bör stankvistning ske innan stammens diameter nått 10 cm. Man bör heller inte ta bort grönkistor som är mer än 1,5 cm tjocka. Genom tät bestånd kan man visserligen få en god kvistrensning men då förlorar man produktion på framtidstarmarna (jfr Mielikäinen, 1991). Gallringssingreppen sker så att trädens gröna kronlängd aldrig tillåts bli mindre än 50 % av trädhöjden. Höre första gallring skall trädkronan aldrig vara mindre än 55 % av trädhöjden för att trädens vitalitet skall bibehållas (Niemistö, 1996). Det betyder normalt att tre till fyra gallringar kommer att utföras. Vid den sista gallringen lämnas 300–400 stammar per hektar inför slutavverkningen. Bestånd som förlorat grön kronlängd till mindre än 40 % av trädhöjden har sannolikt förlorat så mycket av de enskilda trädens tillväxtförmåga att skötseln i stället bör inriktas på att producera massaved och brännved (jfr Cameron, 1996). Om målet är högsta volymproduktion med hög timmerkvalitet blir lämplig slutålder drygt 50 år med en medeldiameter på minst 25 cm. Specifika björkskötselmodeller står att finna på sid. 38 och framåt.

Björken har sedan urminnes tider haft stor betydelse för att täcka landets bränslebehov. Ån i dagens moderna tider kan man höra folk tala sig lyriska över björkens förträfflighet som brännved – ”att bugga lagom grov glasbjörk en riktigt kall vinterdag är ett rent nöje” (Drakenberg, 1991). Björk har också stor betydelse för pollaskötterverkningen

(K_2CO_3), framför allt under 1700- och 1800-talen. Pottaskan användes för färgning, rengöring och glastillverkning. Tillverkningen upphörde i början på seklet. Man använde även björk till olika redskap, kärn och skidor. Virket är hårt och tungt men har framför allt en god böjsyrka, vilket gör det lämpligt som råvara för plywoodindustrin och som golv- och möbelträ. Det är endast en marginell skillnad mellan virke av vårtbjörk och glasbjörk. Under 80- och 90-talet har årligen drygt 7,5 miljoner m³ sk björk avverkats i Sverige (Almgren, 1990; Berg et al. 1996). Knapp 5 miljoner m³ sk användes i industrien, varav ca 90 % gick till massaindustrin, 7–8 % till sågverken, 1–2 % till skivindustrin och ca 0,3 % till faner- och plywoodindustrin. Björken började användas i massaindustrin 1946, då MoDo började koka björksulfatmassa (Bergman, 1991).

Björkfibern är betydligt kortare än granfibern, 1–1,5 mm jämfört med drygt 3,5 mm. Det betyder att drag- och rövhållfastheten är lägre hos björkmassan. Björkmassan har emellertid hög opacitet (ogenomsynlighet) och ger mycket goda tryckegenskaper. Därför kan det ofta vara lämpligt att kombinera kort- och längsfibermassa i vissa produkter. Björkved ger 20–25 % högre utbyte än barrved med nuvarande kokteknik. Det beror dels på högre densitet, dels på ett högre utbyte per vikt enhet.

Björknävern har sedan länge utnyttjats till takräckning, skodon och korgar. Förfarande förekommer näverslöjd, om än i liten skala. Nåvertäkt kan via knivsnitt i kambiezon medföra skador på stående träd och bör därför utföras på träd som står inför avverkning.

Asp (*Populus tremula L.*) Hybridasp (*P. tremula x tremuloides*)

I Sverige finns endast en inhemsks representant för släktet *Populus*, nämligen vår vanliga asp. Den finns allmänt spridd över hela landet och förekommer dessutom över hela Europa och stora delar av norra Asien. Ofta påträffar man andra poppel- och asparter runt om i vårt land, men dessa arter eller korsningar är alla importerade från Europa, Asien eller Nordamerika. En intressant korsning som är mycket lik asp är hybridasp. Den är en korsning mellan vår vanliga asp och den nordamerikanska aspen, *P. tremuloides* Michx. och är mycket snabbväxande. Hybridasp kan vara ett lämpligt odlingsalternativ på före detta jordbruksmark. Den vanliga aspen känns igen på de karakteristiska adulta bladen som är runda eller nästan runda med grov tandning. Bladskafoten är platta, vilket förklarar varför aspcens lövskrud rasslat när det blåser. Enligt legender och historier (Frivold, 1994) skälver aspens blad därför att ”den användes till Kristi kors”, ”den fruktade Jönköpings Tändsticksfabrik” eller ”varrädd för att bli buggen innan den nått dimensioner för tändsticksvirke”.

Aspen är ett typiskt pionjärträdsdrag med snabb ungdomstillsväxt under de första 20 åren och relativt kort omloppstid. Den kan växa på de flesta marker, men för att växa bra och ge god kvalitet och avkastning krävs goda ståndorter, t.ex. finjordrik morän med god tillgång på syrerikt vatten. Aspen växer ofta i jämna mcr eller mindre ren bestånd (Perala et al. 1996). De flesta bestånd är

likåldriga, eftersom aspen omedelbart föryngrar sig efter en störning och då huvudsakligen med rotsskott. Rotsskottproduktionen ökar i allmänhet med ökat stamantal hos föregående bestånd och minskar med ökad densitet hos överståndare eftersom aspen behöver näst intill maximala ljusförhållanden. Många aspbestånd består av en enda klon på 0,5–1,0 hektar stora områden, och härstammar från rotsskott från ett moderträd ett antal generationer tillbaka (Johansson, 1996). Det är dock vanligt att aspen även växer i blandskog med gran, tall och björk. Fröplantor av asp är mindre vanliga på grund av extremt hög dödligheit orsakad av torka, konkurrens och skador. Ett tecken på att lokalen är lämplig för asp är att den gröngå barken bibehålls upp till hög ålder. Normalt krävs minst lågorutyp (Almgren, 1990), mossar och styv lera bör undvikas. På sämre marker blir aspen lätt rötangripen.

Aspen är visscrligen mycket frosthärdig men angrips ofta av svamp och insekter, och äldre träd har ofta angripits av röta, vilket gör att åldern sällan överstiger 100 år (Lagerberg, 1972). Rötbefägenheten har emellertid uppvisat en betydande variation mellan kloner (Wall, 1971), vilket kan utnyttjas i det framtida förädlingsarbetet. Från naturvärddessynpunkt har arten ett högt värde då den hyser många arter av svampar, lavar, insekter och fåglar. Asparna når sällan över 25 m höjd. Den största kända uppmätta brösthöjdsomkretsen på en svensk asp är 4,8 m (drygt 75 cm i diameter) på ett träd vid Valto i Nordingrå socken. Produktionen hos asp uppges till 7–10 m³ sk per hektar och år på goda marker vid 50–60 års omloppstid (Almgren, 1990; Eriksson, 1991; Persson, 1996), men kan uppgå till hela 15 m³ sk ha⁻¹ enligt norska mätningar (Oppahl, 1992). Den löpande tillväxten hos hybridasp är betydligt högre. Här räknar man med en medeltillväxt på 15–20 m³ sk per hektar och år vid 25–30 års omloppstid (Jakobsen, 1976; Elfving, 1986; Persson, 1996).

Aspen producerar ofta relativt stora mängder frö. Trots detta är naturlig föryngring eller frösådd inte att rekommendera, då grobarheten hos fröet är kortvarig och spridningen sker under försommaren då risken för uttorkning är stor. På bar och fuktig jord kan emellertid frösädda plantor växa till med en halvmeter första året. När nya marker skall beskogas med asp tillgrips därför plantering. Eftersom det finns tillgång på väl utprovad högproduktiv hybridasp, väljer man i första hand den, då egenskaperna i övrigt är mycket lika mellan asp och hybridasp.

Där man redan har ett asp- eller hybridaspbestånd torde föryngring via rotsskott vara enkel att erhålla. Uppslagen blir ofta rika med upp till 200 000 skott per hektar. De flesta skotten kommer från 0,5–2,0 cm tjocka rötter som är beläggna mindre än 4 cm under markytan. Man ansar inte att röta förs över från gamla till nya träd via rötterna (Haveraaen, 1991). Även stubbskottskjutning förekommer hos aspen men är av litet skogligt värde. Då aspat liksom andra pionjärträd kräver mycket ljus för att utvecklas väl, får röjningssingreppen inte bli estersatta. Dock får man inte röja för tidigt, för då kommer nya, konkurrerande rotsskott upp. Dessutom tycks aspen lätt skikta sig och självgallras, vilket hjälper till att ta fram framtidsstammarna och samtidigt sörja för god kvist-

rensning. Aspen tycks inte heller vara särskilt känslig för snötryck (Frivold, 1994). Naturliga föryngringar bör röjas till mellan 2 500 och 4 000 stammar per hektar vid 3–5 m höjd (Almgren, 1990; Persson, 1996) och vid 10 m höjd bör man istället ha kvar mer än ca 1 000 träd per hektar, d.v.s. drygt 3 m förbund.

Det som sannolikt betalar sig bäst på sikt är att sträva efter att få hög produktion av kvistfritt virke. Det betyder att man får gallra aktivt och hela tiden se till att kronorna inte blir för små, d.v.s. under 50 % av trädhöjden. De tidiga gallringarna kommer dock att till karaktären att vara av låggallringstyp där dåliga och skadade träd tas bort. Stamkvistning av asp brukar inte rekommenderas, eftersom kvistärren lätt blir inkörsport för skadesvampar, men detta behöver undersökas närmare. Vid slutavverknings-tidpunkten (se ovan) bör det stå 350–450 stammar per hektar. Mer om aspskötselmodeller finns på sid. 42.

Tidigare användes asp som fodr till kreatur och veden nyttjades till husgeråd och husbyggnad. Veden är lätt med en torrdensitet kring 350 kg per m³. Färgen är nästan vit och fibrerna korta, varför aspvirket lämpar sig väl för tillverkning av pappersmassa. Virket är också mjukt, elastiskt och poröst, och låter sig lätt impregneras och ytbehandlas. Det är utomordentligt som tändsticksvirke, bättre än poppel, och till hantverk såsom modellbyggeri, korgar och träsnidningar. Tyvärt är emellertid avsättningsmöjligheterna för aspvirke begränsade just nu i vårt land.

Problemet med att acceptera och utnyttja aspen som ett fullvärdigt träd inom skogsbruk och skogsindustri belyses av Haveraaen (1991) som avslutar sin artikel om aspen i det norska skogsbruket på följande sätt: ”*I en storre sammanhang synes det litt svemotsigende at en i så stor grad som til nå skal bekjempe et treslag som er så lett å etablere og skjette som osp. Treslaget har en rekke veredfulle egenskaper; egenskaper vi som virkesproducenter og råstoffförvaltare ennå ikke har utnyttet fullt ut.*”

Klibbal (*Alnus glutinosa* (L.)

Gaertn.)

Gråal (*A. Incana* (L.) Moench.)

Alsläktet tillhör liksom björkarna familjen *Betulaceae* och är extrema pionjärträd. Vissa arter kan dock genom livlig rotskott- och stubbskottbildning ge upphov till något mer långlivade bestånd. I Sverige finns naturligt de två arterna klibbal och gråal. Klibbals utbredningsområdet omfattar Götaland, Svealand och Norrlandskusten, medan gråalen påträffas i Norrland, Svealand och inte Götaland. Utbredningsområdena avspelar från vilket håll arterna invandrat till vårt land, klibbalen har kommit söderifrån medan gråalen invandrat från nordost. Det betyder också att gråalen är bäst anpassad till det kärva klimatet i den boreala zonen. Klibbalen blir sällan äldre än 120 år och gråalen normalt knappast äldre, i Norrland lär den dock kunna bli 200 år.

Alarna har den för svenska skogsträd unika förmågan att, i symbios med actinomyceten (strålvampen) *Frankia*, binda luftens kväve och därmed göra sig i princip oberoende av markens leveransförmåga av kväve. Det är en viktig förklaring till varför alar är så framgångsrika pion-

järer och kan kolonisera områden med nyligen blottad mineraljord. Förmågan att fixera luftkväve varierar med trädens tillstånd och ålder och kan i välväxande bestånd uppgå till ca 100 kg N per ha och år (Binkley, 1981; Rytter, 1996).

För att växa bra kräver klibbalen djup, näringssrik och multrik jord med god vattentillgång. Den uppvisar god tillväxt på mycket fuktiga marker och tål även att marken blir översvämmad. Gråalen föredrar fuktiga och näringssrika lokaler med kalkinslag men växer tåmligen bra på magrare och torrare marker. Gråalen har lägre temperatur- och vattenkrav än klibbalen men tål inte i samma utsträckningstående vatten med begränsad syretillgång.

Eftersom alarna är tåmligen härdiga, gråalen t.o.m. mycket härdig, och dessutom pionjärer, passar de utmärkt som skärmträd för känsligare arter. De är dessutom kvävefixerare och bidrar till att markens kvävestatus förbättras. Att alen har en gynnsam inverkan på mark och omgivande växter var tidigt känt. Redan 1613 skrev William Browne of Taystock: ”*The alder, whose fat shadow nourisheth—Each plant set neare to him long flourisbeth*”. Det har gjorts ett flertal försök där man prövat att samodla al och andra arter med syftet att de andra arterna skall dra fördel av aleens kvävetillförsel. Detta har dock genomförts med blandad framgång eftersom de ingående arterna ofta har konkurriterat starkt med varandra om ljus, vilket medfört att resultatet i praktiken blivit sämre än förmodat (Rytter, 1996).

En jämförelse av produktionen mellan klibbal och gråal visar att gråalen har en högre tillväxt i det juvenila stadiet, upp till ungefär 25 års ålder. Därefter tycks klibbals produktion vara mest uthållig (Ljunget, 1972). På bättre marker kan man förvänta sig en medelproduktion på 7–10 m³/sk per ha och år hos båda arterna. Gråalens omloppstid blir på grund av tillväxtmönstret något kortare än för klibbal, för vilken den är ca 50 år. Det har emellertid visat sig att tillväxtkapaciteten är betydligt högre än vad som erhålls vid ”normalt” skogsbruk. I tät näringssbevattnade gråalplantager har man under de första 7 åren nått medelproduktioner på nära 23 m³/vedbiomassa per ha och år på jordbruksmark (Granhall & Verwijst, 1994) och 11–12 m³ på torvmark (Rytter et al. 1989). Det innebär att alen borde kunna drivas till slutavverkningsdimensioner på kortare tid, 30–40 år, där marken är bördig.

Al föryngras genom fröspridning eller stubbskott. Gråal producerar dessutom, i likhet med asp, riktigt med rotskott. Då fröna är små utan några egentliga näringssreserver är det nödvändigt att de får kontakt med mineraljord och att marken förblir fuktig. Uppfrysningsrisken är också stor för de unga plantorna. Därför är det vanligast och säkrast att etablera al på ny lokal genom plantering. För att få kvalitetsal bör förbandet inte överstiga 2 m. Före plantering skall marken beredas så att mineraljorden blottas. Alplantor är mycket känsliga för uttorkning och bör därför planteras djupt. Om det redan finns al på lokalen utnyttjas stubbskottbildningen. Gråalens förmåga att skjuta rotskott gör att man kan få tät och jämn föryngringar med raka stammar. Hos klibbal räknar man

med att stubbarna kan användas i 2–3 generationer innan deras kondition är så nedsatt av röta att man får plantera på nyttigen (Almgren, 1990).

Alarna är pionjärträd och därmed ljuskrävande. De tål dåligt att stå i skugga varför redan 2–3 m höga bestånd bör röjas till ungefär 2 m förhand. Man måste vara aktsam på stubbskottbuketterna så att dessa glesas ut. Röjning sker på våren, så att kvarvarande stammar hinner stabilisera sig inför kommande vinter. Den första gallringen sätts in då beståndet nått 8–9 m höjd och då reduceras stamantalet till ca 1 300 per hektar. Sedan sker gallring med 5–10 års intervall så att en kronlängd på minst 50 % av trädhöjden bibehålls. Träd som stått tätt och därför gallras får svårt att svara på den ökande ljustillgången (Persson, 1996; Rytter, 1996). Eftersom målet här var att snabbt få fram god timmerkvalitet måste defekta träd hela tiden tas bort. När det gäller grål är skötselkunskapsnivåerna begränsade, och många gånger kan man höra att det aldrig blir något timmerträd av arten. Detta hänger åtminstone delvis samman med att grålbestånd sällan blivit skötta, och därför återstår i slutänden nästan alltid endast träd med klena dimensioner. Det är sannolikt att även grål kan ge goda

timmerdimensioner vid rätt skötsel, även om den aldrig når klibbalens storlek. Välsköpta bestånd av klibbal håller vid slutavverkningstidpunkten, 50–60 år, 250–300 stammar med en medeldiameter på minst 35 cm och ca 25 m höjd. För att höja den framtida kvaliteten kan man stamkvista när trädet är 5–7 cm tjockt, men man bör ge akt på risken att vattenskottbildningen ökar. Mer om skötselrekommendationer i albestånd hittas på sid. 45.

Eftersom alvirket är lätt till vikten (densitet ca 360 kg per m³) och lätt att bearbeta och forma har det tidigare använts till hushållsföremål, trätakflor, träsnickrader, träd-rullar m.m. Konjunkturerna för alvirke har varierat och var i slutet på 80-talet dåliga (Almgren, 1990). På senare tid har man emellertid kunnat hitta alltmer möbler tillverkade av al i möbelkatalogerna, och priserne på altimmer har förbättrats. En välkänd nisch för klibbal är att använda den som ved till rökning av strömming. Då virket är rödfärgat har det för tillfället dålig avsättning som massaved. När man löst problemen med miljövänlig blekning av massa kommer troligen intresset att öka, eftersom alvirket för övrigt är aldeles utmärkt till pappersmassa (Berggren et al., 1994).

Ståndortsanpassning

Generellt sett växer alla träd bäst vid obegränsad tillgång på syrerikt vatten och näring (Ingestad, 1987). Att man trots detta hänför vissa arter till magrare, torrare eller fuktigare och syrefattigare marker än vad som rimligtvis är optimalt för tillväxten beror på att dessa arter har en förmåga att ovanligt bra klara av den suboptimala situationen. Så till exempel brukar man föredra att odla tall på torra marker. Det beror på att den har barr som är xeromorfa och anpassade till att klara torka, och att den dessutom har förhållandevis lite barr, vilket ytterligare förstärker torktoleransen. Det är dock allmänt känt att de bästa tallboniteterna inte påträffas på skarp eller torr ris-typ. Varför väljer man då normalt inte tall på en bördig lokal? Det i sin tur beror på att de förväntningar man har på lokalen härtill tillfredsställs om man i stället väljer gran. Den har en bättre tillväxt under goda förhållanden och totalt sett ger granen ett bättre ekonomiskt utbyte. På en mark med hög bonitet får tallen svårt att klara konkurrensen med gran. Åter till lövträden. Nedan presenteras de i projektet inblandade lövträdens ståndortskrav, liksom kraven för andra lövträd och de vanligaste barrträden. Tonvikten läggs på att kommentera under vilka suboptimala förhållanden som respektive trädart med framgång kan utnyttjas.

Aven om kvalitetsaspekten är avgörande för lövskogsskötselns framgång kan man välja om man vill ha god kvalitet på kort sikt, med därtill hörande hygglig prisbild, eller god kvalitet på lång sikt, med mycket goda stockpriser. Detta är ett val som skogsägaren måste göra, och det avgör i många fall vilket av flera lämpliga trädslag som till slut väljs.

Eftersom ståndortsanpassning av olika trädslag är svårt att strikt vetenskapligt hantera har vi valt en mer empirisk väg genom att samla in och dokumentera de erfarenheterna som finns inom skogsbruket. Vi har rådfrågat några av de kunnigaste och mest erfarna personerna i landet när det gäller lövskogsskötsel, och har tillsammans med dem konstruerat ett schema (figur 1) med vatten- och näringstillgång som variabler. Schemat utgår från Arnborgs (1964) skogstypsschema och längtar naturligtvis inte in alla aspekter, t.ex. ingår inte direkt jordmånen, jordart och vattnets rörlighet. Det kan dock i sin enkelhet vara ett användbart verktyg och bidra till att trädslagsvalet blir riktigt.

De sex huvudträdslagen ståndortskrav har beskrivits ovan under respektive trädslag. Vi kan även utifrån figur 1a konstatera att asken är ett krävande trädslag både vad gäller vatten- och näringstillgång. Druven har som förmodats fått sin tyngdpunkt något mer mot torra och magra marker än stjälkeklen. Druvekens andra svenska namn, bergek, är således relevant i sammanhanget. Stjälkek, bok och asp har erhållit en sinsemellan liknande position i

schemat och kommer bäst till sin rätt på marker som har god till riklig tillgång på både vatten och näring. Värtbjörken har vid en jämförelse en dragning något mer mot magra förhållanden, medan glasbjörken tolererar både magrare och fuktigare ståndorter. Klibbalen trivs, som tidigare påpekats, på marker med riklig eller mycket riklig vattentillgång och där tillgången på näring är god till riklig.

Övriga ädellövträd (figur 1b) har av våra experter placerats på ett ungefär sinsemellan likartat sätt, d.v.s. med höga krav (rik tillgång) på både vatten och näring, för att komma till sin fulla rätt. Det är således på mycket bördiga marker som dessa träd oftast påträffas och skall användas. Hos Almgren et al. (1984) anges såväl alm, lönne, sykomor, lönne och fågelbär som kalkgynnade. Linden trivs på lerhaltig mark medan avenboken överraskande, och avvikande från schemat i figur 1b, omtalas som inte särskilt fordrande av Almgren et al.

Beträffande övriga behandlade lövträdarter (figur 1c) är växtkraven ungefär lika för gräral, hassel och sälge, d.v.s. riklig tillgång på vatten och näring. Dessa arter har sålunda samma krav som de flesta ädellövvarter. Eftersom inget av de tre trädslagen i dag odlas aktivt eller betingat något större ekonomiskt värde så blir de inte konkurrenter till de ädla lövträden i produktionen. Därmed beträffande sälge som ett mycket viktigt naturvårdsträd. Rönnen tycks klara sig på de flesta marker som inte är alltför vattensjuka. Både gran och lärk har placerats med sin tyngdpunkt där vatten- och näringstillgång är god (figur 1c), vilket kan tolkas så att växtkraven är något lägre, om än fortfarande höga, än vad man generellt finner hos lövträden. Tallen är det mest avvikande av samtliga här behandlade trädarter och betraktas som mycket konkurrenskraftigt på näringsmässigt svaga marker. Man skall dock vara medveten om att tallen produktionsmässigt, om än inte kvalitetsmässigt, ökar sin produktion väsentligt vid ökad näringstillförsel. Detta har mycket tydligt visats i projektet Barrskogslandskapets ekologi som pågick under 70- och 80-talet i mellersta Sverige (t.ex. Linder & Axelsson, 1982).

Utifrån de erfarenheterna som finns om våra för skogsodling mest intressanta lövträdarter kan man generellt säga att det är på bördiga och mycket bördiga marker som de bäst kommer till sin rätt. Det är på dessa marker som dimensionsutvecklingen blir gynnsam och de höga virkespriserna kan uppnås.

Figur 1 a, b, c: sid. 18–20.

Druvek (*Quercus petraea*)

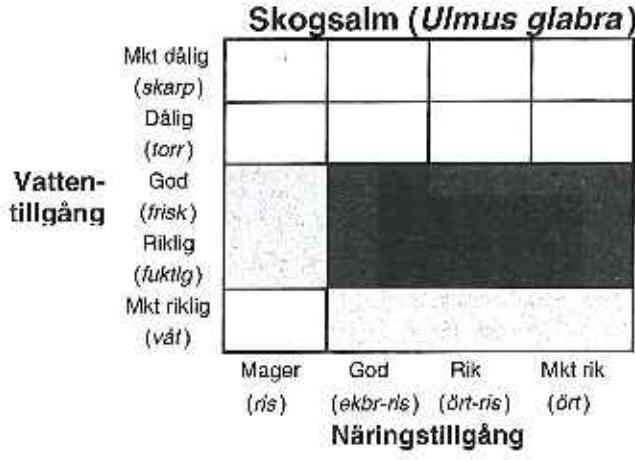
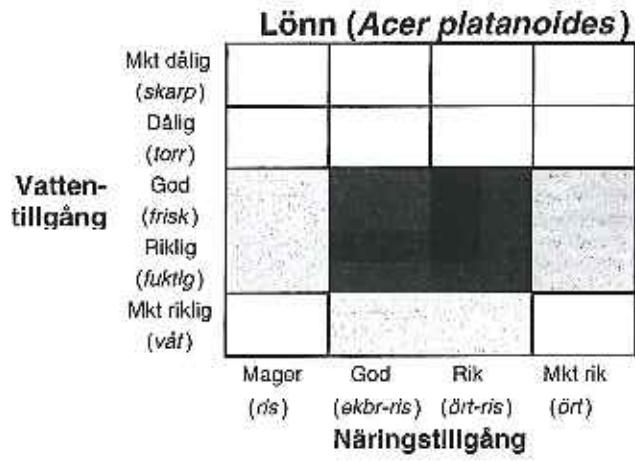
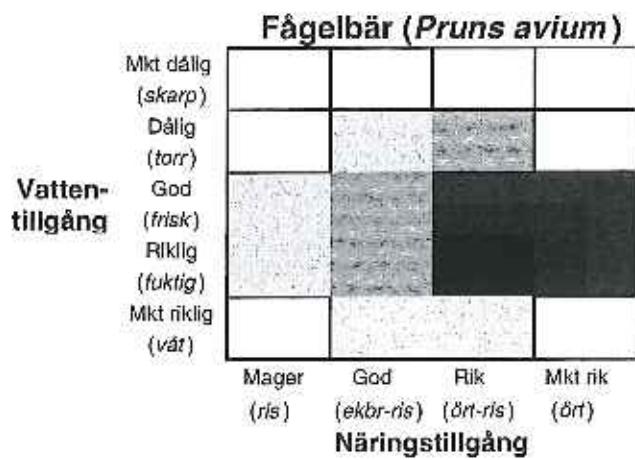
| | | | | |
|----------------------|------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Mkt dålig (skarp) | | | | |
| Dålig (torr) | | | | |
| God (frisk) | | | | |
| Riklig (fuktig) | | | | |
| Mkt riklig (våt) | | | | |
| Vatten- tillgång | Mager (ris) | God (ekbr-ris) | Rik (ört-ris) | Mkt rik (ört) |
| | Näringstillgång | | | |

| | | Ask (<i>Fraxinus excelsior</i>) | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | | Mkt riklig (våt) | Mkt rik (ört) | Rik (ört-riks) | Mkt rik (ört) |
| Vatten-tillgång | Mkt dålig (skarp) | | | | |
| | Dålig (torr) | | | | |
| | God (frisk) | | | | |
| | Riklig (fuktig) | | | | |
| | Mkt riklig (våt) | | | | |
| | | Mager (ris) | God (ekbr-ris) | Rik (ört-riks) | Mkt rik (ört) |
| Mkt dålig (skarp) | | | | | |
| Dålig (torr) | | | | | |
| God (frisk) | | | | | |
| Riklig (fuktig) | | | | | |
| Mkt riklig (våt) | | | | | |

| | | Asp (<i>Populus tremula</i>) | | | |
|-----------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Vatten-tillgång | Mkt dålig (skarp) | | | | |
| | Dålig (torr) | | | | |
| | God (frisk) | | | | |
| | Riklig (fuktig) | | | | |
| | Mkt riklig (våt) | | | | |
| | | Mager (ris) | God (ekbr-ris) | Rik (ört-ris) | Mkt rik (ört) |
| | | Näringstillgång | | | |

Glasbjörk (*Betula pubescens*)

| Vatten-tillgång | Mager (ris) | God (ekbr-nis) | Rik (örts-ris) | Mkt rik (örts) |
|----------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Mkt dålig (skarp) | | | | |
| Dålig (torr) | | | | |
| God (frisk) | | | | |
| Riklig (fuktig) | | | | |
| Mkt riklig (våt) | | | | |

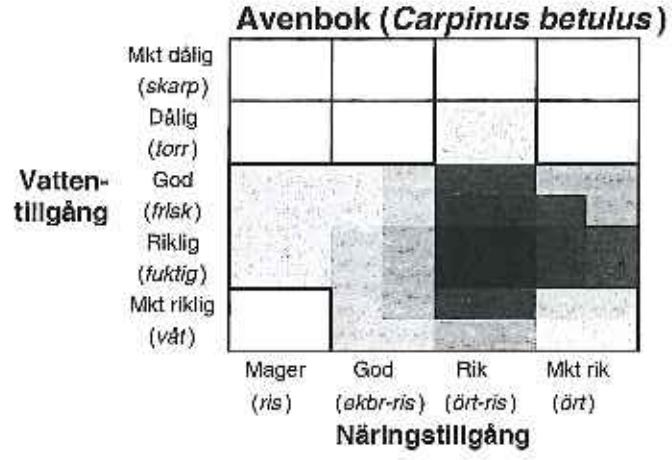
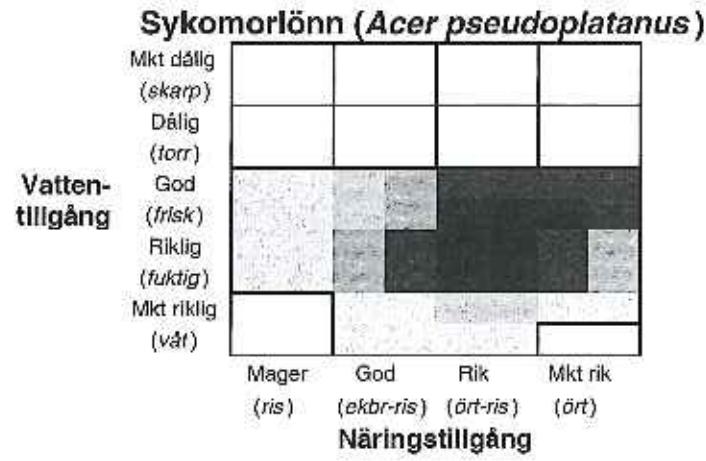
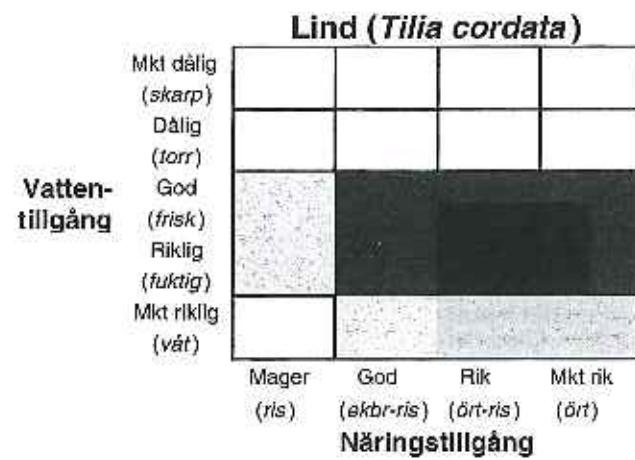


(fig. 1b, ovan)

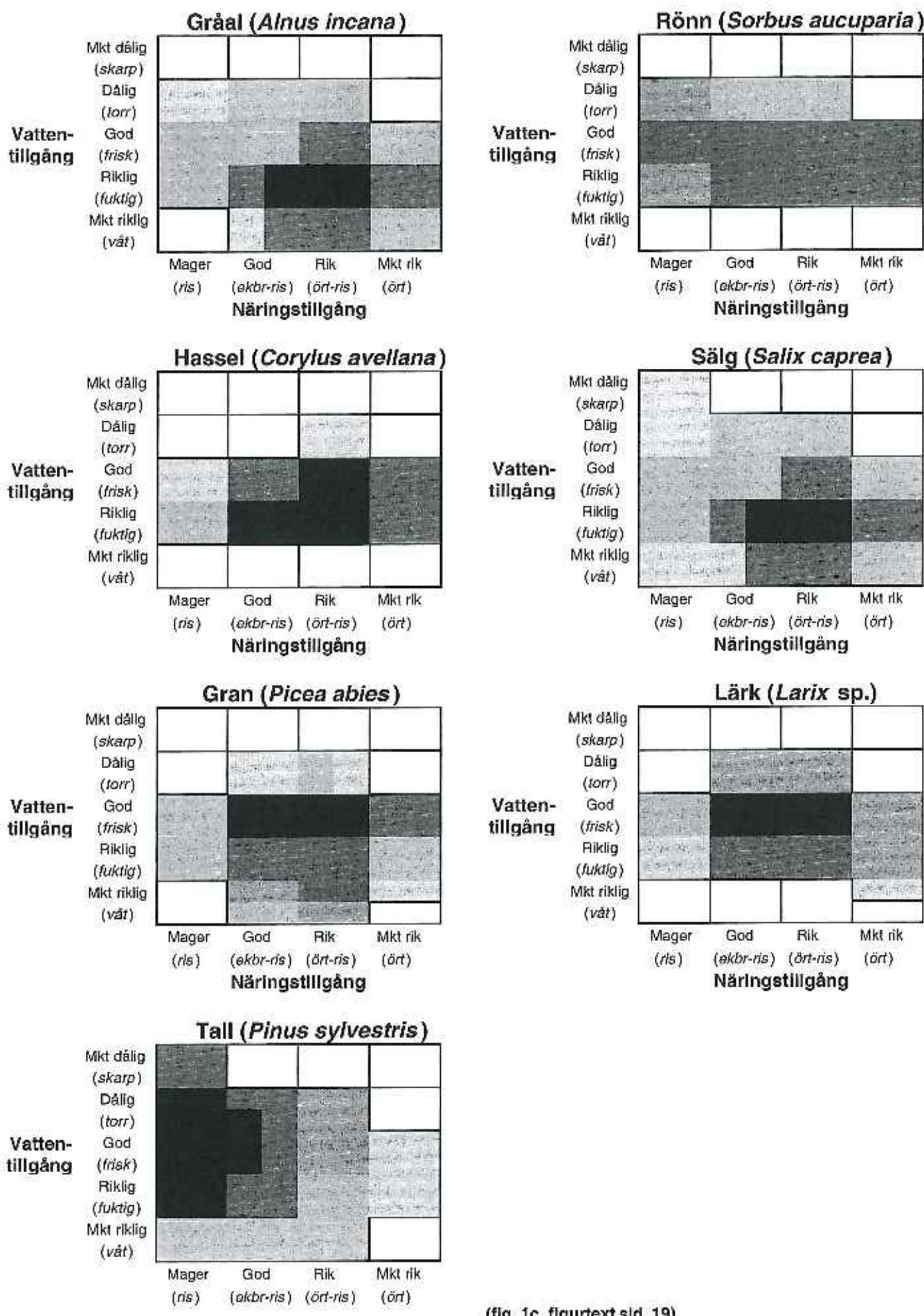
Figur 1.

Schema för ständortsanpassning av trädslag med avseende på arternas förmåga att växa och konkurrera i olika vatten- och näringssituationer. Förutom de sex arter (ek, bok, ask, björk, asp och al) som ingått i projektet (fig. 1a, vänster) har övriga trädslag av värde för skogsbruk och naturvård också inkluderats, eftersom de måste kunna bedömas i olika blandskogssituationer. Därför finns övriga ädellövträd (fig. 1b, ovan) samt övriga lövträd och de vanligaste barrträden (fig. 1c, nästa sida) också medtagna. De mörkaste områdena i schemat markerar stor överensstämmelse mellan lövträdexperterna. Det finns sex olika färgstyrkor.

(fig. 1a, vänster)



(fig. 1c, nästa sida)



(fig. 1c, figurtext sida 19)

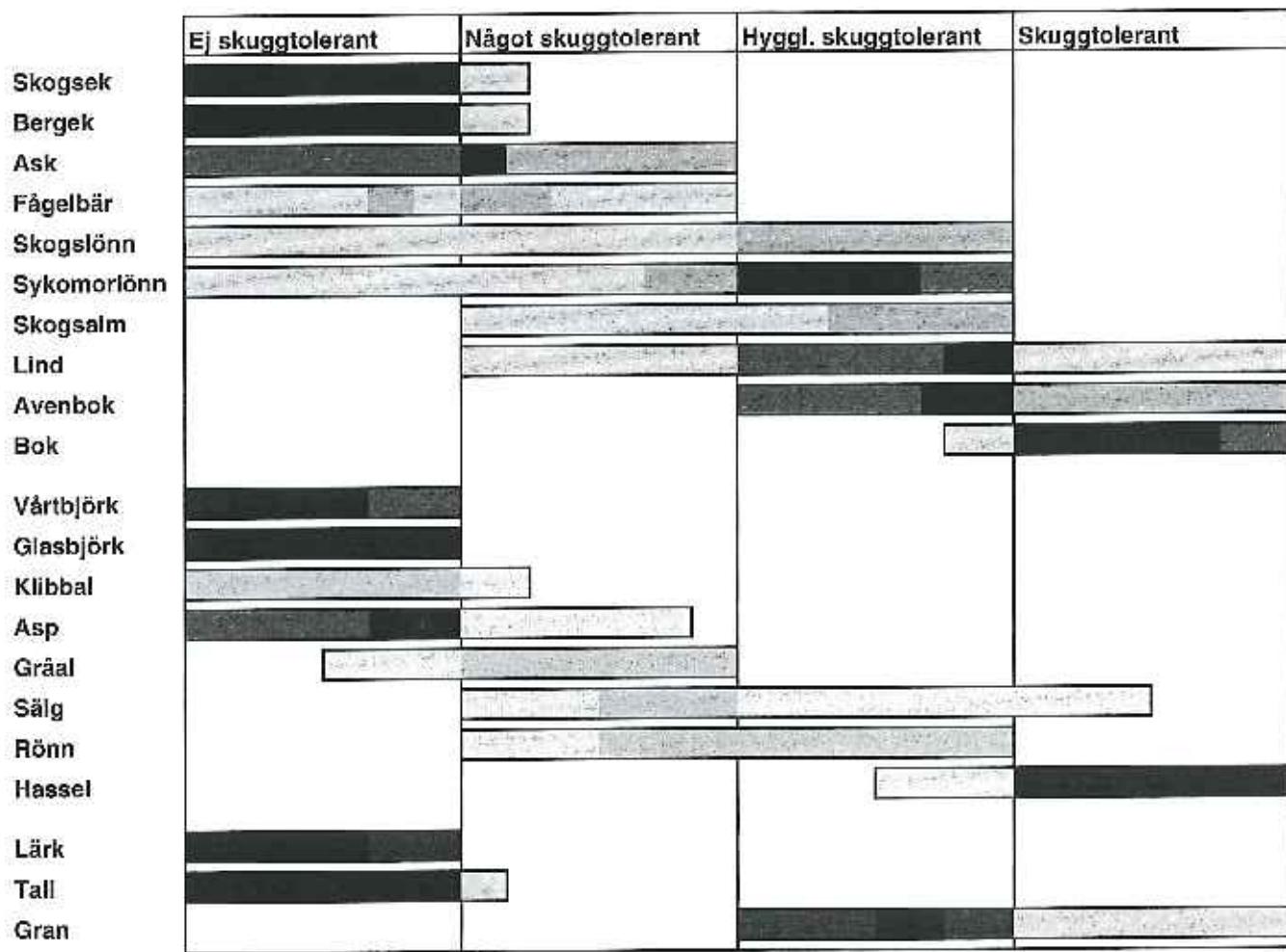
Trädslagens krav på ljus

I en given situation kan man inte enbart ta hänsyn till vilken av besönliga trädarter som bäst gör sig gällande på ständorten, utan man måste också ta i beaktande trädens position i beståndet, d.v.s. om de är härskande, medhärskande, behärskade eller undertryckta. I kombination med trädens genetiska möjligheter att klara beskuggning (figur 2) samt deras kondition och ålder, d.v.s. deras

utvecklingsmöjligheter, kan beslut tas om trädslag och vidare skötsel.

Som framgår av figur 2 är pionjärträdsäg såsom björk, asp, al, tall och lärk överhuvudtaget inte skuggtoleranta. För dessa trädslag kan man tillåta sig en viss kvalitetsdanning via trängselverkan i ungdomsstadiet, men de något äldre träderna måste definitivt ha god tillgång på ljus om man

Skuggtolerans



Figur 2.

Olika trädarters skuggtolerans. Tabellen har utarbetats tillsammans med tidigare nämnda lövskogsexperter. Schemat skall tolkas så att skuggtoleransen under större delen av omloppstiden är att hänföra till det område där markeringen är mörkast. En färgstark markering visar också att experterna i hög grad är överens. Ljusare delar av markeringarna visar att arten har en annorlunda tolerans i t.ex. plant- och ungdomsstadiet och på mer atypiska ständorter. För övrigt kan nämnas att de båda alarterna tål viss beskuggning i ungdomen på goda lokaler. Unga askplantor tål beskuggning, som äldre tillhör de kategorin inte skuggtoleranta träd. Fågelbär tål viss skugga i plantstadiet. Vad gäller rönn går åsikterna isär, så även i litteraturen, se Frivold (1994). Plantor av både skogslönn och sykomorlönn tål relativt kraftig beskuggning.

skall kunna nå ekonomiskt intressanta dimensioner. Gräalen är trots att den är ett urpråglat pionjärträdsdrag något tolerantare mot skugga än klibbalen. Möjligheterna till god dimensionsutveckling försämras dock om röjning och gallring eftersätts. Både ek och ask är mycket ljuskrävande som vuxna träd men klarar skugga i plantstadet. Eken kan växa tätt under en längre tid men ändå bibehålla förmågan att så småningom några dimensioner. Det sker emellertid på bekostnad av omloppstiden som därmed förlängs med kanske hundra år, vilket naturligtvis ruinerar ekono-

miniekskogsskötsel. I gruppen något skuggtoleranta hittar vi, förutom gräalen även fågelbär, som också är mer skuggtolerant i plantstadet än i senare skeden, samt sålg. Ett snäpp mer skuggtåliga är de båda lönnarna (framför allt i ungdomsstadiet), lind, alm och rönn. Våra mest skuggtoleranta trädarter utgörs av bok, hassel, avensbok och gran. Tolkningen av figur 2 är inte alldelvis enkel, bland annat förändras skuggtoleransen med trädets ålder. Det framgår dock vilka trädarter som kan användas i ett underbestånd och vilka som inte klarar en sådan situation.

Beräkningsmodeller

För att kunna göra en god bedömning av vad olika skötselstrategier ger i form av virkesmängder och kvaliteter krävs goda verktyg för att dels bestämma ett trädsvolym och kvalitet, dels förutsäga dess framtida utveckling. I det förra fallet finns ett antal volymfunktioner för olika trädslag att tillgå. Däremot finns få litteraturuppgifter om kopplingen mellan ett trädets arttillhörighet, storlek och skötsel, och det sortimentsutbyte man kan förväntas erhålla. Dyliga uppgifter får till övervägande del hämtas från det praktiska skogsbruket där olika erfarenhetstal tagits fram. Då det gäller prognoser för trädens framtida utveckling har det utarbetats ett antal olika tillväxtmodeller för olika trädslag. Dessa bygger antingen på enskilda träd eller hela beständ. I vårt fall, där beständen ofta är inhomogena och flerskiktade bör vi använda prognoser för enskilda träd och dessutom klassa träden efter deras individuella utvecklingspotential.

Volymfunktioner

För att bestämma volymen av ett träd gäller det att vid praktisk mätning utnyttja enklast tänkbara variabler och ändå erhålla en nöjaktig noggrannhet. Ett minimikrav för att överhuvudtaget kunna göra en vettig uppskattning av volymen är att trädets diameter (oftast brösthöjdsdiameter) och höjd är kända. I många fall förhållas volymbestämningen av svårtyta att krongräns höjden är känd. Inom skogsbruket används omväxlande volymmått på och under bark. Här presenteras funktioner som, via diameter på bark, ger volymer på bark. En del av de refererade arbeteerna har också funktioner som ger volym under bark. För att kunna räkna om diametrar på bark till under bark ges nedan barkfunktioner. För vissa arter finns det flera olika, användbara volymfunktioner och då har samtliga tagits med och redovisats. Förutom funktioner för lövträd behövs även funktioner för gran, tall och lärk, eftersom blandbeständ, där dessa barrträdsdrag ingår, skall kunna hanteras. Nedan följer en presentation av användbara volymfunktionerna för olika trädslag i södra Sverige, d.v.s. Götaland och Svealand (Bilaga 1).

För ek och bok finns funktioner framtagna av Hagberg & Matérn (1975). Man skiljer på genomgående stammar och klykstammar. Stamvolym och grenvolym beräknas separat. All volym där diametern på stam respektive grenar är minst 5 cm under bark är inkluderad. Askfunktioner, som är tillämpbara på alla diametrar, hittar vi hos Eriksson (1973). Även Eriksson skiljer på odelade och delade stammar. För övriga ädellövträd, vilka dock inte primärt

ingår i projektet, har inga användbara funktioner stått att finna.

Björkfunktioner har tagits fram av Näslund & Hagberg (1950) och Brandel (1990). För småbjörkar under 5 cm diameter kan vi använda Anderssons (1954) funktioner. I Norge har Braastad (1967) presenterat funktioner både för småbjörkar ($d < 5$ cm) och större träd, och i Finland finns bl.a. Laasasenahos (1982) funktioner. Gemensamt för björkfunktionerna är att man inte skiljer på värt- och glasbjörk. Det får tolkas som att dessa arter har en mycket likartad stamform. Använtbara asp- och klibbalsfunktioner har utarbetats av Eriksson (1973). Dessa funktioner gäller endast träd grövre än 5 cm. Från Norge finns funktioner för asp med $d \geq 8$ cm (Opdahl, 1992).

Använtbara gran- och tallfunktioner finner vi hos Näslund & Hagberg (1950), Laasasenaho (1982) och Brandel (1990). Småträd under 5 cm hanteras av Anderssons (1954) funktioner. Lärkfunktioner har tagits fram av Carbonnier (utan årtal) och gäller för såväl europeisk, sibirisk som japansk lärk.

Funktioner för att bestämma trädvolymer finner vi även hos Söderberg (1992). Dessa kräver emellertid mycket mera indata än funktionerna ovan och blir något tungarbetade för projektets behov. De bör dock vara med för fullständigheten skull och utnyttjas som kontroll i vissa fall. Söderbergs (1992) formhöjdsfunktioner ger den naturliga logaritmen för formhöjd ($\ln fh$, m). Formhöjden multipliceras därefter med grundytan ($d^2 \times \pi$) / 4 för erhållande av trädets volym. Åtskilliga uppgifter behövs för att åstadkomma detta, men i och med att Söderbergs tillväxtprognoser är mycket användbara för tillväxtsimulering i löv- och lövblandbeständ, är det lämpligt att även formhöjdsfunktionerna redovisas i den här sammanställningen (se Bilaga 2a).

Barkfunktioner

De volymfunktioner som finns tillgängliga använder ibland diametermått på bark, ibland under bark. Eftersom det är enklast att mäta diameter på bark i fält men prislistor och volymberäkningat numera ofta anges under bark är det viktigt att kunna översätta diametermått på bark till under bark. För att göra detta kan man utnyttja barkfunktioner som tagits fram av Ulf Söderberg och Per-Magnus Ekö (Söderberg, 1986). Funktionerna finns för olika delar av Sverige. De som gäller södra Sverige (Götaland och södra Svealand) redovisas i Bilaga 2b.

Tillväxtprognos

Ett av problemen vid framskrivning av bestånd är att de produktionstabeller som hittills upprättats grundas på material som är i bättre skick kvalitets- och skötselmässigt än vad som faktiskt finns i våra skogar. Detta har observerats av bl.a. Eriksson et al. (1997), som i sina produktionstabeller för björk tagit hänsyn till detta och bemödat sig om att finna mer representativa, tillfälliga provwytor som utgångsmaterial. Även Torvald Persson på Södra Skogsägarna har kommit i kontakt med problemet och tvingats revidera sina prognoser med hjälp av närliggande bestånd. Ett annat problem är att de flesta produktionstabeller, oavsett om de hanterar ren bestånd eller blandbestånd, inte kan hantera enskilda träd. För att kunna hantera t.ex. en flerskiktad blandskogssituation, måste det gå att hantera de enskilda träden. Dessa tillhör ju olika kategorier (härskande, medhärskande, behärskade eller undertryckta träd), och måste kunna tillföras en relativ produktionspotential i förhållande till den optimala för lokalen. Ek & Monserud (1979) jämförde tillväxtmodeller baserade på enskilda trädets tillväxt respektive diameterklass tillväxt. De noterade de förstnämnda överlägsenhet att hantera skötselingrepp och föryngringssituationer.

Utmärkande för prognoser som bygger på funktioner grundade på enskilda trädets tillväxt är att man i princip erhåller samma noggrannhet oberoende av skogens sammansättning, d.v.s. trädslagsblandning, ålders- och diameterspridning. Prognoser kan således göras för alla förekommande beståndstyper. Det är också relativt enkelt att beräkna sortimentsurfall, torrsubstans, ekonomiska värden etc. när uppgifter för enskilda träd finns tillgängliga (jfr Söderberg, 1986).

Av tillgängliga tillväxtmodeller har vi valt att presentera de som utarbetats av Söderberg (1986). Skäl till det är bl.a. följande:

- 1) Söderbergs funktioner bygger på material från riks-skogstaxeringen och speglar sälunda reella beståndssituationer i Sverige.
- 2) Funktionerna är utarbetade för det enskilda trädet.
- 3) I stort sett alla trädslag av intresse för oss finns medtagna och kan hanteras.
- 4) Funktionerna tar enligt Söderberg hänsyn till trädets framtid utvecklingspotential, d.v.s. undertryckta träd kommer i modellen att växa särre efter gallring än dominerande träd.

Tillväxtfunktionerna omfattar tall, gran, björk, bok, ek och övriga lövträd och presenteras i Bilaga 2c. För övriga lövträd finns sedan en korrigeringstabell för respektive art (Bilaga 2d). Tillväxtfunktionerna skattar trädens grundytet tillväxt under 5 år med hjälp av träd-, bestånds- och ständortsparametrar. Med hjälp av formhöjdsfunktionerna (Bilaga 2c) kan sedan volymen beräknas. Söderberg har även utarbetat en självgallringsfunktion att användas för oglärdet bestånd (Bilaga 2c). Ovannämnda funktioner hos Söderberg grunderat sig på helt oskadade provträd. Skadade träd kan emellertid behandlas separat för gran, tall och björk, och olika skadtypers reduktion av tillväxt kan

kvantifieras (Bilaga 2f). Man kan konstatera att skadade träd i medeldel har ca 20 % lägre tillväxt än friska träd samt att tillväxtredssättningen naturligtvis varierar med skadetypen. Tabellen uppvisar också en del mindre trörliga värden där skadade träd växer bättre än oskadade. Detta beror på små datamaterial och att växtligare träd uppvisar större skadefrekvens än sämre växande. Värden över 100 % tar man således ingen hänsyn till, och reduktion av tillväxten sker bara där skadan har givit en negativ effekt.

Andra tillgängliga, svenska tillväxtmodellerna som kan utnyttjas är de som utarbetats på beståndsnivå av Agerstam (1985) för blandskog av tall, gran och björk, och av Ekö (1985) för både trädslagsrena och blandade bestånd med en medelhöjd över 8 m. Nyligen utvecklade Perala et al. (1996) en tillväxtmodell för asp på norra halvklotet, d.v.s. både den europeiska och den amerikanska aspen ingår. Modellen baseras på beståndssdata och hanterar även utfall i form av volym användbart virke då minimidiometrar angivits.

Sortiments- och kvalitetsutbyte

Det stora problemet vid värdering av befintliga och framtidiga träd är möjligheterna att teoretiskt aptera träden i olika sortiment och kvaliteter. Från vetenskaplig håll är materialet i Sverige magert. I Finland har bl.a. Oikarinen (1983) beräknat sortimentsutbytet hos plantageodlad vårtbjörk i landets södra del. Beräkningarna har gjorts för olika ständortsindex och uppdelning av stamvolymen har skett i faner och fiberved. Förutsättningarna för att beräkningarna skall vara giltiga är att bestånden sköts enligt de gallningsrekommendationer som ges. Hiskanen (1957) undersökte sortimentsurfallen hos naturligt föryngrad vårt- och glashjörk på fastmark och torvmark i Finland. I Canada har Perala (1978) studerat sortimentsutfallen hos den amerikanska aspen och senare utvecklat en tillväxt- och utfallsmodell som även omfattar den europeiska aspen (Perala et al. 1996). Problemen med de utländska studierna är att sortimenten och deras gränser inte överensstämmer med de som finns i Sverige. Det finns därför ett stort behov av att utarbeta liknande mallar/modeller för de viktigaste lövträden i vårt land.

En viktig ingrediens för att snabbt kunna utföra värderingar av stående träd är att det finns tillgång till avsmalningsfunktioner för olika trädslag och skötselinslag. Andersson (1996) utvecklade avsmalningsfunktioner för tre olika

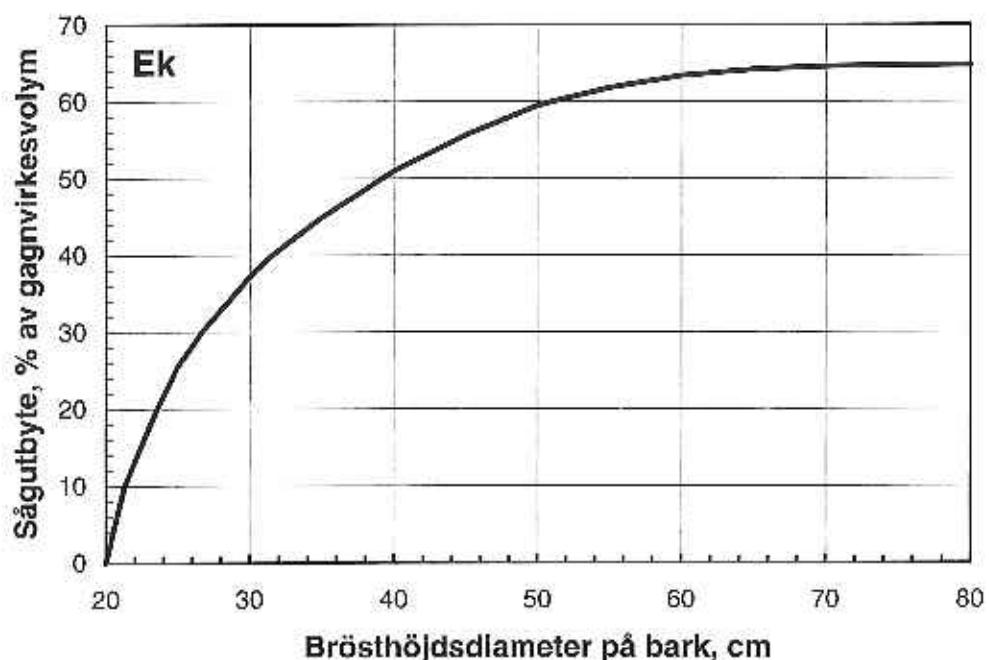
Tabell 2.
Brösthöjdsdiameterns betydelse för timmerutbytets kvalitet i skötta ekbestånd.
Från Persson & Rytter (1998).

| Diameter, cm i brn pb | Faner | A | B | C |
|-----------------------|-------|----|----|----|
| 32 | 0 | 20 | 45 | 35 |
| 40 | 0 | 30 | 48 | 22 |
| 50 | 0 | 35 | 46 | 19 |
| 60 | 6 | 39 | 40 | 15 |
| 75 | 25 | 40 | 24 | 11 |

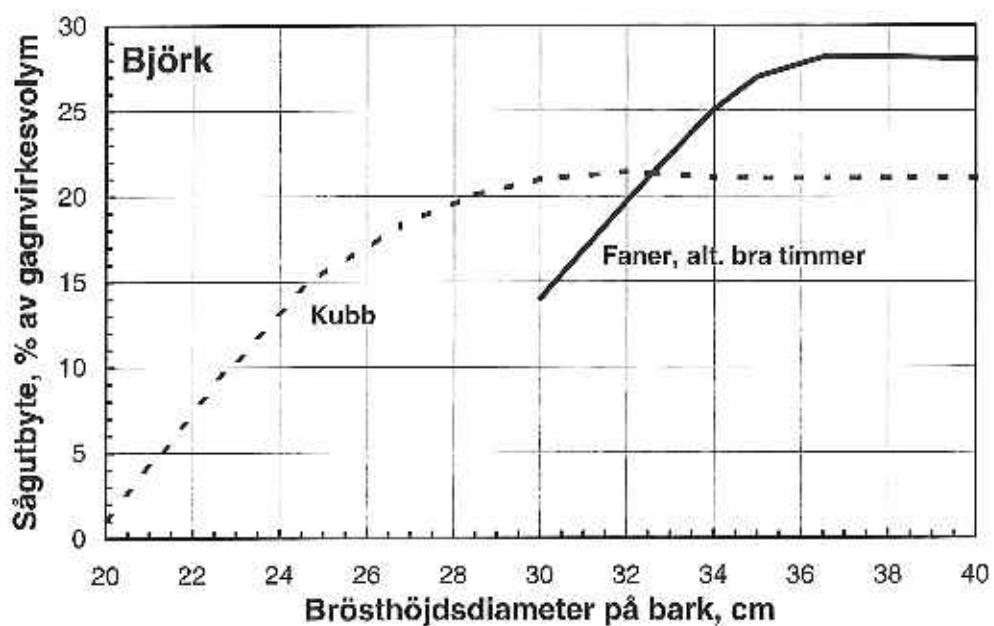
ektyper på ett material från Västergötland. Eftersom dessa data är geografiskt begränsade behövs emellertid fler studier för att få fram funktioner som är rikstäckande. Avsmalningsfunktioner för björk har tagits fram i Finland av Laasasenaho (1982). Underlagsmaterialet består av 863 träd i höjdintervallet 2–30 m spridda över hela landet. Trincado et al. (1996), som också utvecklat avsmalningsfunktioner för ek, bedömde att avsmalningsfunktioner i

många fall blir av högre kvalitet om de använder krongränshöjd i stället för trädets totala höjd. Att utnyttja krongränshöjd ansågs särskilt relevant i situationer där sågbara varor är skogsskötselns huvudinriktning.

På Södra Skogsägarnas Region Syd har Torvald Persson upprättat figurer och tabeller för såguthyte hos ek, björk och klibbal (figur 3–5, tabell 2). För björk och klibbal kan kurvorna anses motsvara träd som kvalitetsmässigt



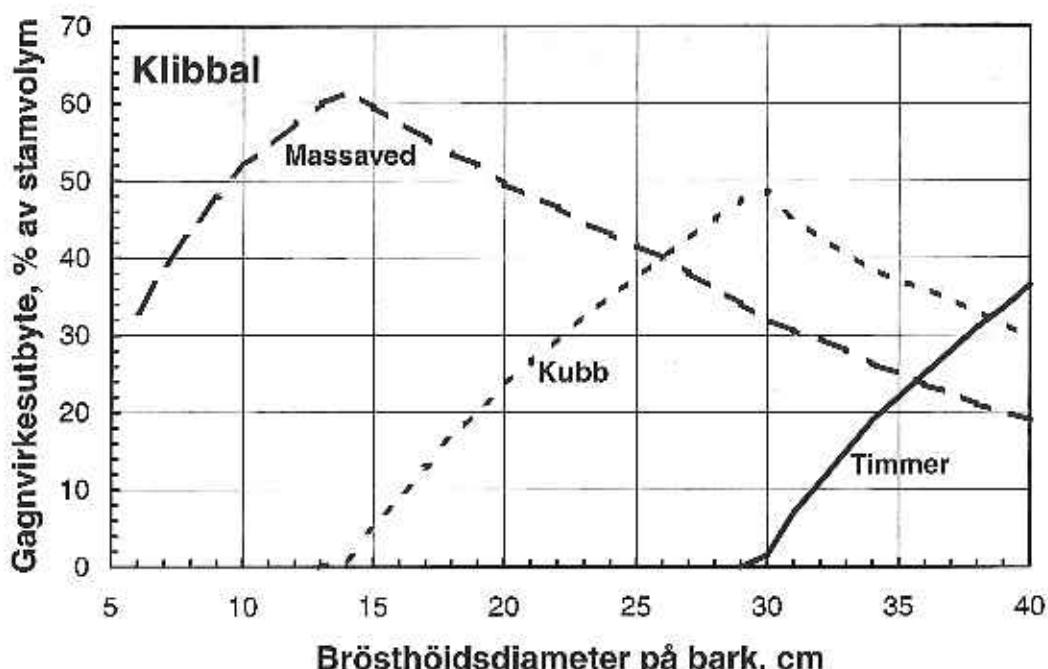
Figur 3.
Såguthyte av gagnvirkesvolymen i sköpta ekbeständ. Utbytet utöver timmer förutsätts säljas som bränsle. Från Persson & Rytter (1998).



Figur 4.
Utbyte av sågråvara från kontinuerligt sköpta björkbestånd (ständortsindex ~ B28). Från Persson & Rytter (1998). Exempel: Vid brösthöjdsdiametern 32 cm kan man förvänta sig att av gagnvirkesvolymen få 21 % kubb, 20 % timmer och 59 % massaved.

tillhör den bättre kvartilen av i dag förekommande träd, och som är ett resultat av en relativt extensiv skötsel. Utbyteskurvan och kvalitetsdiagrammet för ek motsvarar ett medeltal av den bättre hälften av ekar i södra Sverige. Spridningen i kvalitet mellan individuella träd var relativt stor. Från AB Gustaf Kährs avverkningsstatistik (Kenneth Arvidsson, pers. meddel.) anges en medeldiameter på avverkade ekstockar på 27–28 cm på bark i topp. Ur dessa siffror är det tyvärr inte möjligt att avläsa den totala

trädvolymen från vilket timret tagits men väl förhållandet mellan olika kvaliteter i sågutbytet. Ektimret hade under avverkningssäsongerna 1994/-95 och 1995/-96 en fördelning mellan olika kvaliteter enligt följande: 21 % A-klass, 50 % B-klass och 28 % C-klass. Fanerandelen låg på mellan en halv och en procent. Efter att det nya sortimentet Kährstimmer införts har man under säsongen 1995/-96 erhållit följande andelar ur ektimret: 69 % betalningsgrundad volym, 1 % fanervolym och 30 % avdragsvolym.



Figur 5,

Såg- och massavedsutbyte för klippbal i kontinuerligt skötta bestånd på bördiga lokaler (bonitet I-II). Sågutbytet måste justeras ned om antalet träd som är krokiga eller har rödkärna (>20 % av diametern) överstiger 10 % av det totala antalet i ett bestånd.

Från Persson & Rytter (1998).

Skötsel av rena bestånd eller blandbestånd med lövträd

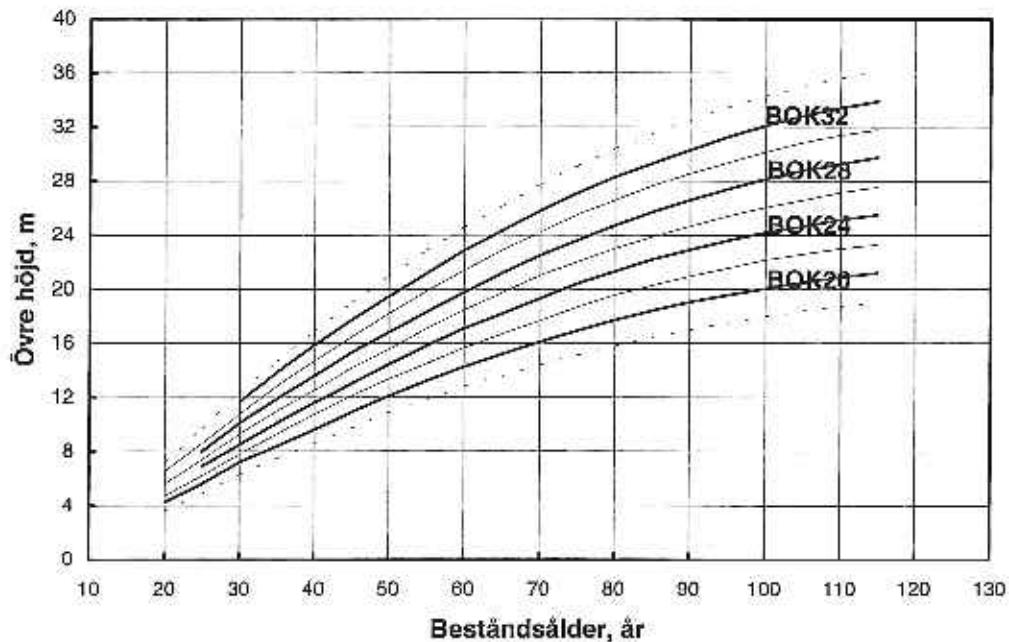
De skötselmodeller som finns tillgängliga i dagsläget ger generellt sett rekommendationer för trädslagsrena bestånd som tidigt ågnats en god skötsel. Dessa modeller förutsätter välvskötta bestånd där stamantalet per hektar skall vara i nivå med vad som anges i tabellerna. Tyvärr är den verkliga situationen ofta annorlunda. Det är vanligt att bestånden innehåller mer än ett viktigt trädslag och i många fall är bestånden inte skötta enligt rekommendationerna utan är betydligt tätare, mer flerskiktade eller ojämnnare än vad som kan hanteras i tabellerna.

I följande avsnitt sker inledningsvis en presentation av de befintliga traditionella skötselprogrammen för rena bestånd, varefter blandskogsskötsel behandlas och kommenteras. När det gäller skötsel av blandbestånd där lövträd ingår samt inoptimalt omhändertagna bestånd hänvisas även till handledningen "Lönsam lövskog – steg för steg" (Rytter & Werner, 1998), som utarbetats inom projektet. Där har ett flödesschema upprättats, vilket skall tjäna som underlag för beslut om skötsel och naturvård av bl.a. blandade och flerskiktade bestånd. Handledningen kan naturligtvis även tillämpas i de mer traditionella trädslagsrena bestånd som presenteras nedan.

Trädslagsrena bestånd

Med trädslagstena bestånd avses här, analogt med vad som definieras som barrskog, ädellövskog etc. (Berg et al. 1996), bestånd där en art ensam utgör $\geq 65\%$ av grundytan och där skötseln är inriktad på att sköta och gynna detta trädslag. Därav följer att om ingen artutgör 65 % eller mer så betecknas beståndet som blandskog. Lövblandskog och barrblandskog utgörs till 65 % eller mer av lövträdsarter respektive bariträdsarter. I det som vi framdeles betecknar som blandskog utgör varken barr- eller lövträd 65 % eller mer av grundytan. Det betyder att vi även i ett trädslagstrent bestånd ofta har inslag av andra arter som på ett icke obetydligt sätt kan bidra till att stärka beståndets ekonomi och därför bör beaktas. För att lättare kunna utnyttja de skötselmodeller som presenteras nedan återges boniteringstabeller för lövträd. De för bok och ek finns tillgängliga i bl.a. Praktisk Skogshandbok (Sveriges Skogsvårdsförbund, 1994, figur 6–7). Nyligen har Johansson (1996) utarbetat höjdutvecklingskurvor för asp (figur 8) och Eriksson et al. (1997) har reviderat höjdutvecklingskurvorna för björk (figur 9).

BOK, höjdutvecklingskurvor

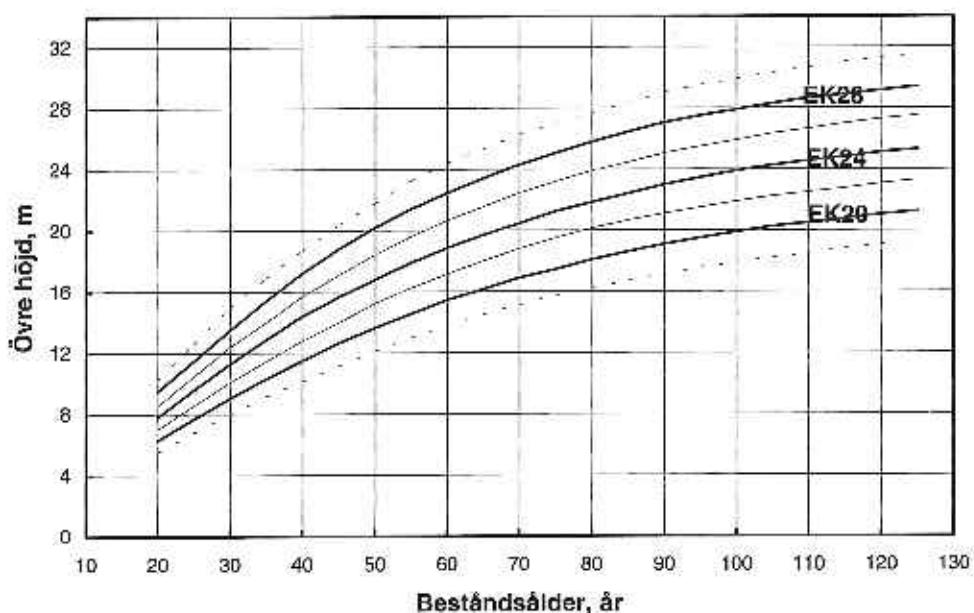


Figur 6.
Höjdutvecklingskurvor för bestämning av bonitet enligt H100 (övre höjd vid 100 års beståndsålder) i bokbestånd.

Enligt nya undersökningar av Karlsson et al. (1997) har produktionen hos planterad björk på tidigare åkermark i Götaland och Svealand visat sig vara betydligt högre än i naturliga föryngringar på skogsmark. Det gör att de höjdutvecklingskurvor och tillväxtfunktioner som i dag

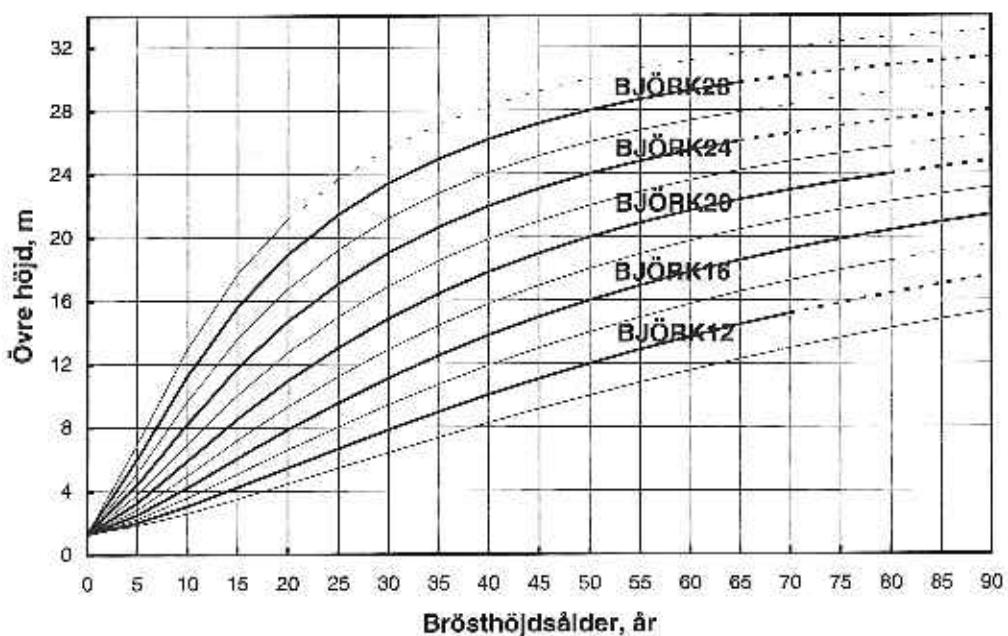
finns tillgängliga för björk, och som gäller naturlig föryngring på skogsmark, måste omarbetas för att rätt kunna hantera och simulera tillväxt hos planterad björk på tidigare åkermark.

EK, höjdutvecklingskurvor



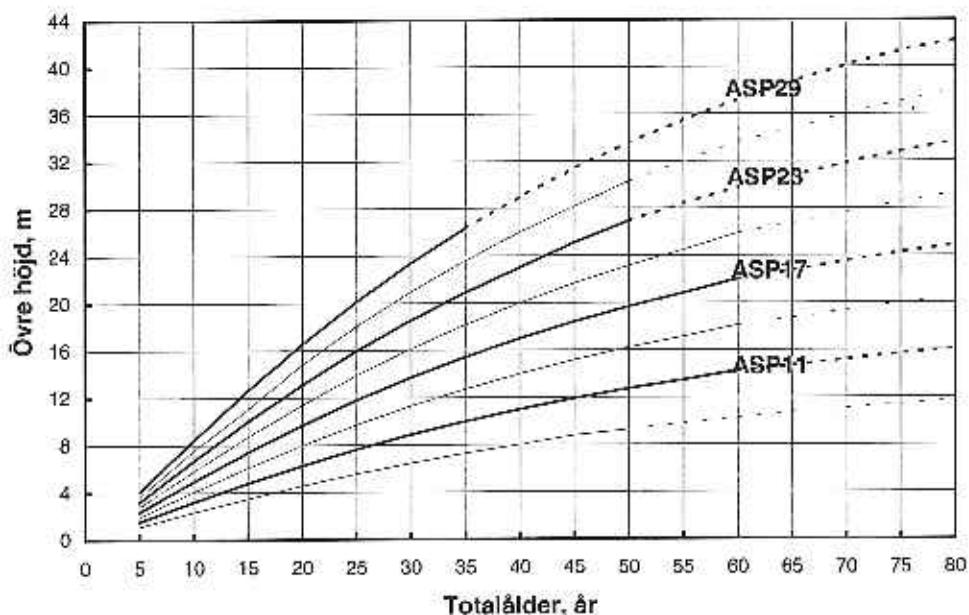
Figur 7.
Höjdutvecklingskurvor för bestämning av bonitet enligt H100 (övre höjd vid 100 års beståndsålder) i ekbestånd.

BJÖRK, höjdutvecklingskurvor



Figur 8.
Reviderade höjdutvecklingskurvor (Eriksson et al. 1997) för bestämning av bonitet enligt H50 (övre höjd vid 50 års brösthöjdsålder) i björkbestånd.

ASP, höjdutvecklingskurvor



Figur 9.
Höjdutvecklingskurvor för bestämning av bonitet enligt H40 (övre höjd vid 40 års totalålder) i aspbeständ (Johansson, 1996).

Bok

Bokskogsskötseln bör inriktas på att fram till slutavverkning åstadkomma över 50 cm grova och raka stammar som är kvistrena på de nedre 6-8 metrarna. Detta tar 110–120 år på hättre boniteter, vilka då innehåller 150–200 stammar per hektar. Normalt sett stamkvistar man inte bok utan förlitar sig på god kvistrensning genom att inledningsvis hålla bestånden slutna. Eftersom boken är skuggtålig låter detta sig göra, men man måste ändå vara observerant så att bestånden inte blir överslutna och man därigenom förlorar produktion hos framtidsstammarna. Den nuvarande äldre bokskogen har i allmänhet inte den kvalitet som är möjlig att uppnå (Gabrielsson, 1996). Övervällningen av kvist har skett alldeles för sent, ofta inte förrän stammen haft en diameter på närmare 30 cm. För att få stor andel kvistrent virke i framtidens stockar, bör övervällningen vara klar på första och andra stocken vid 10–15 cm. Prisskillnaden mellan dåligtsskött och välskött bokskog är inte så stor som för ekskog men skillnaden i slutavverkningsnetto blir ändå ca 100 000 kr/ha på de bästa bokboniteterna (Møller Madsen, 1994). Eftersom röjningar i ung bokskog är kostsamma har Ekö et al. (1995) studerat mindre arbetsintensiva röjningsstrategier i ungskog. De föreslår en tidig röjning där vargar och dåliga större stammar avlägsnas varpå man avväktar tills en säker kvalitetsbedömning kan göras av de sex nedersta metrarna av stammen. Då reduceras stamantalet till 1 400 per hektar. Enligt författarna ger detta program för

ungskogliga hög produktion och kvalitet som det normala skötselprogrammet där flera röjningsingrep utförs. En annan möjlighet är att försöka få en inkomst på de tidiga röjningarna genom att tillvarata och flisa de bortröjda stammarna. Ett sådant alternativ bör studeras närmare.

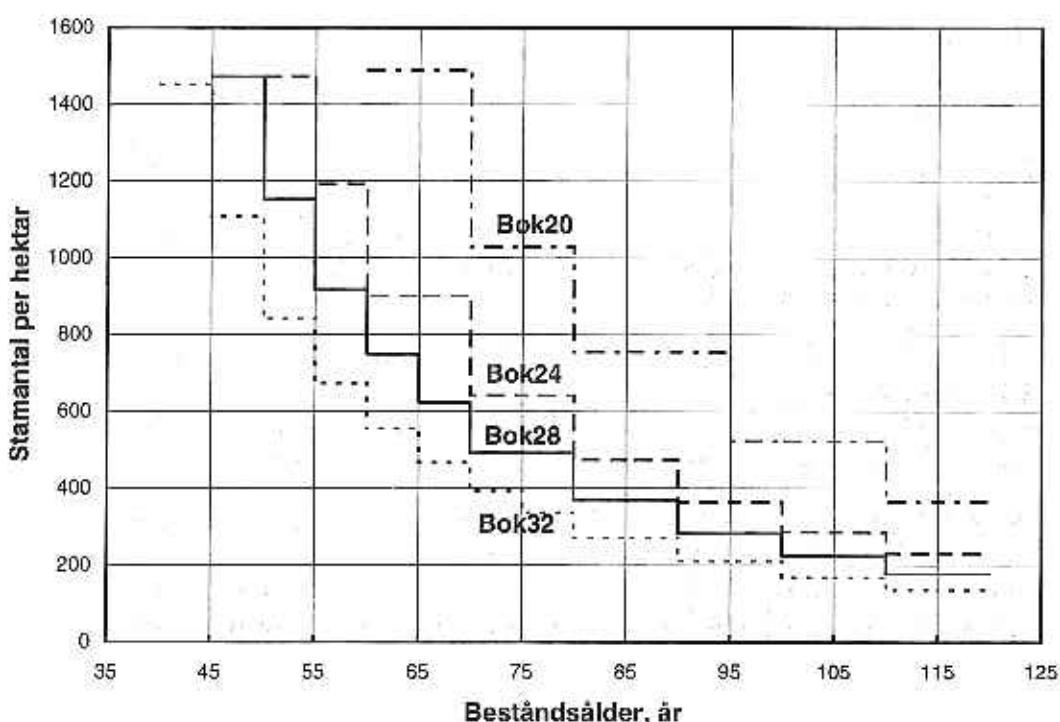
Vid en jämförelse av förekommande skötselmodeller för bok kan man se en ganska god överensstämmelse vad gäller omloppstiden och antalet stammar (tabell 3). Trenden har dock varit att försöka korta ned omloppstiden genom kraftigare gallringsuttag för att på så sätt snabba ner grova dimensioner på kvarvarande träd. Studier där man genom stark gallring snabbt försöker få fram grova dimensioner av god kvalitet i bokbestånd pågår bl.a. i Frankrike (Le Goff & Ottolini, 1993). Som exempel på skötselmodeller som är anpassade för svenska förhållanden och som används i dag återges Carbonniers (1971) gallringsprogram A, d.v.s. det alternativ där gallningsintervallen är korta, för olika boniteter (figur 10–12). Om målet med bokskogsskötsel är att på 120 år uppnå en brösthöjdsdiameter av minst 50 cm är det bara på de bästa boniteterna, Bok30 och över, som det är möjligt. Detta verkar vara ett krav i kraftigaste laget men visar också att virkesproducerande bokskog är hänvisad till de mycket goda boniteterna, och inte kan rekommenderas på magrare marker. I Danmark har Holten-Andersen (1986) studerat tillväxt och ekonomi i cyklik bokskogsskötsel, d.v.s. återväxt via naturlig föryngring, på en bonitet motsvarande en medelproduktion på ca 10 m³/ha och år. Ett alternativ med 93-årig omloppstid och 27-årig

föryngringsfas, Bok (60–93), jämfördes med ett mera vanligt förekommende alternativ med 110-årig omloppstid och 20-årig föryngringsfas, Bok (90–110). Vid en realräntenivå på upp till 3 % var Bok (90–110) att föredra ekonomiskt, medan vid högre räntenivåer Bok (60–93) var fördelaktigare. Som kan förstås av det ovan nämnta är det normala sättet att få ny bokskog att utnyttja naturlig föryngring. Det betyder att man avslutar en omloppstid

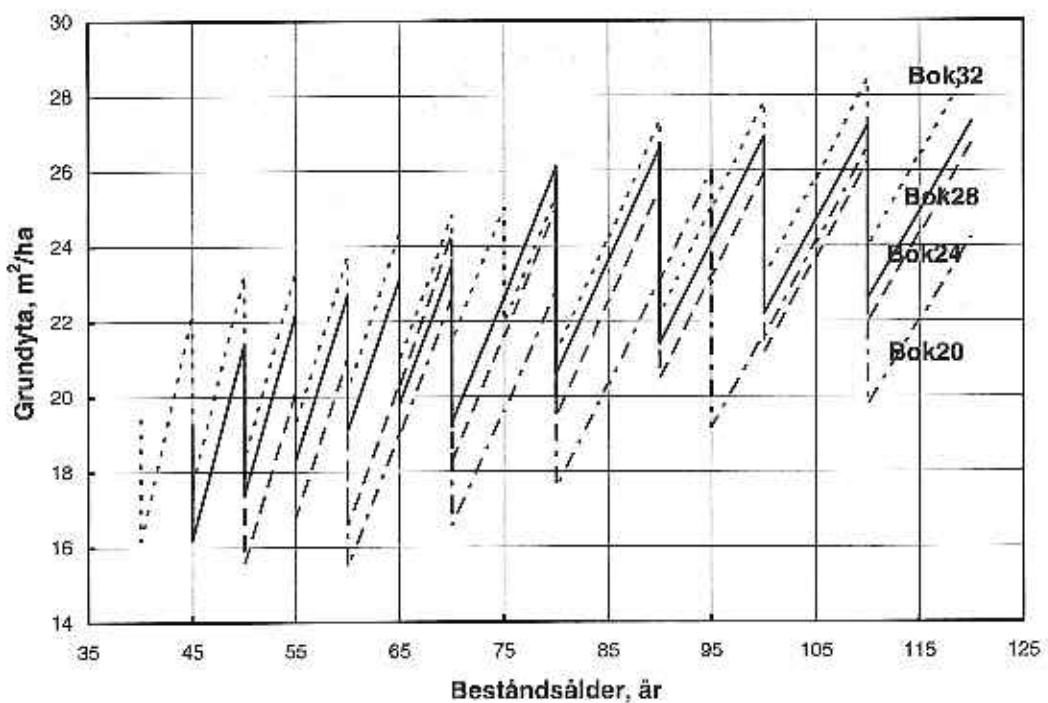
meden 10–20-årig avvecklingsperiod då de mognaträden successivt avverkas. Nyligen har Ahbe et al. (1996) presenterat en skötselmodell för bok (tabell 4, sid. 32–33) utifrån förhållanden i Thüringer Wald i östra Tyskland. Modellen ger biologiska riktlinjer med endast ett fatal siffervärdet och inriktas mycket på kvalitet, varför dimensionsutvecklingen inte torde bli den maximala.

Tabell 3.
En jämförelse av stamantal och omloppstider hos publicerade skötselmodeller av bok. Jämförbara goda boniter (ca 9 m³/sk per ha och år) har sorterats ut.

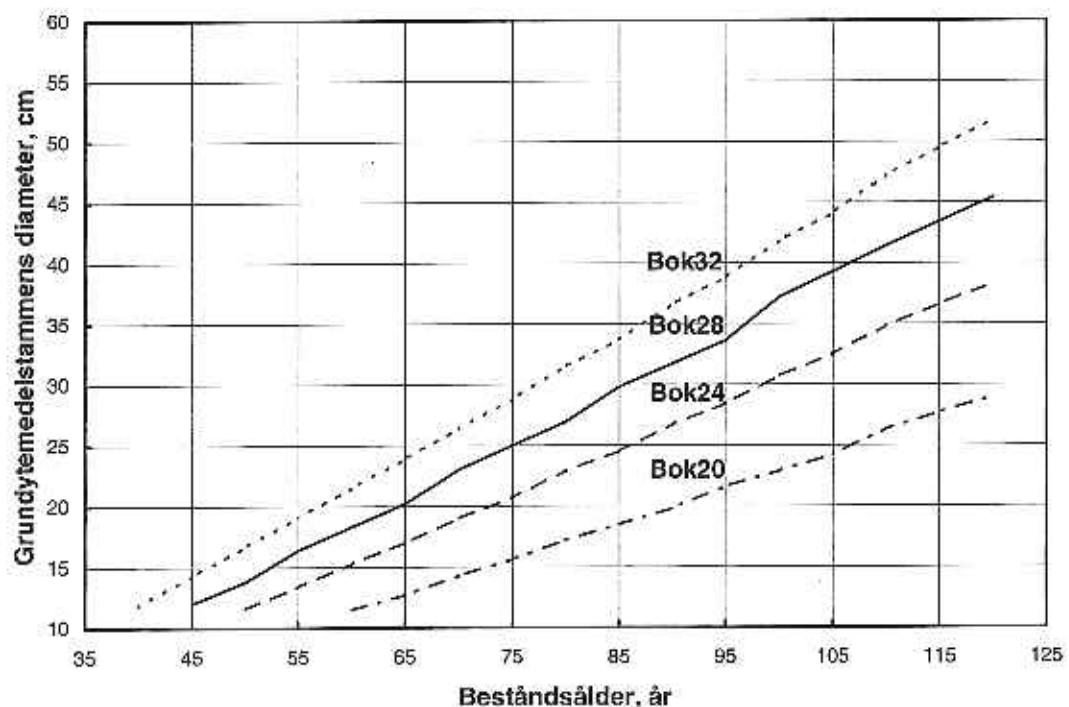
| Referens och nationalitet | Bonitetsklass | Slutavv. ålder (år) | Stamantal per ha vid | |
|----------------------------|-------------------|------------------------|----------------------|----------|
| | | | 100 år | slutavv. |
| Møller, 1933, Danmark | III | 120 | 237 | 149 |
| Petrini, 1938, Sverige | II | 120 | 271 | 202 |
| Løvengreen, 1951a, Danmark | II | 120 | 242 | 178 |
| Schober, 1967, Tyskland | II (normal gallr) | 150 | 448 | 188 |
| " " | II (stark gallr) | 150 | 319 | 119 |
| Carbognier, 1971, Sverige | Bok32, progr A | 120 | 169 | 137 |
| " " | Bok32, progr B | 120 | 143 | 143 |
| Persson, 1996, Sverige | ca Bok32 | 100–110 | 150–200 | 150–200 |



Figur 10.
Stamantal efter gallring vid bokskogsskötsel enligt Carbogniers (1971) gallringsprogram A med tätare intervall mellan ingreppen.



Figur 11.
Grundyteutvecklingen (m² per ha) vid bokskogsskötsel enligt Carbonniers (1971) gallringsprogram A med tät intervall mellan ingreppen.



Figur 12.
Grundytemedelstammens diameterutveckling i brösthöjd (cm) vid bokskogsskötsel enligt Carbonniers (1971) gallringsprogram A med tät intervall mellan ingreppen.

Tabell 4.
Bokskötselmodell för Thüringer Wald framtagen av Ahbe et al. (1996).

| Utvecklingsstadium | Plantskog | Röjningsskog | | | Ungskog |
|------------------------------|--|--|---|---|--|
| Beständets övre höjd | upp till 2 m | >2 – 5 m | >5 – 7 m | >7 – 10 m | >10 – 18 m |
| Skötseltyp | Plantskogsskötsel Obligatoriskt | | Röjning Valfritt | Röjning Obligatoriskt | Tidig gallring |
| Åtgärder | Negativt urval | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Borttagning av vargar • Röjning av konkurrerande barrplantor • Eliminering av förväxlande och konkurrerande klykträd • Reglering av andra förekommande trädslag | <p>Skötselvila</p> <p>Anläggning av stickvägar</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingrepp endast nödvändigt om planröjningen försummats • Borttagning av vargar och klykträd • Främjande av ädellövarter • Blandskogsreglering | <ul style="list-style-type: none"> • Röjningen inriktas på att ta bort negativa beståndselement • Endast extensiva ingrepp • Uppnå rätt beståndstäthet | <ul style="list-style-type: none"> • Höggallringslik selektion. Skötsel skall gynna behärskade träd • Utsyning av huvudstammar (200–250 st/ha) och gynnande av dessa genom att avlägsna de starkaste konkurrenterna • Fortsatt gynnande av ädellöv genom riktad kronskötsel, blandskogsreglering • Lägre kronkonkurrens men utan längre avbrott från full kronslutet |
| Mål | Val av framtida beståndsmedlemmar | | Gynnande av höjd tillväxt | | |
| Antal ingrepp | <ul style="list-style-type: none"> • Bok • Ädellöv | 1 1 (2) | 1 (2) | 1 | 1–2 per årtionde 1–2(3) /årtionde |
| Antal huvudstammar (Z-Bäume) | | | | | 200–250 |

Ek

Målet med ren ekskogsskötsel är i allmänhet att inom 100–140 år få fram 60–70 cm tjocka ekar av högsta möjliga kvalitet, d.v.s. 6–8 m kvistren stam. Antalet stammar varierar då beroende på bonitet och omloppstid mellan 45 och 60 per hektar. För att nå de nämnda diometrarna krävs att gallringar genomförs ofta och med stor styrka från tidig ungdom och framåt.

Historiskt sett finner man att det i Sverige och Danmark generellt sett förordats starkare ingrepp, med ett lägre stamantal per hektar, än vad som varit fallet nere på kon-

tinenten. Detta kan t.ex. åskådliggöras genom att se på hur många stammar som finns i beståndet i de olika skötselmodellerna på jämförbara goda boniter (tabell 5). Här avviker Jüttner (1955) i Tyskland med en slutavverkningsålder på 200 år då fortfarande över 80 ekar finns kvar per hektar. Det framgår också att Möller (1933) och Bornebusch (1948) rekommenderar svagare gallringar än vad som senare blir praxis i Sverige och Danmark. Som exempel på för sydsvenska förhållanden lämpliga skötselmodeller för ek återges här Carbonniers (1975) gallringsprogram A för boniteterna Ek28, Ek24 och Ek20 (figur 13–15). Om

| Timmerskog | | |
|--|---|---|
| >18 m | >18 m | >18 m |
| Ljushuggning | Normal gallring | Fram till inledande föryngringsfas |
| Positivt urval | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Friställning av huvudstammar • Tid för friställning av goda blandträder • Utag av kvarvarande dåliga träd • Erhållande av ett underbestånd • Avbrott i kronslutenhet | <ul style="list-style-type: none"> • Ofta återkommande ingrepp med låg gallringsstyrka • Tid för friställning av goda blandträder • Låt trädgrupper utgöra gallringsenheter • Minska kronkonkurrensen | <ul style="list-style-type: none"> Huggningsupphåll <p>Kronslutenhet</p> |
| Gynnande av dimensionsutveckl. | | |
| 1–2 per årtionde | 2 per årtionde | |
| 120–160 i slutstadet | 120–160 i slutstadet | |

mål är att på 130 år kunna få i brösthöjd 60 cm tjocka ekar, vilket bl.a. motiveras av dagens prislistor, kan man utnyttja Carbonniers modeller och via bonitet och finjordshalt upprätta en ungefärlig linje under vilken ekskogsskötsel inte är att förorda, eftersom man inte på rimlig tid kan uppnå önskade dimensioner (figur 16). Carbonnier visade i sina studier att hänsynstagande till finjordshalten, d.v.s. alla kornstorlekar mindre än 0,06 mm, i kombination med höjdboniteten starkt minskade variationen i funktionerna. Det är alltså på de bättre boniteterna där finjordshalten är hög som ekskogsskötsel kan bedrivas

med ekonomisk framgång. Enligt Möller Madsen (1991) bör man gå ännu hårdare fram än vad Carbonnier anger, och inte tillåta grundytan att överstiga 10–11 m²/ha före 50 års ålder. Försök som avser att jämföra ekens maximala diameterutveckling med Carbonniers program pågår (Agestam et al. 1993). Hypotesen är här, och i överensstämmelse med Möller Madsen ovan, att man genom hårdare gallringar än vad som ges av Carbonnier kan få en högre dimensionstillväxt på huvudstammarna. Från ett brittiskt experiment (Kerr, 1996) har stark gallring, även kallad fri tillväxt givit en medeldiameter på 39 cm efter 58 år, medan man genom ordinär krongallring endast nått 29 cm diameter på samma tid. Den starka gallringen gav inte upphov till större andel splintved än den vanliga gallringen. Genom stark gallring har man således ökat dimensionsutvecklingen avsevärt, även jämfört med i dag förekommande skötselmodeller.

Enligt den härskande svenska skötselmodellen utses man ca 50 huvudstammar och lika många reservstammar då beståndet nått 8–9 m höjd. Skötseln inriktas sedan på att gynna dessa trädets utveckling. Det är viktigt att utse reservstammar, eftersom ekern även fortsättningsvis skiftar sig (jfr Holten & v. Diest, 1996), och då man kommer att förlora vissa av huvudstammarna till en lägre social rang i beståendet. Ekers benägenhet att skifte social status (dominans) är en av orsakerna till att man i Tyskland väntar längre med att utse huvudstamar, s.k. Z-Bäume (jfr Spellmann & v. Diest, 1990).

Enligt en av landets främsta ekskötare, Erik Ståål, bör man hela tiden observera ekkronornas utbredning och se till att kronorna hos huvudstammarna aldrig hindras i sin utveckling. En annan viktig åtgärd som också bör vidtagas för att uppnå hög kvalitet är stamkvistning av huvud- och reservstammar. Denna sätts helst innan trädets diameter passeras 14 cm (Ståål, 1986; Persson, 1996), görs till maximalt halva trädets höjd och utförs på vårvintern. Eventuell vattenskott avlägsnas årligen på hösten före lövfällningen. I Storbritannien finns en modell för stark gallring av ek (Kerr, 1996), där man har som mål att på under 100 år producera en stor andel fanerstock. Instruktionerna är

- 1) att välja ut 60–80 dominerande stammar av god kvalitet, som är jämmt spridda i beståendet, då medelhöjden blivit 8 m,
- 2) att gallra bort alla träd vars kronor kommer inom en fjärdedels avstånd av medelkronbredden hos det utvalda trädet,
- 3) att stamkvista och ta bort vattenskott upp till 6 m höjd,
- 4) att upprepa gallring runt utvalda stammar med 3–5 års intervall för att behålla kronans fria utrymme.

Kerr påpekar nödvändigheten av stamkvistning i detta skötselalternativ. Om åtgärden uteblir riskerar man att i slutänden erhålla brännved i stället för den värdefulla fanerkvaliteten.

I äldre bestånd med träd av sämre kvalitet är det ofta lämpligast att reducera gallringsingreppen och förkorta slutåldern. Eftersom en stor del av vuxna ekar uppkommer och växer blandad med andra trädslag, gäller det att i tid inriktar skötseln på ekarna där ständortsförhållandena är lämpliga

(Ståål, 1994). Kravet för att man i slutet av omloppstiden skall ha ett ekbestånd är att det finns 40–50 bra ekar per hektar som snabbt kan utveckla sina kronor efter gallring. Ett annat minimikrav är också att en gallring med inriktning på att gynna de bra ekarna senast utförs då dessa är 40 år gamla.

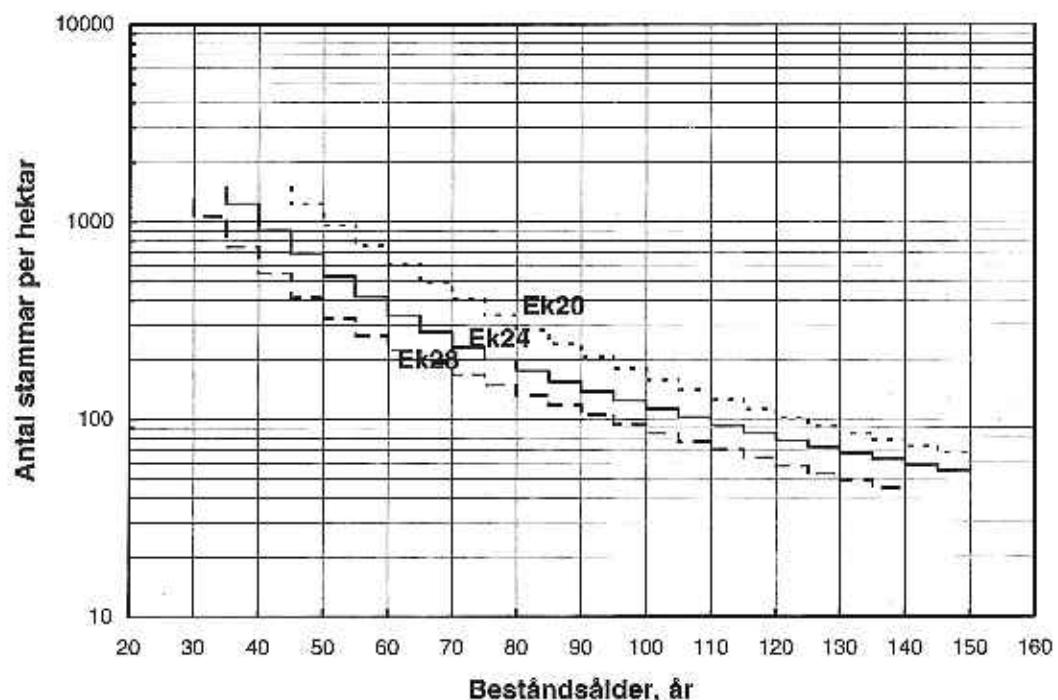
Skillnaden i slutavverkningsnetto mellan ett välskött och ett dåligt sköttekbestånd är mycket stor och beräknas

des i 1994 års penningvärde och priser till 300 000–400 000 kr per ha (Møller Madsen, 1994), vilket understyrker vikten av en god ekskogsskötsel. Eftersom exemplet på lyckade självföryngningar av ren ekskog är få måste man räkna med att så eller plantera ett sådant bestånd. Mer allmänbiologiska synpunkter på ekskötsel återfinns på sid. 10.

Tabell 5.

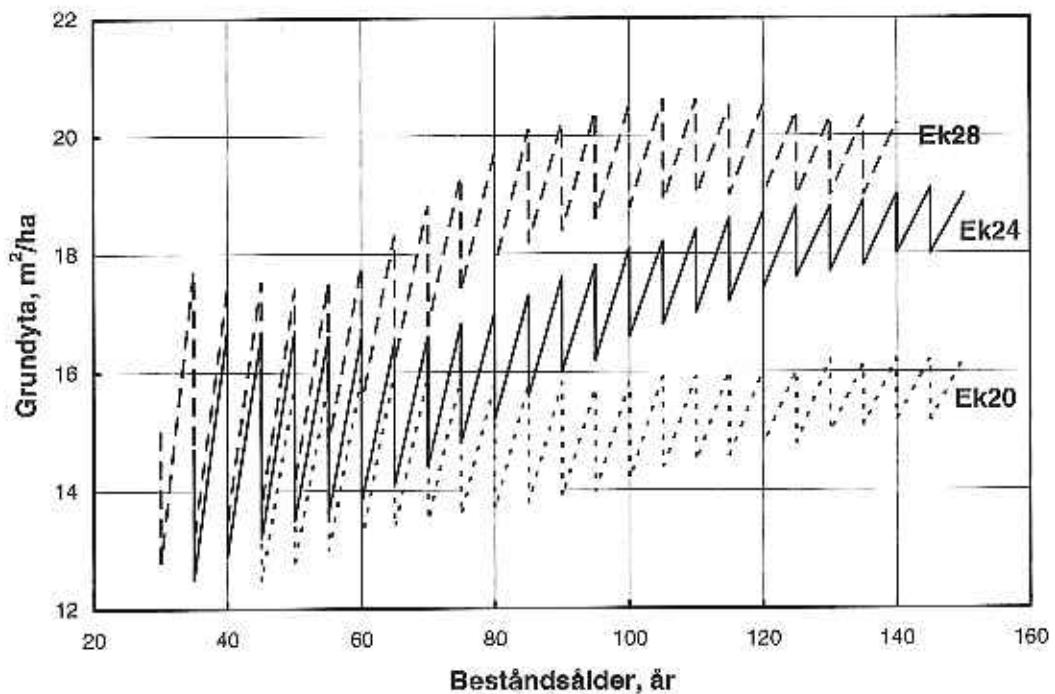
Stamantal vid 100 års ålder och vid slutavverkningsålder, på boniteter motsvarande en medelproduktion av 6–8 m³/sk per ha och år, för olika i litteraturen föreslagna skötselmodeller av ren ekskog.

| Referens och nationalitet | Bonitetsklass | Slutavv. Ålder (år) | Stamantal per ha vid | |
|----------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|----------|
| | | | 100 år | slutavv. |
| Møller, 1933, Danmark | II | 150 | 143 | 56 |
| Petrini, 1942, Sverige | I | 120 | 79 | 52 |
| Bornebusch, 1948, Danmark | Nordsjælland | 130 | 129 | 71 |
| Løvengreen, 1951b, Danmark | Bregentved | 120 | 70 | 55 |
| Jüttner, 1955, Tyskland | II (normal gallr) | 200 | 331 | 82 |
| - - - | II (stark gallr) | 200 | 249 | 61 |
| Carbone, 1975, Sverige | Ek28, 70 % finjord | 120 | 69 | 55 |
| Persson, 1996, Sverige | ca Ek28 | 130 | 50–60 | 50–60 |

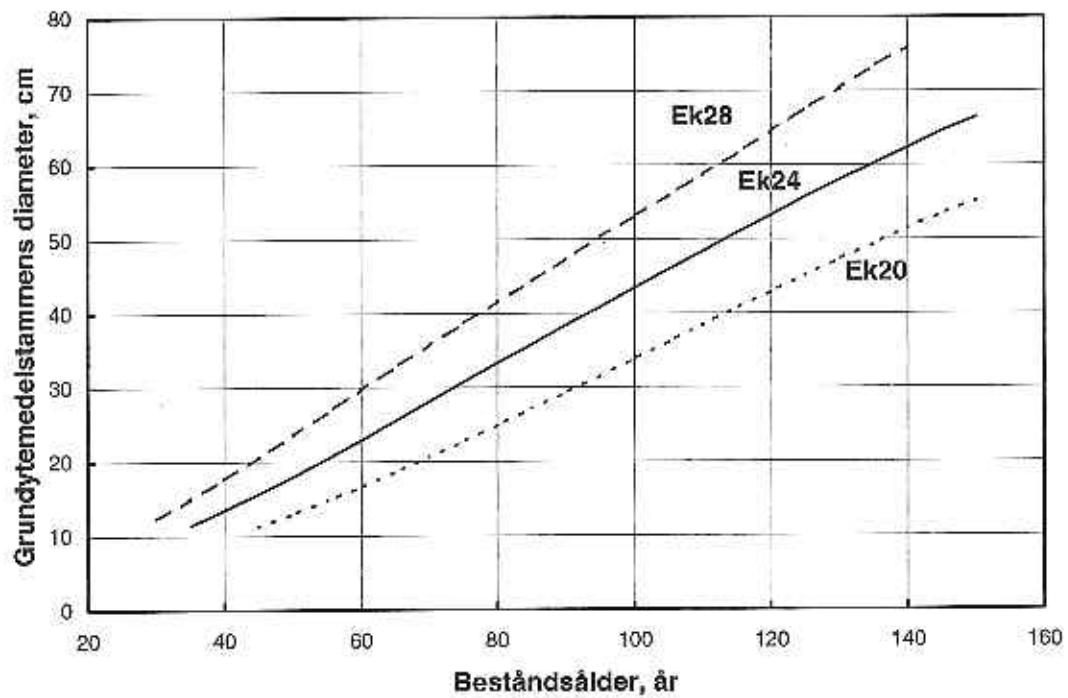


Figur 13.

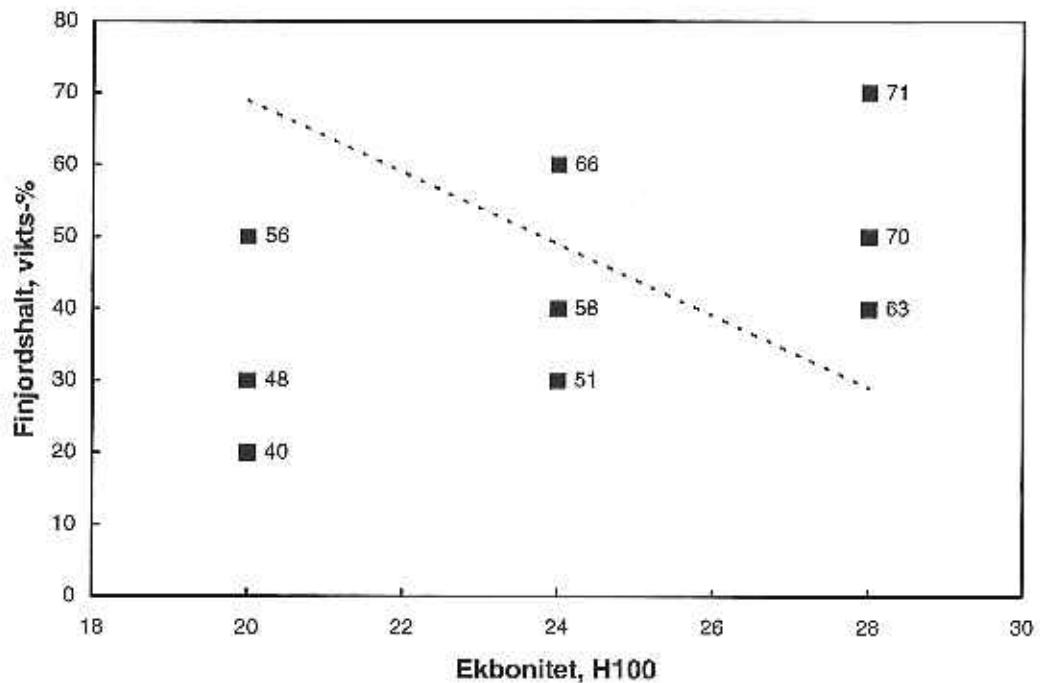
Stamantal vid ekskogsskötsel enligt Carbone (1975) gallringsprogram A med tät intervall mellan ingreppen.



Figur 14.
Grundytautvecklingen (m^2 per ha) vid ekskogsskötsel enligt Carbonniers (1975) gallringsprogram A med tät intervall mellan ingreppen.



Figur 15.
Grundytemedelstammens diameterutveckling i brösthöjd (cm) vid ekskogsskötsel enligt Carbonniers (1975) gallringsprogram A med tät intervall mellan ingreppen.



Figur 16.
Grundytmedelstammens brösthöjdsdiameter (cm) vid 130 års beståndsalder som en funktion av ekbonitet enligt H100 och markens finjordshalt. Den streckade linjen anger ungefär i vilken situation man når 60 cm diameter vid 130 år och därmed "högsta" värdenivå med nuvarande prislistor.

Ask

Som vuxen är asken mycket ljuskrävande, vilket innebär att bestånden inte får vara tätta om man skall utnyttja huvudstammarnas tillväxtpotential. Kravet på att röjningar och gallringar utförs i tid är därför mycket stort. Olivert-Villanueva et al. (1996) har visat att starkt gallrade askbestånd, där ca 150 stammar/ha återstod vid 50 års ålder, utvecklat ungefär 10 cm grövre stammar än vid en svagare gallringsregim där ungefär 400 stammar/ha återstod vid motsvarande ålder. Redan innan asken uppnått 2 m höjd bör den röjas ned till ca 2 500 stammar per hektar. Risken att få brunkärna tycks också öka om träden inte växer tillräckligt fritt (t.ex. Oliver-Villanueva, 1996). Det är endast kvistrensningen som kan bli lidande av att man tidigt har ett välgallrat bestånd, eftersom vattenskottbildning är sällsynt förkommande hos ask. Balandier (1997) håller för

närvarande på att utarbeta stamkvistningsstrategier för bl.a. ask, och dessa rekommendationer kan lämpligen utnyttjas rillsammans med en skötsel där stark gallring utförs. Skötseln av "ren" askskog bör inriktas på att redan efter 60–70 år nå slutavverkning och att då ha 50–60 cm grova stammar. Ett av problemen med ask är att ljusinsläppet blir så stort i beståndet, inte minst i det avslutande ljushuggningsskedet, att risken för gräsväxtärgång är stor. Detta försvarar då möjligheterna till naturlig föryngring. Därför kan det vara positivt med ett underbestånd som förmår hålla tillbaka gräset.

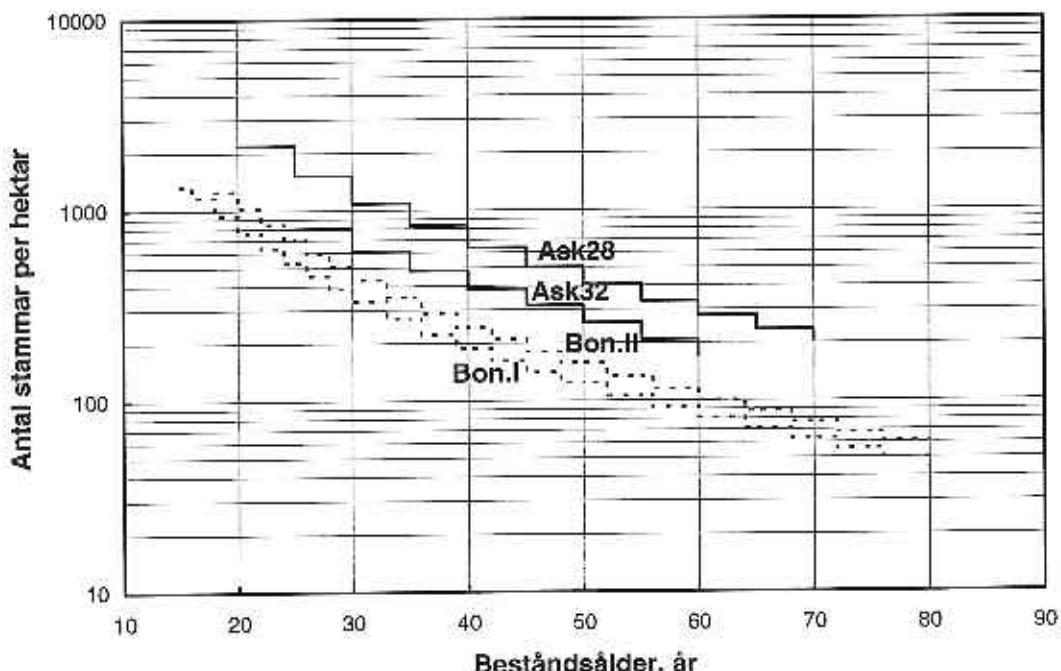
En jämförelse av i litteraturen förekommande skötselmodeller för ask visar på stor diskrepans vad gäller stamtal i bestånden och slutavverkningsåldrar (tabell 6). Bland annat varierar slutavverkningsåldern mellan 60 och 120 år, vilket bara delvis förklaras av något olika bördighets-

Tabell 6.
Stamtal och omloppstider enligt publicerade skötselmodeller för ask. Jämförbara goda boniter (medeltillväxt 9–10 m³/sk per ha och år) har sorterats ut.

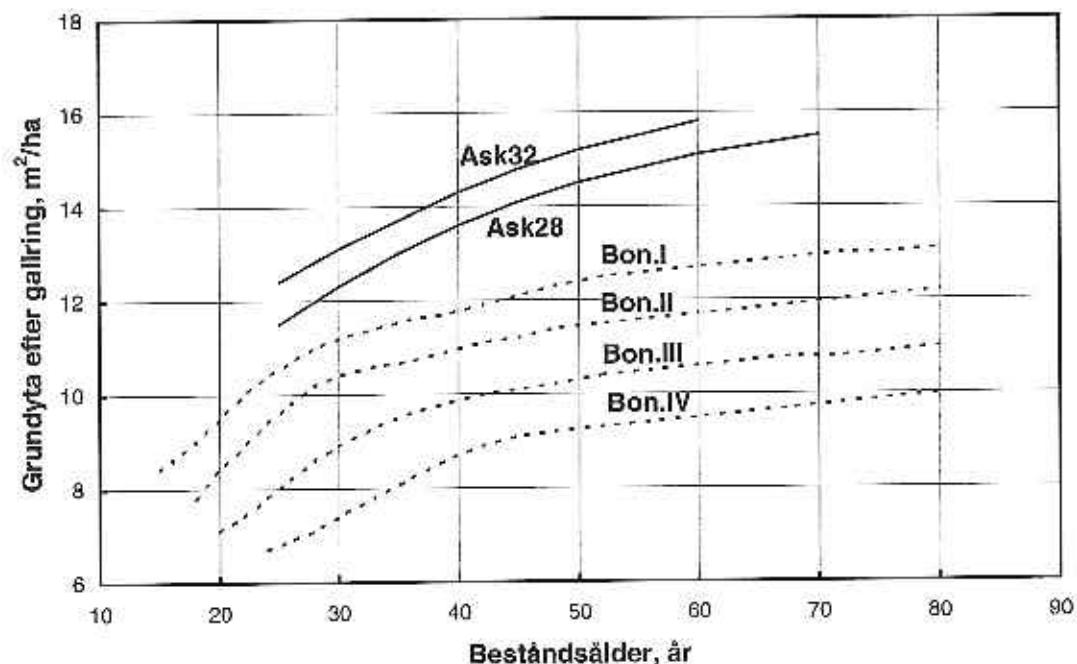
| Referens och nationalitet | Bonitetsklass | Slutavv. ålder (år) | Stamtal per ha vid | |
|---------------------------------|---------------|---------------------------|--------------------|----------|
| | | | 50 år | slutavv. |
| Wimmenauer, 1919, Tyskland | I | 120 | 578 | 235 |
| Carbonnier, 1947, Sverige | Ask 32 | 60 | 256 | 169 |
| Møller & Nielsen, 1959, Danmark | I | 80 | 115 | 45 |
| Persson, 1996, Sverige | god bonitet | 70 | ca 160 | 130–140 |

förhållanden. Wimmenauers (1919) modell innebär en mycket svag gallring medan Møller & Nielsen (1959) har ett lågt stamantal jämfört med de nuvarande svenska rekommendationerna. Här återges både Carbonniers (1947) och Møller & Nielsens modeller som tänligen giltiga exempel på skötsrekommendationer (figur 17–19). Carbonniers modell ger ett stamantal som överensstäm-

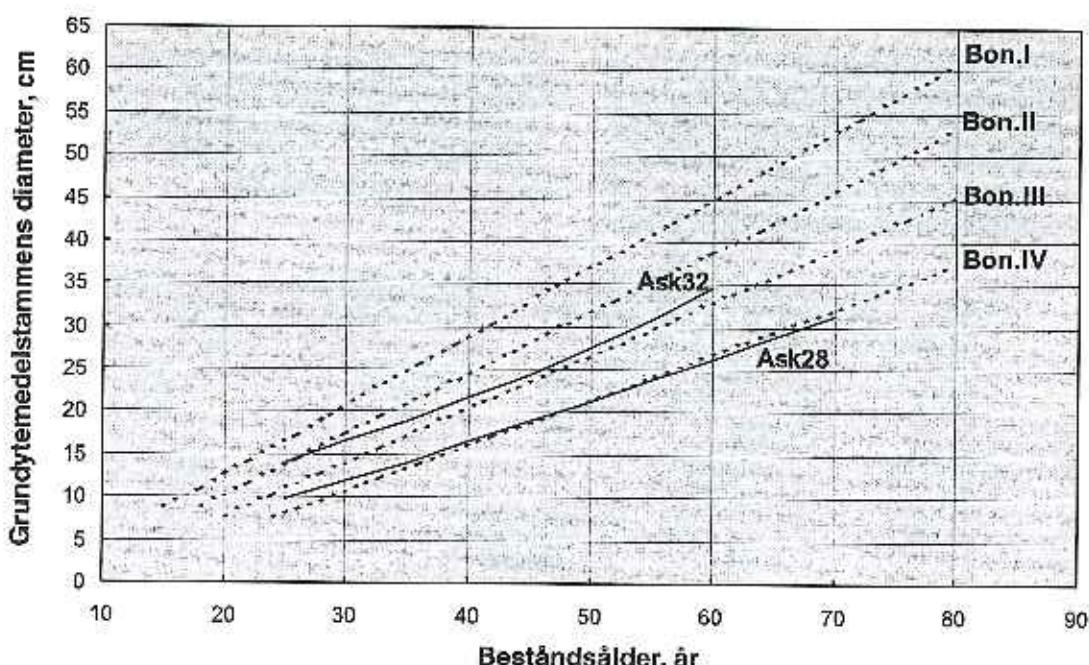
mer med vad som anges i Södras skötselmall för ask (Persson, 1996) men en diameterutveckling som är otillfredsställande. Møller & Nielsens modeller däremot, når en god utveckling av stamdiamenten men har då betydligt färre stammar än vad man finner hos Carbonnier och Södra vid motsvarande ålder.



Figur 17.
Stamantal vid askskogsskötsel enligt Carbonnier (1947), heldragna linjer, och Møller & Nielsen (1959), streckade kurvor. Ask32 och Ask28 hos Carbonnier motsvaras ungefär av bonitet I och II hos Møller & Nielsen.



Figur 18.
Grundytteutvecklingen (m^2 per ha) vid askskogsskötsel enligt Carbonnier (1947), heldragna linjer, och Møller & Nielsen (1959), streckade kurvor. Ask32 och Ask28 hos Carbonnier motsvaras ungefär av bonitet I och II hos Møller & Nielsen.



Figur 19.

Grundytmedelstammens diameterutveckling i brösthöjd (cm) hos ask enligt Carbonnier (1947), hældragna linjer, og Møller & Nielsen (1959), strekade kurvor. Ask32 och Ask28 hos Carbonnier motsvaras ungefär av bonitet I och II hos Møller & Nielsen.

Björk

Björkbestånd kan antingen skötsas med inrikning på kvalitet, med ett utfall av fancr- och sägummet vid omloppstidens slut, eller med inrikning på volymproduktion, där bränsleflis och massaved blir de huvudsakliga slutsortimenten. De skötselmodeller som utarbetats och finns beskrivna i litteraturen siktas nästan uteslutande på kvalitetsproduktion, och det är skötsel med denna inrikning som behandlas i det här avsnittet. Det skall dock påpekas att även i ett volymproduktionsalternativ måste röjning och gallring utföras i en naturlig föryngring om man vill ta tillvara produktionspotentialen och få ut något virke under odlingens gång. Skötseln av masurbjörk är lite speciell med glesa förband och korta omloppstider (se t.ex. Raulo, 1987; Martinsson, 1995; Bechgaard & Larsen, 1997).

Björkbestånd kommer framdeles med stor sannolikhet att uppstå antingen som sädd med lokalt frö, naturlig föryngring eller som plantering med genetiskt förädlat material. Det betyder att beroende på uppkomstsätt och plantmaterial kommer två typer av skötselmodeller att behövas, dels de som tar hand om tätta naturliga föryngringar, dels de som utgår från betydligt glesare planteringar men som har ett välväxande och högkvalitativt plantmaterial. Denna uppdelning har varit tämligen diffus när det gäller hittills publicerade modeller men de flesta utgår från naturliga bestånd. Som exempel på modeller för björkplanteringar kan nämnas Oikarinen (1983) och Sonesson et al. (1994).

Det stora problemet i dagsläget är att ta hand om de tätta naturliga uppslag av björk som är allmänt förekommande och se till att dessa bestånd får en ekonomiskt

gynnsam utveckling. Generellt sett skall man gynna fröplantor framför stuhbskott, då de förra i allmänhet får en rakare stam med bättre kvalitet som följd. Björken är precis som andra pionjärörtlövträdljuskravande och har svårt att svara på skötselingrepp om kronan en gång blivit reducerad. Det betyder att man inte kan driva trängselverkan i ungdomen alltför långt utan måste gå in och röja när beståndet blivit ungefär 3 m högt och då reducera stamantalet till max 5 000 stammar per hektar. En aktiv röjning fortsätter därefter till 2 500 stammar vid 4–5 m höjd och 1 500 stammar vid 6–7 m höjd (Persson, 1996). Utifrån detta läge vid ca 15 års ålder kan vi sedan utnyttja befintliga skötselmodeller. I tabell 7 har björkskötselmodeller från litteraturen sammanställts så att antal gallringar, omloppstider och slutligt stamantalet grovt framgår för olika boniteter.

Stamkvistning kan utföras men är inte nödvändig. De normala gallringsingreppen brukar leda till att de flesta torrkivistar försvinner. Döda grenar kan dock med fördel enkelt tas bort när som helst under säsongen. Att ta bort friska kvistar medför risk för missfärgning av veden. Om man önskar grönkvista bör detta ske när grenarna är klenare än 1,5 cm, och utföras tidigt på säsongen direkt efter savningsperioden, eller på hösten strax före lövfallningen (Raulo, 1987). De undersökningar som utförts av Heiskanen (1958) angående effekter på veden av stamkvistning av björk visat att torrkivistning är att förcdra framför grönkvistning och att kvistmarken som sprider röta ökar med kvistdiametern. Av undersökningarna framkommer också att det är den äldre veden, d.v.s. från stamkvistningsåret och bakåt, som drabbas av röta och missfärgning medan detta inte påträffas i yngre ved.

Tabell 7.

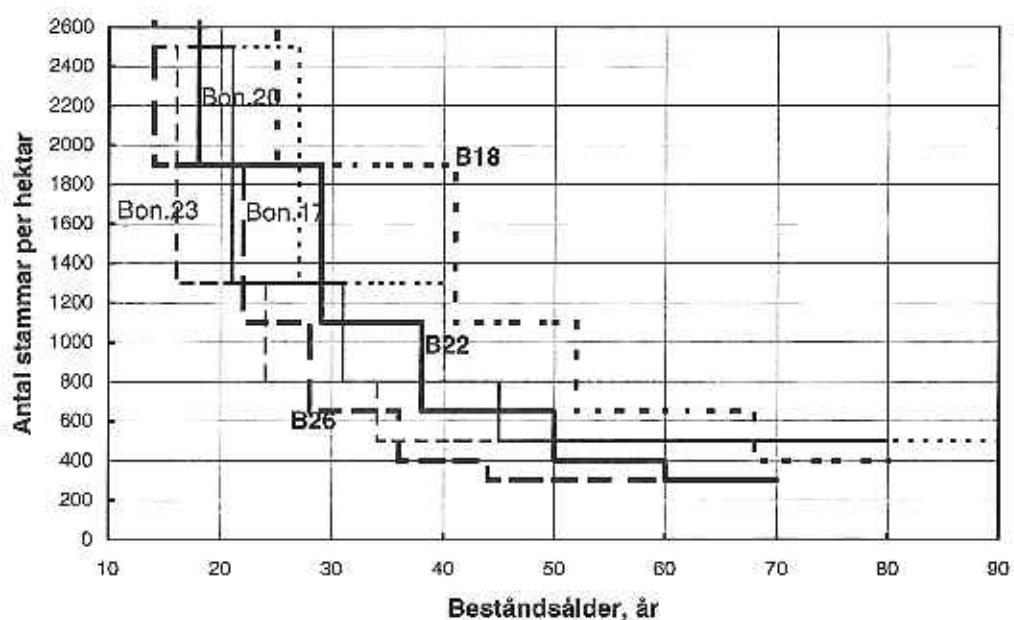
Sammanställning av skötselmodeller för björk. För respektive bonitet, som listats i en fallande bördighetskala, anges antal gallringar, omloppstider i år och stamantal per hektar vid slutavverkning.

| Referens och nationalitet | Art och beståndstyp | | | | Bonitet | Gallr. | Oml. tid | Stamantal |
|--|---------------------|---------|---------|----------------------|-------------|--------|----------|-----------|
| | Björk | Vårtbj. | Glasbj. | Nat. för- yngn | | | | |
| Schwappach, 1903 rev. 1929 (Tyskland) | X | | X | | I | 10 | 80 | 230 |
| | X | | X | | II | 10 | 80 | 284 |
| Ilvesalo, 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 | 225-489 |
| | 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 | 451-1 191 |
| | | X | X | | $H_{40}=8$ | 5 | 131 | 586-1 149 |
| | X | | X | | $H_{40}=23$ | 3 | 79 | 500 |
| Braastad, 1977 (Norge) | 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 | 1 600 |
| | X | | X | | | | | |
| 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 | 538-1 085 |
| Sonesson et al. 1994 (Sverige) | X | | | X | B32 | 7-11 | 53-71 | 333-448 |
| | X | | | X | B30 | 9-12 | 61-76 | 389-470 |
| | X | | | X | B27 | 9-13 | 64-85 | 349-431 |
| Persson, 1996 (Sverige) | X | | X | | c. B26 | 3-4 | 50-55 | 300-400 |

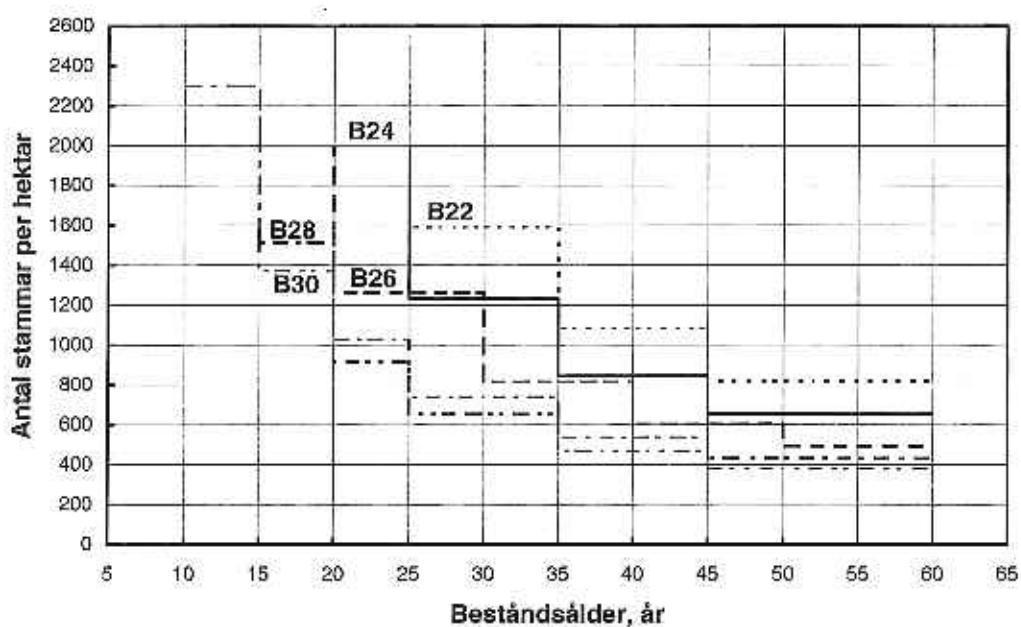
Slutsatsen blir att stamkvistning av björk bör ske i tidig ålder för att minimera utbredningen av röta och missfärgning.

För att åskådliggöra utvecklingen av björkbestånd används modeller för vårtbjörk framtagna av Fries (1964), Braastad (1977) och Oikarinen (1983). Omloppstiderna bedöms vara 40–70 år beroende på lokalens bördighet. De alternativ som representerar 3–5 gallringar under

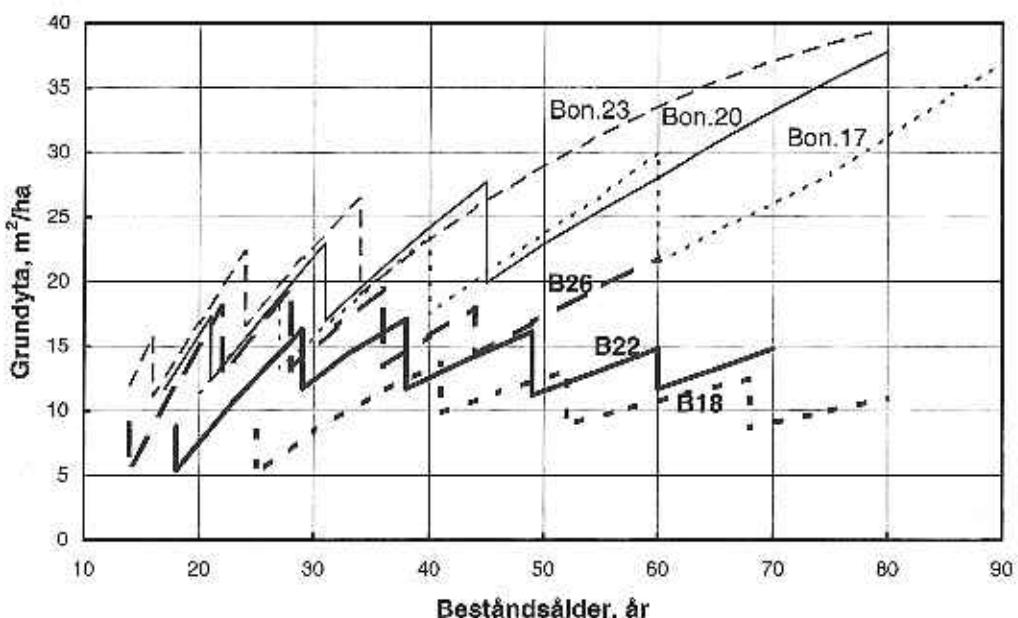
omloppstiden och där det slutliga stamantalet är 300–600 stammar per hektar redovisas (figur 20–25). Fries och Braastads modeller representerar skötsel av naturliga färgyngtingat medan Oikarinens är ett exempel på program för planteringar. Inga uppseendeväckande skillnader kan ses beroende på beståndets uppkomstsätt. Däremot har Braastad förvärnat höga grundtyper i slutet av de likaledes jämförelsevis långa omloppstiderna (figur 22).



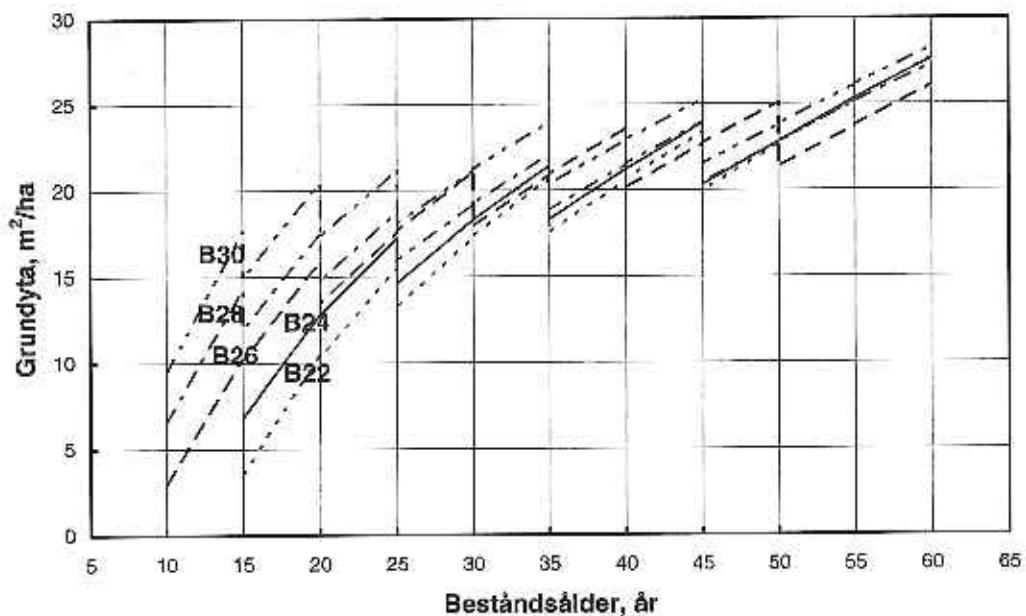
Figur 20.
Stamantal vid skötsel av naturligt föryngrade björkbestånd enligt Fries (1964), fet stil, och Braastad (1977), normal stil. Boniteterna hos Fries, vilka bygger på övre höjd vid 50 års ålder, motsvarar ungefär följande medeltillväxt i m^3/ha och år under omloppstiden: B26 – 6,7; B22 – 4,2; B18 – 2,5. Motsvarande sliffror hos Braastad som uttrycker sin bonitet som övre höjd vid 40 års ålder är: Bon23 – 7,2; Bon20 – 6,3 och Bon17 – 5,4.



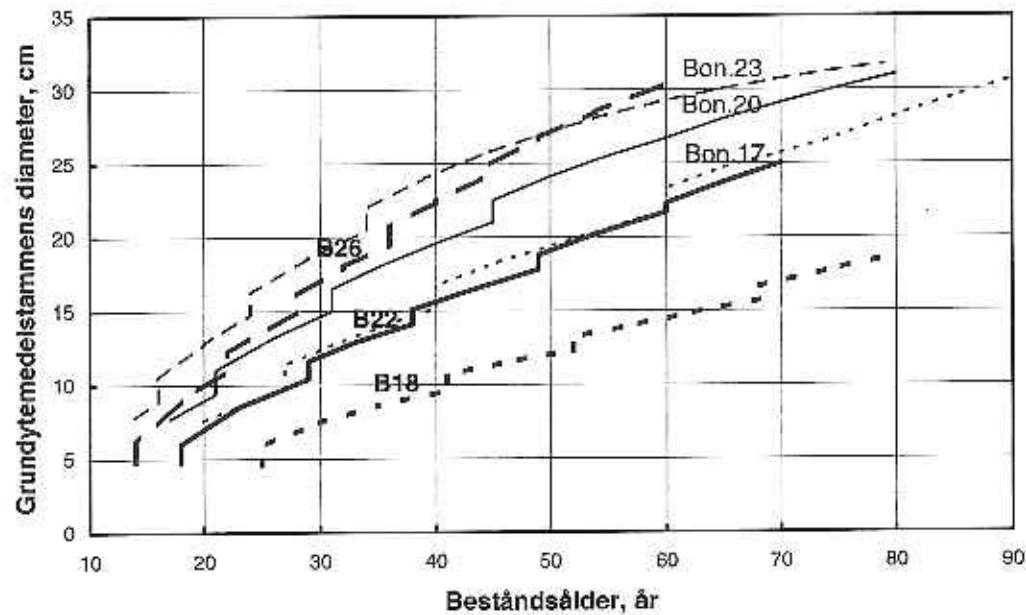
Figur 21.
Stamantal vid skötsel av planterade björkbestånd enligt Oikarinen (1983). Boniteterna hos Oikarinen bygger på övre höjd vid 50 års ålder och motsvarar ungefär följande medeltillväxt i m^3/ha och år under omloppstiden: B30 – 9,5; B28 – 8,3; B26 – 7,3; B24 – 6,6 och B22 – 6,0.



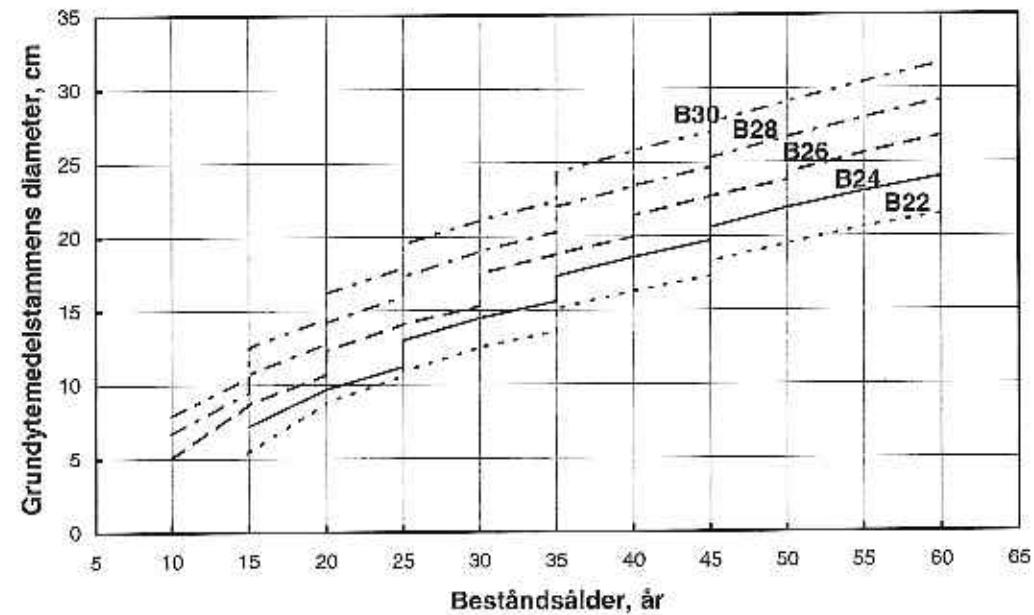
Figur 22.
Grundytautvecklingen vid skötsel av naturligt föryngrade björkbestånd enligt Fries (1964), fet stil, och Braastad (1977), normal stil. För mer information se figur 20.



Figur 23.
Grundyuteutvecklingen vid
skötsel av planterade björk-
bestånd enligt Oikarinen
(1983). För mer information se
figur 21.



Figur 24.
Grundytemedelstammons ut-
veckling i brösthöjd vid skötsel
av naturligt föryngrade björk-
bestånd enligt Fries (1964), fet
stil, och Braastad (1977), nor-
mal stil. För mer information se
figur 20.

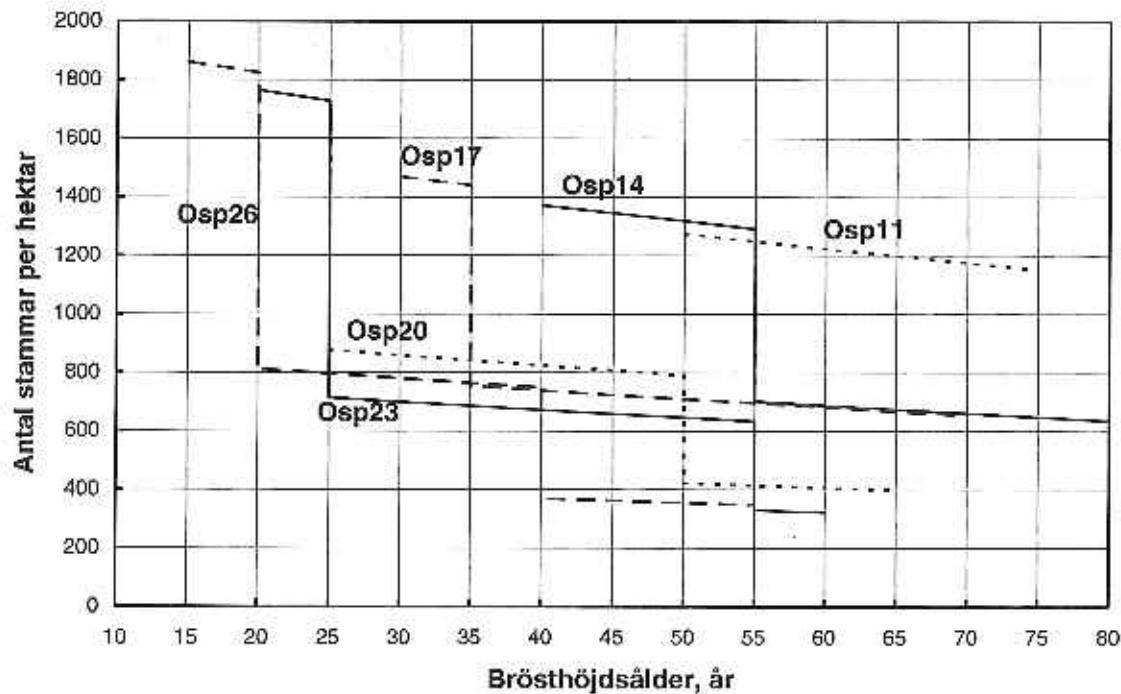


Figur 25.
Grundytemedelstammons ut-
veckling i brösthöjd vid skötsel
av planterade björk-
bestånd enligt Oikarinen
(1983). För mer information se
figur 21.

Asp

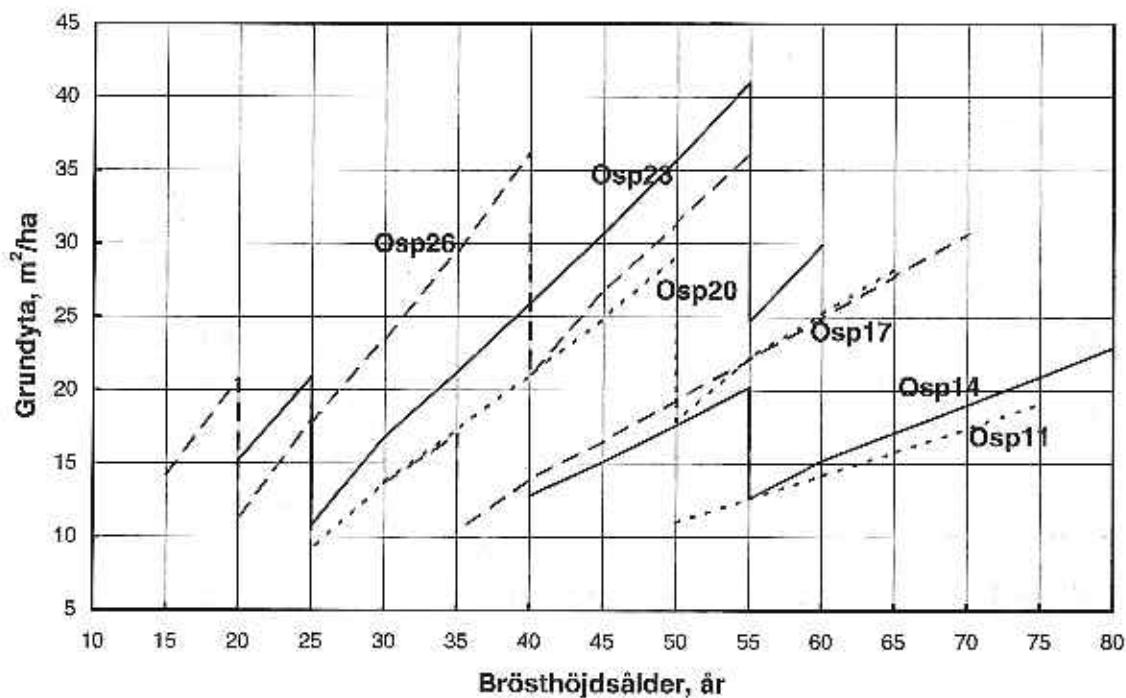
I vårt land finns vad författaren känner till inga genomarbetade skötselprogram för asp. Sådana hittar man i stället i vårt grannland Norge, där ett flertal forskare ägnat aspen uppmärksamhet. Redan på 50-talet presenterade Haugberg

(1958) skötselprogram och höjdutvecklingskurvor för asp, vilka sedan använts även i Sverige (t.ex. Almgren, 1990). I Norge har studier av aspens produktion fortsatt och nyligen presenterade Opdahl (1992) skötselsimuleringar av aspbeständ på olika boniteter i södra Norge. Dessa simuleringsar, som spännet över alla hördighets-



Figur 26.

Stamantal vid aspskogsskötsel enligt Opdaahls (1992) simuleringar. I Norge uttrycks ofta boniteter efter övre höjdskurvor vid 40 års ålder, så också i detta fall. För att lättare kunna jämföra aspboniteterna med andra trädslag anges här den medelproduktion i m³/sk per ha och år som motsvaras av de olika boniteterna: Osp11 – 2,0; Osp14 – 3,4; Osp17 – 5,5; Osp20 – 7,6; Osp23 – 11,1; Osp26 – 14,8.



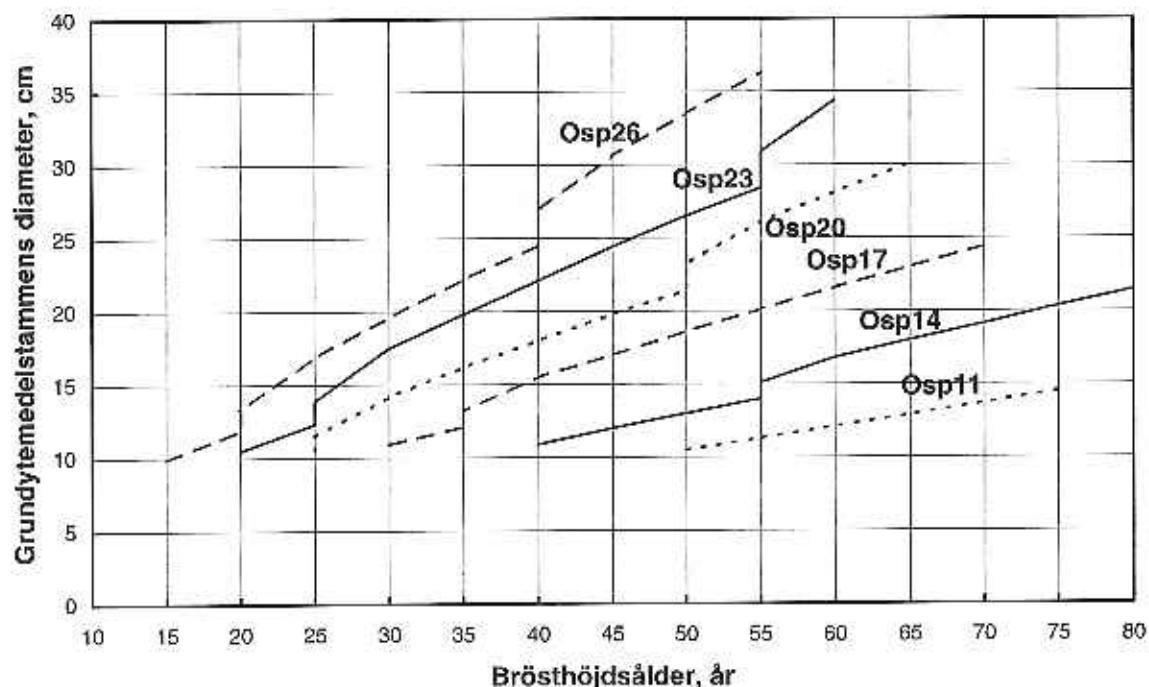
Figur 27.

Grundyteutveckling i aspbeständ av olika bonitet enligt Opdahl (1992). Mer detaljer ges i figur 26.

situationer som man kan tänka sig, bedöms vara användbara även för svenska förhållanden och presenteras i figur 26–28. Opdahl anger emellertid en omloppstid på 80 år oavsett bonitet, och detta får anses vara för långt för de bättre boniteterna, varför dessas omloppstider kortats enligt vad som framgår av figureerna. Man kan då hävda att

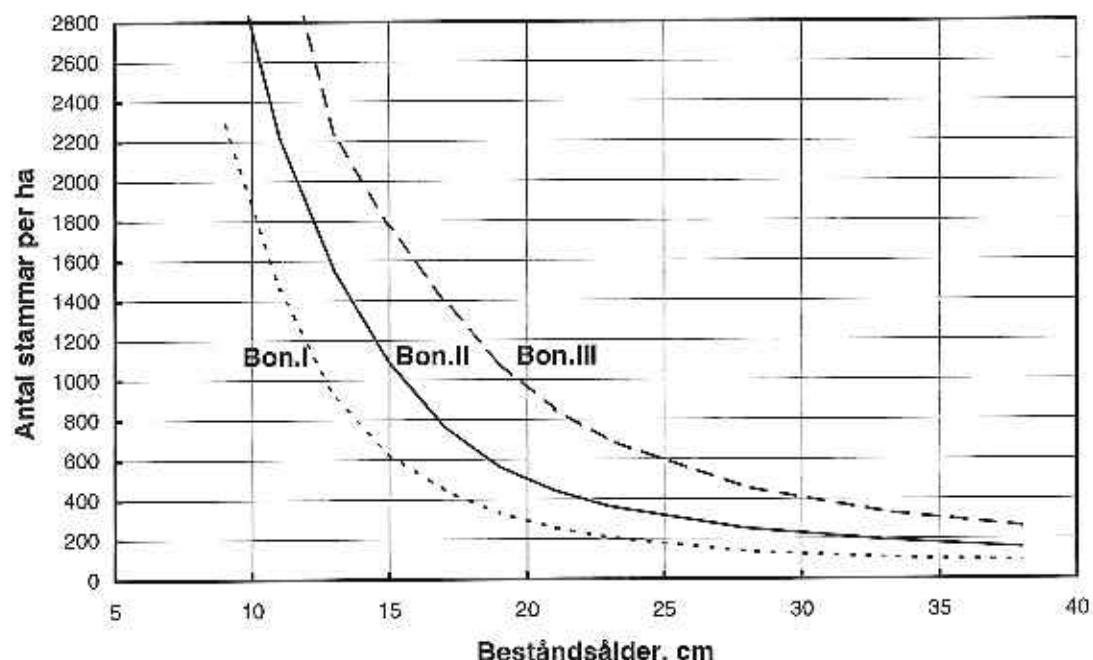
de föreslagna gallringarna sker sent i beständets utveckling med den följen att kvarstående träd inte får den dimensionsutveckling som skulle vara möjlig. Inga justeringar har gjorts för detta.

I de norska modellerna har man utgått från rotskottsuppslag vid beständsstart, vilket torde vara det enda



Figur 28.

Grundytamedelstammens utveckling i brösthöjd i aspbestånd i södra Norge (Opdahl, 1992). För mer detaljer se figur 26.

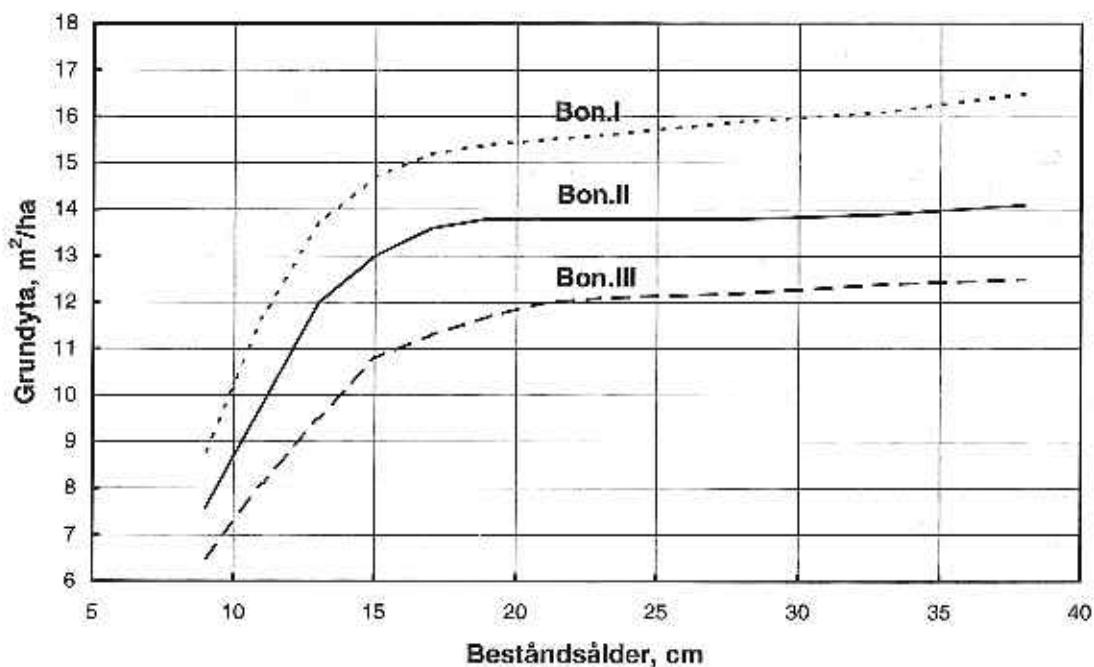


Figur 29.

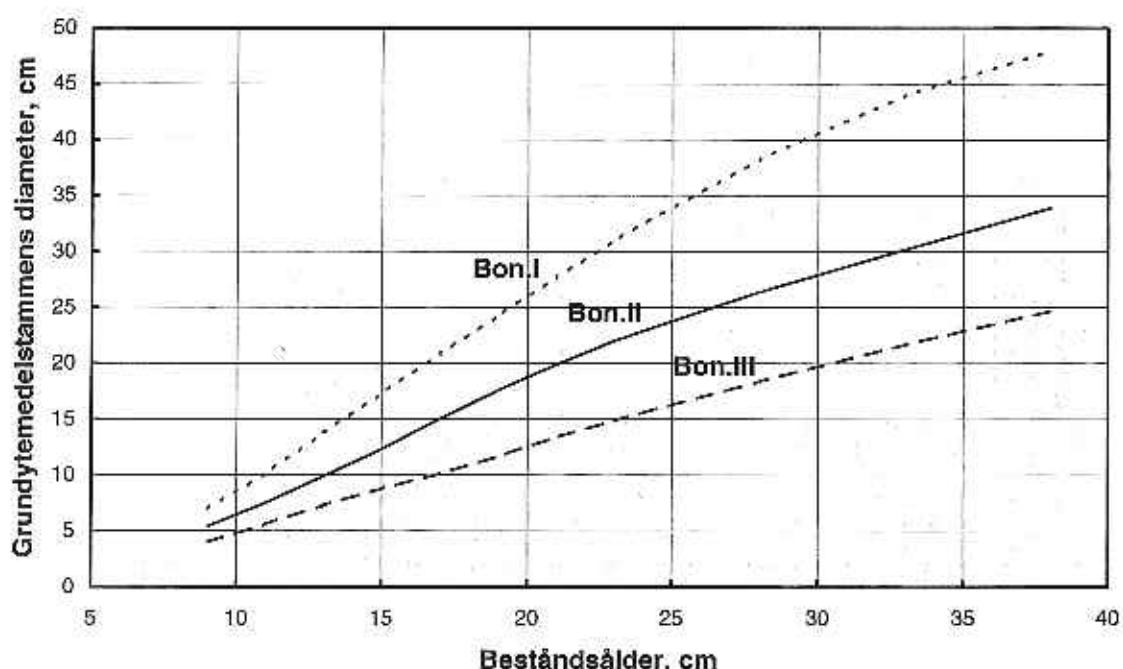
Stamantalet i Jakobsens (1976) tillväxtöversikter för hybridasp i Danmark. Bonitet I motsvarar en medeldiagram under omloppstiden på $16,6 \text{ m}^3 \text{ per ha och år}$. Motsvarande siffror för bonitet II och III är 11,7 respektive 7,9.

föryngringssätt som kommer att användas för asp. I de fall man inledningsvis planterar asp, och då förträdesvis hybridasp, kommer beståndstålheten att vara något mindre under hela omloppstiden (se skötselmall hos Persson,

1996). Eftersom hybridasp är intressant för det framtida lövskogsbruket bifogas även Jakobsens (1976) tillväxtöversikter för hybridasp i Danmark (figur 29–31).



Figur 30.
Grundytautvecklingen i hybridaspbestånd i Danmark (Jakobsen, 1976). Ytterligare upplysningar ges under figur 29.



Figur 31.
Grundytemedelstammens utveckling i brösthöjd i danska hybridaspbestånd enligt Jakobsen (1976). För mer detaljer se figur 29.

Det finns få genomarbetade skötselmodeller för al som är giltiga under nordiska förhållanden. Även om klibbal är huvudträdsdrag måste även det som skrivits om gråal utnyttjas. Skillnaden mellan arterna är att gråal har en snabbare ungdomstillsväxt som kulminerar tidigare jämfört med klibbal (Ljung, 1972), varvid gråal sällan når klibbals dimensioner. I en föryngrings situation skiljer de sig åt, då gråal har förmågan att skjuta rötskott, förutom stubbskott, vilket är gemensamt för båda arterna (Rytter, 1996). Alen har visat sig vara mycket känslig för trängselverkan. Den tappar snabbt förmågan att svara på gallringssingrep dä kronorna reduceras (fr. Rytter, 1995). Därför hålls albestånd inledningsvis glesare än björkbestånd på jämförbara boniteter. Detta kan åskådliggöras genom Södra Skogs skötselmallar (figur 32).

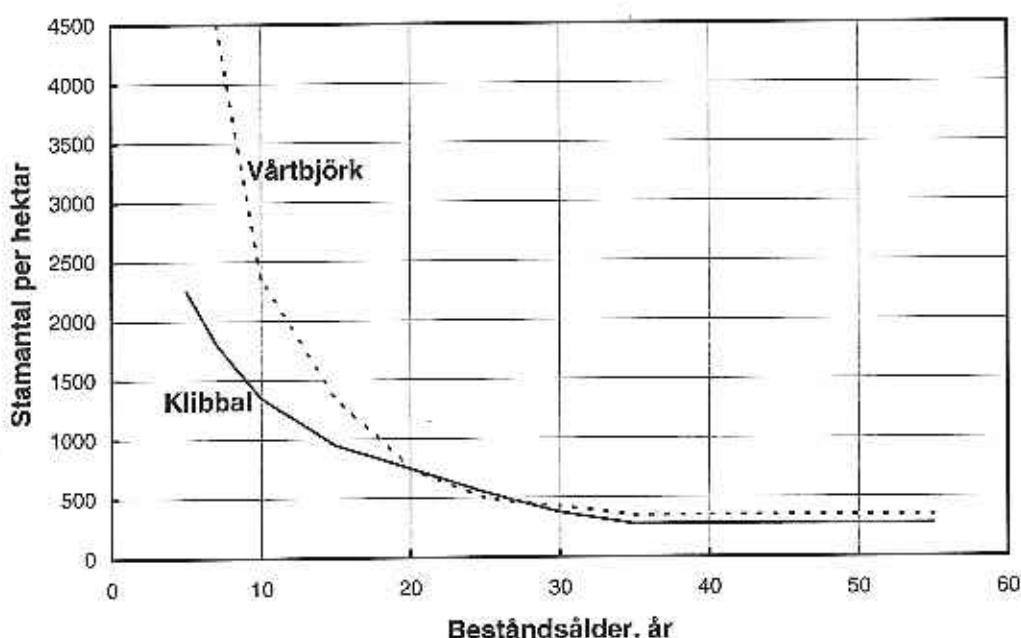
I Mitscherlichs (1945) tabeller för klibbal ges en omloppstid på 90 år för samtliga tre ingående bördighetsklasser (medelproduktioner 5–9 m³ per ha och år). Detta får i nälget anses vara för långt, framför allt på de bättre boniteterna. Man bör sälunda gallra hårdare i ungdomen än vad dessa tabeller anger och därmed snabbare nå grova dimensioner och kortare omloppstid. Slutavverkningsåldern för klibbal torde bli ungefär densamma som för björk, d.v.s. 50–60 år.

En norsktundersökning (Opdahl & Veidahl, 1993), där man beräknat produktion och lönsamhet i välväxande gråalbestånd, visar att 1–2 gallringar efter röjningarna under en 40-årig omloppstid givit god ekonomi. Även ett alternativ med 3 gallringar gav ett tillfredsställande netto, medan alternativet ogallrat bestånd, efter att inledande röjning gjorts, var ekonomiskt förkastligt.

Blandbestånd av löv- och barrträd

Många gånger ses lövträdsinslaget i barrskogsförnyningar i första hand som ett problem som måste elimineras men som i vissa fall går att utnyttja (t.ex. Lundh & Josefsson, 1989; Skogsvärdsstyrelsen, 1996). Att lövträd kan vara ett hot mot barrträdskulturer råder det ingen tvékan om men man måste samtidigt se positivt på möjligheterna att utnyttja lövträdens snabba, juvenila tillväxt. Man bör bland annat se över möjligheterna till tidiga bränsleflisuttag i lövförnyningar och dessutom lära sig att rätt värdera lövträdens ofta positiva inverkan på marktillstånd och skadebild. Det betyder att själva grundinställningen till löv- och barrträd i kombination måste förändras från att vara ett problem till att bli en möjlighet där vissa nödvändiga åtgärder dock måste vidtas. God tillväxt i ungdomen måste ju trots allt betraktas som en tillgång.

Ett av de närmsta skälerna till att bibehålla en blandskog och inte snabbt inrikta sig på ren barrskog är den positiva effekten på marktillståndet som ett lövträdsinslag ofta har. Till exempel kunde Frank & Borchgrevink (1982) visa att pH-situationen och basmättningens graden var betydligt högre i en blandning med asp och gran än där granen var ensam. Likaså var situationen gynnsammare där aspen dominerade än där granen var dominant. Ett annat skäl som talar för blandskog är möjligheten att nå högre produktion i ett blandbestånd än där man har de renar arterna (Frivold & Groven, 1996). Jonsson (1962) visade att det finns en blandskogseffekt som kan påverka det enskilda trädetts tillväxt både positivt och negativt. Möjligheten att nå en förhöjd arealproduktion gäller framför allt där arterna kan utnyttja olika nischer, såsom olika skikt. Agestam (1991) drog slutsatsen att det troligen finns en



Figur 32.

En jämförelse av stamantalet under omloppstiden mellan vårtbjörk och klibbal enligt Södra Skogs skötselmallar (Persson, 1996). Kurvorna gäller för god skötsel på goda boniteter.

liten positiv blandskogseffekt i oskiktade bestånd, men att det är framför allt i tvåskiktade bestånd som effekten är tydlig. Förytterligare argument för blandskogsbruk är att blandbestånd drabbas mindre av skador såsom stormfällning och rotrotta (t.ex. Almgren, 1990). Förutom de nedan redovisade kombinationerna av de vanliga löv- och barrträden finns försök gjorda där man medvetet blandat gran och ädellövträd i syfte att via granen tidigare erhålla ett positivtgallringssnöro. Møller Madsen (1991) har presenterat beräkningar från Trollholms gods som visar att graninblandning i eksörföringar kan vara ett sätt att höja det totala ekonomiska utfallet i beståndet. Det sker genom att man tidigt under omloppstiden får ett positivt netto på skötselåtgärderna.

De nedan angivna kombinationerna av barr- och lövträd hanteras utifrån den förutsättningen att åtminstone en av arterna, oftast lövet, kommer in spontant. Man kan också tänka sig planteringar av blandskog, men detta sker i praktiken främst med olika lövträd.

Björk och gran

Kombinationen björk och gran är atormalmässigt den vanligaste blandningen av löv- och barrträd. Tham (1987) har beräknat att det finns 3 miljoner hektar skogsmark som är lämplig för blandskogsskötsel av björk och gran. Ofta får man björkkuppslag i granplanteringar och det har många gånger har betraktats som ett problem, men det hör kunna ses som en extra resurs. Vi vct också att inte mindre än 53 % av björkvolymen i vårt land påträffas i det som definieras som barrskog (Berg et al. 1996). Under normala omständigheter är den skötselmässiga livslängden kortare för björk än för gran, varför blandningen intc kan ses som ett stabilt tillstånd utan mera är av temporär karaktär. Under ett björkbestånd blir granens höjdullväxt reducerad (Braathen, 1988), men detta kan den ta igen genom en god utveckling efter det att björken avlägsnats (Tham, 1988). Frivold & Groven (1996) har sammanställt uppgifter som visar att blandbestånd av björk och gran kan producera mer än ren granbestånd. För att erhålla hög timmerkvalitet av både björk och gran i en blandning på god mark har Frivold & Mielikäinen (1990) rekommenderat att maximalt 50 % av volymen får vara björk och att denna andel gradvis reduceras till noll när beståndet nått 50 års ålder. Thams (1988) simuleringssstudier visar en klart högre produktion i blandskog med björk och gran än i ren

granskog då björkskärmarna (600–1 200 stammar per ha) avvecklas vid 25 års ålder. Antalet granar är i flertalet simuleringar 1 600 per ha vid 15 års ålder. Från senare undersökningar har Tham (1994) rapporterat att högsta totala skörd erhålls med en björkskärm på 2 000 stammar per hektar efter röjning som sedan gallras vid 20 år och avverkas vid 30 år (tabell 8). Mielikäinen (1985) visade att en förhöjd produktion kan erhållas i en blandning av vårtbjörk (25–70 %) och gran (30–75 %). Däremot erhölls ingen produktionsvinst då vårtbjörk ersattes av glasbjörk. Andra undersökningar (Frivold, 1982; Agestam, 1985) kunde inte se någon förhöjd produktion i blandbestånd jämfört med monokulturer. Agestam utgick från totalt 2 800 stammar per hektar vid 27–38 års ålder, och björken var alltid kvar till minst 49 års ålder. Slutsatser blir att det går att öka arealproduktionen i blandskog av björk och gran, framför allt i tvåskiktade bestånd, men att detta inte är givet i oskiktade bestånd. Sannolikheten ökar dock markant om man beräknar produktionen som torrsubstans i stället för volym, eftersom björk är ett betydligt tyngre trädslag än gran. Samtidigt bör man i en sådan blandning hälsa vårtbjörk, då den både växer bättre och är tyngre än glasbjörk.

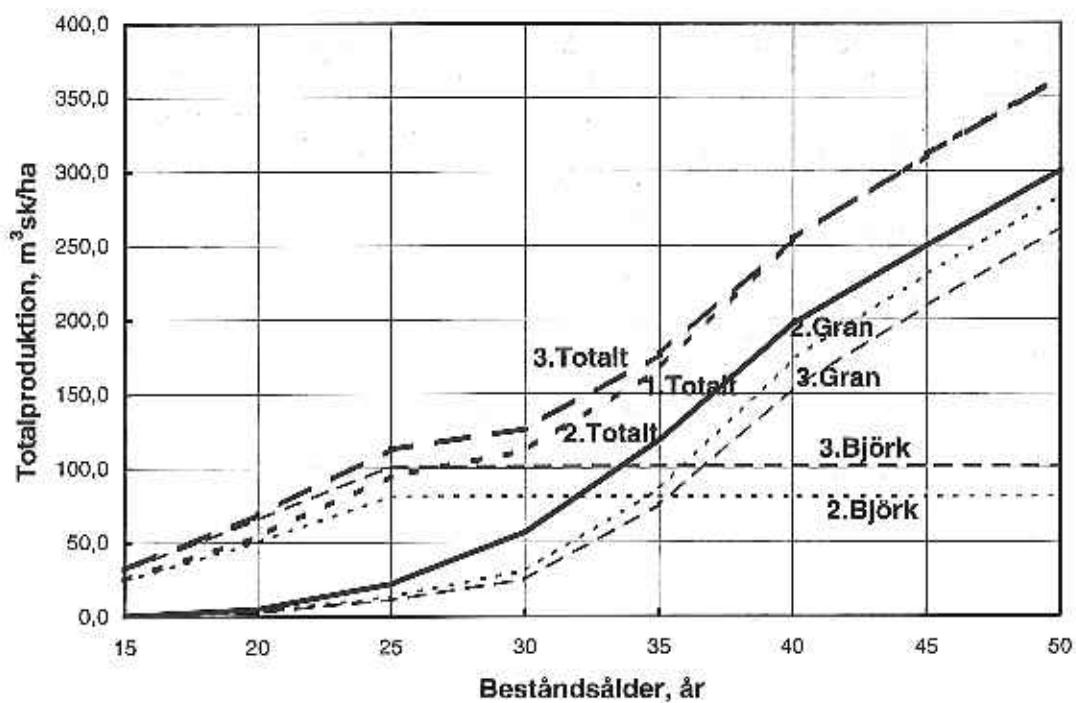
En vanlig skötselmodell för björk-gran blandningar är att låta björken växa upp före granen, varefter den avverkas i två kraftiga gallringar efter 20–30 år då den uppnått gagnvirkesdimensioner. Granen blir därefter ensam kvar under resten av omloppstiden.

Tham (1988) rekommenderar att björken röjs då granen nått 1–2 m höjd. Mellan 500 och 800 björkar lämnas som skärm per hektar. Högsta totalproduktion nås då 800 björkar lämnas. Maximal granproduktion erhålls både med ren gran från början och med en björkskärm på 500–600 stammar per hektar. Björkskämen avverkas vid 25 års ålder och har då producerat 70–80 m³/ha om det är vårtbjörk, 50–60 m³/ha om det är glasbjörk. Ett annat alternativ för opåverkad, hög granproduktion är att utgå från en björkskärm på 1 200 stammar per hektar och att avlägsna den i två steg vid 20 respektive 30 års ålder (Tham, 1994). Exempel från Thams (1988) produktionstabeller, där totalt 16 olika skötselkombinationer med gran och björk simulerades, visas i figur 33. Exempel från Agestams produktionsmodell visas i figur 34–35.

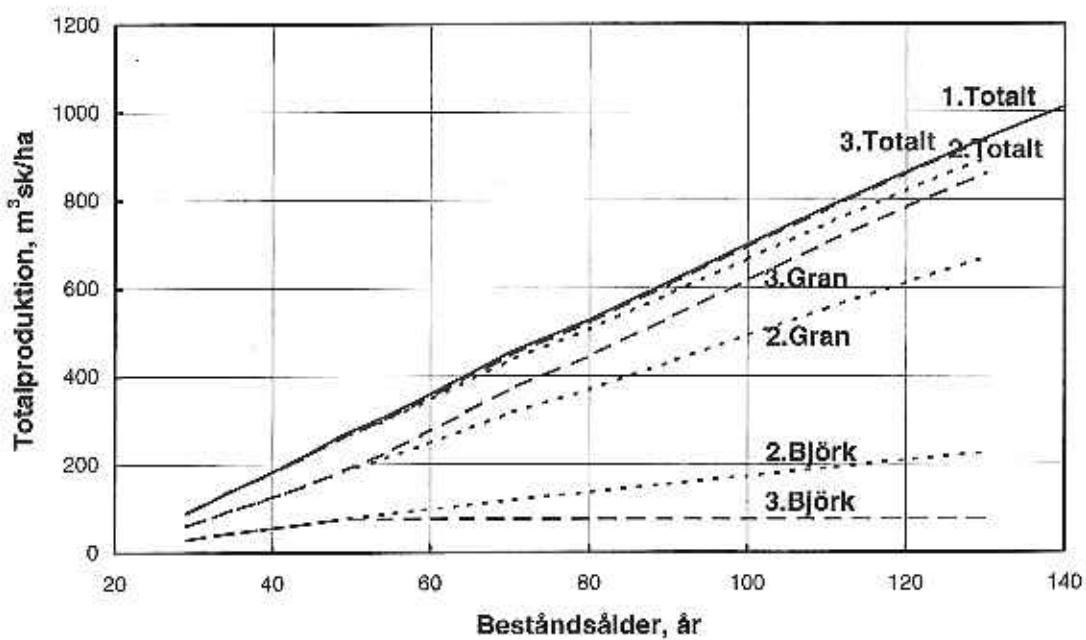
Skogsvårdsstyrelsen har givit ut anvisningar för skötsel av granföryngningar i tät lövträdssuppslag, den så kallade Kronobergsmetoden (Skogsvårdsstyrelsen, 1996). Anvis-

Tabell 8.
Produktion (m³/ha per ha) av gran och vårtbjörk, vid björkskärm av olika densitet, samt av rent granbestånd (Tham, 1994).

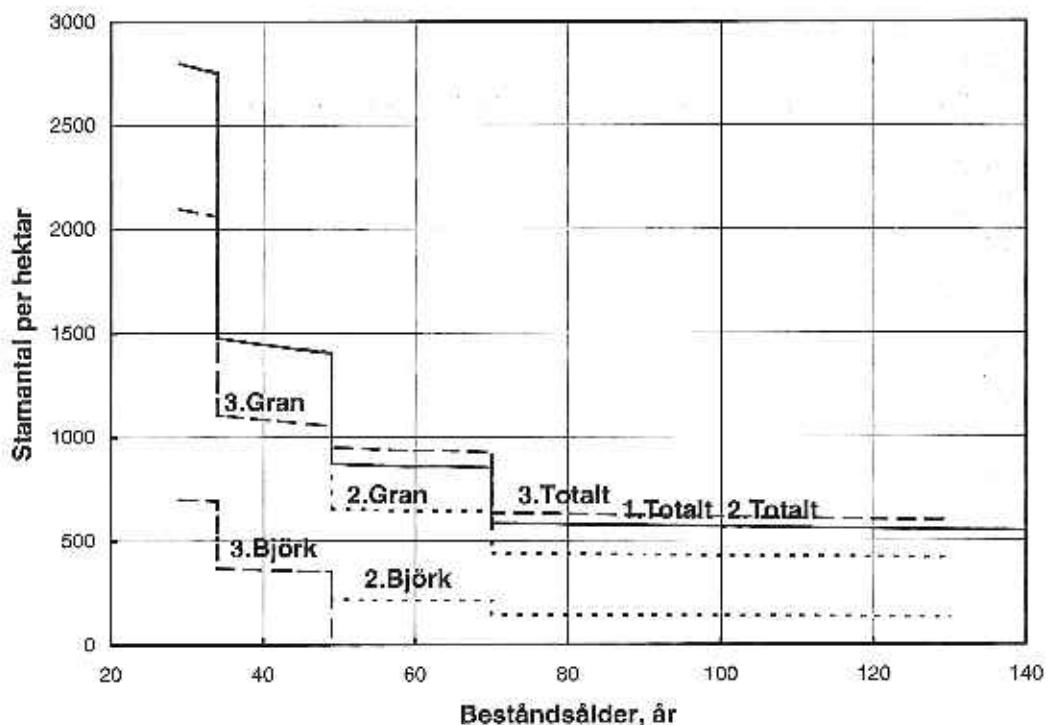
| Björkdensitet (st / ha) | Avlägsnad björkvol. vid 20 år | Avlägsnad björkvol. vid 30 år | Total produktion fram till 50 år | | |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------|--------|
| | | | Björk | Gran | Totalt |
| 0 | – | – | – | 299,6 | 299,6 |
| 1 200 | 36,5 | 47,1 | 83,6 | 303,3 | 386,9 |
| 2 000 | 48,5 | 54,7 | 103,2 | 290,6 | 393,8 |
| 2 500 | 50,4 | 56,0 | 106,3 | 280,9 | 387,2 |
| 3 000 | 57,4 | 58,5 | 115,9 | 269,2 | 385,1 |



Figur 33.
Totalproduktion (m^3 sk per ha) i björk-gran-bestånd exemplifierat från Thams (1988)
simuleringar. I samtliga exemplen utgår man från 1 600 granar per ha, vilka gallras en gång
under perioden 15–50 år. I alternativ 1) röjs all björk bort före 15 års ålder (—), i 2) sparas
800 björkar fram till 25 års ålder (---), och i 3) sparas 1 200 stammar lika länge (— — —).



Figur 34.
Totalproduktion (m^3 sk per ha) i björk-gran-bestånd enligt Agestam (1985). Bonitet för gran = G27, för björk = B21. I samtliga exemplen är utgångsläget totalt 2 800 stammar per ha vid 29
års ålder. Alternativ 1) = rent granbestånd (—), 2) = 75 % gran och 25 % björk, där björken
finns med under hela omloppstiden (---), 3) = 75 % gran och 25 % björk, där björken
gallras bort vid 49 års ålder (— — —).



Figur 35.

Stamantal per hektar i björk-gran-bestånd enligt Agestam (1985). Bonitet för gran = G27, för björk = B21. I samtliga exemplen är utgångsläget totalt 2 800 stammar per ha vid 29 års ålder. Alternativ 1) = rent granbestånd (—), 2) = 75 % gran och 25 % björk, där björken finns med under hela omloppstiden (---), 3) = 75 % gran och 25 % björk, där björken gallras bort vid 49 års ålder (----).

ningarna anger att granen skall vårdas och ge det ekonomiska utbytet medan lövslaget, oftast björk, skall fungera som skärm och ge granen god kvalitet samt svara för naturvård och ett gott marktillstånd. En viss värdefull björkproduktion kan förväntas. Kronobergsmetoden utförs i tre steg enligt följande:

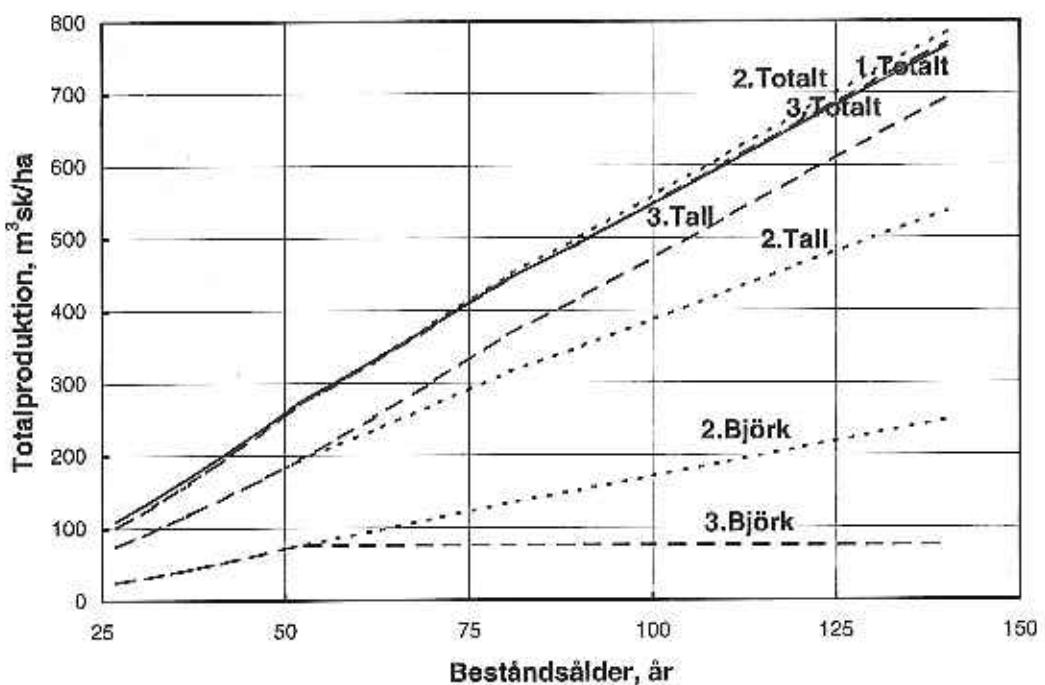
- 1) Då det första lövslaget är 3–4 m högt sker en första röjning till 1,5–2 m avstånd mellan stammarna. De 0,5–1 m höga granplantorna kan då utvecklas normalt.
- 2) Efter ca 6–7 år sker nästa röjning av lövträden så att avståndet blir 2,5–3 m mellan stammarna. Granarna utglesas till normalförband, d.v.s. 2 500–3 000 stammar per hektar.
- 3) Ytterligare 6–7 års senare, då björkarna är i 20-årsåldern, avvecklas större delen av lövträdskärmarna som då ger massaved och brännved. Ett fåtal björkar lämnas kvar i det nya beståndet där granarna nått 3–4 m höjd. Den som vill ha mer lövträd i beståndet kan lämna 100–400 björkar per hektar.

Björk och tall

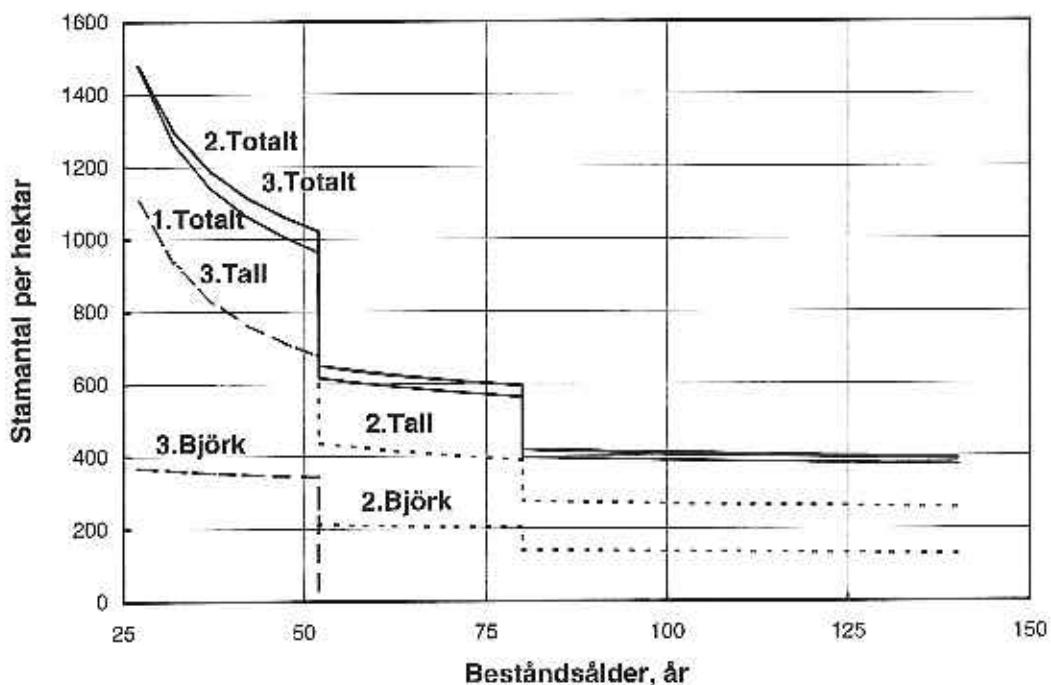
Tall och björk är båda pionjärträdsarter med stort ljusbehov. Det innebär att en blandning av dessa arter inte fungerar i olik skikt, som björk och gran, utan måste växa tillsammans och konkurrera om ljuset i samma skikt. Redan för över 60 år sedan visade Lappi-Seppälä (1930) att en blandning av likåldrig björk och tall, i förhållande 40 % björk och 60 % tall, producerade mer per yta än

de båda trädslagen var för sig. Mielikäinen (1980) kunde inte se några större skillnader i volymproduktion mellan ren tallskog och blandskog med björk och tall. Detta gällde oavsett om björken finns kvar hela omloppstiden eller avverkas på vägen. Ren björkskog producerade endast 80 % av volymen jämfört med de båda andra alternativen. Om man emellertid beaktat björkens högre veddensitet blir produktionen räknad som torrsubstans ca 10 % högre i blandbestånd än i ren tallbestånd. Senare har Valsta & Mielikäinen (1987) gjort beräkningar som visar att blandbestånd av tall och värtbjörk är motiverat med tanke på såväl volym- som värdeproduktion. En förutsättning är att björken inte domineras utan att tallen har ett tillräckligt stort försprång för björken. En typisk optimal skötselregim, enligt författarna, har 20–40 % björkstammar under de första 40–50 åren. Därefter avlägsnas björken och vi får ett rent tallbestånd vid slutet av omloppstiden. Resultaten bygger på en prisrelation mellan tall- och värtbjörksvirke på 1,07, men de gäller även om kvoten ökas till 1,2 och bedöms därför vara användbara i hela Finland.

Agestam (1985) fann en något högre volymproduktion i blandbestånd än i ren bestånd på goda boniter men högre produktion i ren tallbestånd på magtrare marker. Även här gäller att om man räknar producerad torrsubstans så blir skillnaden mellan blandbestånd och ren tallskog accentuerad på bättre marker. Exempel från dessa produktionssimuleringar finns i figur 36–37. Hägg (1991) utnyttjade Agestams funktioner och visade att det är ekonomiskt lönsamt att förtäta produktionsförbandet



Figur 36.
Totalproduktion (m³ sk per ha) i björk-tall-bestånd enligt Agestam (1985). Bonitet för tall = T24, för björk = B19. I samtliga exemplen är utgångsläget totalt 1 477 stammar per hektar vid 27 års ålder. Alternativ 1) = rent tallbestånd (—), 2) = 75 % tall och 25 % björk, där björken finns med under hela omloppstiden (- - -), 3) = 75 % tall och 25 % björk, där björken gallrats bort vid 52 års ålder (— - -).



Figur 37.
Stamantal per hektar i björk-tall-bestånd enligt Agestam (1985). Bonitet för tall = T24, för björk = B19. I samtliga exemplen är utgångsläget totalt 1 477 stammar per hektar vid 27 års ålder. Alternativ 1) = rent tallbestånd (—), 2) = 75 % tall och 25 % björk, där björken finns med under hela omloppstiden (- - -), 3) = 75 % tall och 25 % björk, där björken gallrats bort vid 52 års ålder (— - -).

med självskötande björk i tallplantningar, inte minst med tanke på tallens kvalitetsdanning. I Hägg kommenterade att björken i ett tidigt skede har den fördelen gentemot tallen att den både kan tas ut som attraktivt bränsle eller lämnas kvar i beståndet utan att risken för insektshärjningar ökar.

Asp och gran

Blandskog av asp och gran kommer inledningsvis, liksom björk och gran, att vara tvåskiktad för att med tiden blimes och mer enskiktad. I enskiktade bestånd kan gran och asp växa tillsammans om aspen inte domineras. Utvecklingen och möjligheterna till en ökad produktion i blandskog av asp och gran jämfört med i ren bestånd kan bedömas vara liknande dem för björk och gran. Dock anses risken för piskskador vara mindre med asp, varför antalet röjningar och gallringar kan bli färre. Ofta kommer gran in spontant i skötta aspbestånd. Langhammer & Opdahl (1990) betonade vikten av att utnyttja aspens tillväxtmöjligheter innan granen friställs. Enligt Johansson & Lundh (1991) bör man den bästa tillväxten med en 30- till 40-procentig inblandning av asp bland granarna. I tvåskiktade bestånd bör aspen vid 5 m höjd röjas till 4 000 – 5 000 stammar per hektar. Vid 50–60 år bör aspatna vara avvecklade.

Lövbladbestånd

De svenska lövskogarna är ofta naturligt föryngrade med en viss successionsordning mellan pionjärer och sekundära trädslag (Almgren, 1990). Utarbetade modellen och anvisningar för skötsel av lövbladskogar är mycket sparsamt förekommande, och det är tydligt att det här finns en stor kunskapslucka. Det behövs särskilda resurser till forskning och utveckling inom detta område. Rent generellt är det sannolikt bäst att inrikta blandskogsskötseln mot ett förekommande huvudträdsdag, eftersom de ingående arternas tillväxt och konkurrensförmåga varierar. Med detta får det mest värdefulla trädsaget optimal skötsel, och man riskerar inte beståndets framtid på grund av obeslutsamhet eller återkommande ändringar av skötselplaner. I tydligt tvåskiktade bestånd bör man kunna handla efter ett huvudträdsdag i varje skikt. Samtidigt skall man naturligtvis ta tillvara möjligheterna att utnyttja andra förekommande trädslag, men skötseln av dessa bör vara underordnad skötseln av huvudträdsdag.

Hur skall man avgöra vilket som är huvudträdsaget? Det finns teoretiskt sett i huvudsak tre kriterier för att avgöra detta. Det första, och på lång sikt helt avgörande, är att trädsaget skall vara anpassat till de ständortsförhållanden som gäller på lokalen (se avsnittet Ständortsanpassning). Ofta är situationen sådan att de flesta av de befintliga trädslagen faktiskt växer på en för arten gynnsam ständort. Nästa kriterium är att huvudträdsaget skall finnas i stort antal eller stor volym och betinga ett relativt till de andra arterna högt värde. I ett flerskiktat bestånd kan tillståndet vara sådant att det självtklara huvudträdsaget

befinner sig nära avverkningstidpunkten och av den anledningen inte kan vara det framtida huvudalternativet. Enligt kriterium tre skall man i en sådan situation satsa på den mest utvecklingsbara arten. Man bör alltså kunna arbeta med olika huvudträdsdag i separata skikt. Vidare måste man vara flexibel och tillämpa olika trädslag alltförstensom de rumsliga kriterierna varierar. Det kan leda till arealmässigt små enheter.

I litteraturen kan man få en viss vägledning inför skötseln av blandbestånd. Almgren (1990) påtalar möjligheten att utnyttja björk som amträd eller skärmträd till plantning bok även om arterna inte är lämpliga att ha i samma skikt. Björken kan även användas tillsammans med ek och där både agera skärmträd och ingå som utfyllnad i det tidiga beståndet. Almgren bedömer också att glasbjörk och klibbal på fuktiga lokaler kan prestera bättre än respektive trädslag för sig. Dessutom torde det samma gälla för vårtbjörk och klibbal på friska marker, och där bör klibbhalen även kunna blandas med ek. Klibbhalens fördel gentemot björken i blandning med ek är, att den genom sin kvävefixering bidrar till att förbättra markens näringssubstans, att den har mindre benägenhet att piska ekarna, samt att den har större förmåga till stubbskottskjutning och därmed lättare kan bilda ett underbestånd till ekarna. Almgren påtalar också möjligheten att blanda al och ask på fuktiga lokaler där slutbeståndet blir ask med ett underbestånd av al.

Gustavsson (1991) har studerat särskilda trädslagsutvecklingsförlopp i orörda sydsvenska blandskogar och bl.a. konstaterat att pionjärlövträden tillsammans kan dominera beståndsutvecklingen under lång tid innan sekundära arter bryter igenom. För blandskogar där träden skall konkurrera i samma skikt nämner Gustavsson i första hand trädslagskombinationerna bok-gran, asp-björk och avenbok-skogskönn. Även kombinationerna avenbok-hök, ask-ek och björk-ek kan fungera bra men kräver mer skötsel. I de fall man strävar efter tvåskiktade bestånd finns ännu fler möjligheter. Gustavsson betonar vikten av god underväxtbehandling och individuell skötsel av huvudstammar för att uppnå ett gott virkesutbyte och höga miljövärden.

En speciell variant av lövbladskog som kan utvecklas väl ekonomiskt är den naturligt föryngrade bladskogen där ek ingår. Ståhl (1994) har ägnat denna typ särskild uppmärksamhet. Den har ofta uppstått på övergivna kulturmärker såsom gamla slätterängar och betesmarker. Enligt Ståhl kan dessa bestånd utvecklas mot ren ekbestånd. Kravet är att det finns 40–50 bra ekar med stor utvecklingspotential efter en tänkt gallring. Om så är fallet måste detta bestånd röjas/gallras, helst i 20-års åldern men senast vid 40 år, för att gynna ekarna. Dessa stamkvistas och rensas från vattenskott. Beståndsbehandlingen mellan ekhuvudstamarna sker enligt ett normalt förlopp med gallring var fjärde till var femte år fram till 80 års ålder, varefter den "rena" ekskogen får växa vidare i ca 40 år.

Erkännande

Vid tillkomsten av denna Redogörelse har författaren haft stor hjälp av den samlade lövskogs-experten i landets södra del. Ett särskilt tack vill jag rikta till Torvald Persson, tidigare biträdande regionchef på Södra och till godsförvaltaren Esben Møller Madsen på Trolleholm. Dessa båda har ständigt plågats av mina frågor och villigt ställt upp och hjälpt till. Vidare har Gunnar Almgren (tidigare Skogsstyrelsen), Kenneth Arvidsson (AB Gustaf Kähr), Bo Bergquist (Tarkett), Jens Bjetregaard (Björnstorps godsförvaltning), Nils Nannestad (tidigare Rössjöholms Gods) och Erik Tham (tidigare AssiDomän) ställt sitt stora kunnande till förfogande. Jag vill rikta ett stort tack till dem, samt till alla andra som bidragit till innehållet i denna Redogörelse.

Referenser

- Agestam, E. 1985. En produktionsmodell för blandbestånd av tall, gran och björk i Sverige. SLU, Inst. f. skogsproduktion, Rapport 15, 150 s, Garpenberg.
- Agestam, E. 1991. Blandskogens produktion. *Skog & Forskning* 2/91, 44–51.
- Agestam, E., Ekö, P.-M. & Johansson, U. 1993. Ett gallringsförsök i ek i Skarhults försökspark. SLU, Enheten f. sydsvensk skogsforskning, Arbetssrapport 2, 15 s, Alnarp.
- Ahbe, C.-J., Biehl, H., Fahrig, B. & Fulge, H. 1996. Förderung und Pflege von Buchen- und Buchenmischbestockungen. *Allgemeine Forst Zeitschrift* 51, 479–484.
- Almgren, G. 1990. Lövskog – Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård. Skogsstyrelsen, 261 s, Jönköping.
- Almgren, G., Ingelög, T., Ehnström, B. & Mörtnäs, A. 1984. Ädellövskog – Ekologi och skötsel. Skogsstyrelsen, 136 s, Jönköping.
- Andersson, H. 1996. Taper curve functions and quality estimation for common oak (*Quercus robur* L.) in Sweden. SLU, Inst. f. skoglig resurshållning, Arbetsrapport 10, 19 s, Umeå.
- Andersson, S.-O. 1954. Funktioner och tabeller för kubering av småträd. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 44:12, 29 s.
- Arnborg, T. 1964. Det Nordsvenska Skogstypsschemat. Svenska Skogsvärdsföreningen, 21 s, Stockholm.
- Balandier, P. 1997. A method to evaluate needs and efficiency of formative pruning of fast-growing broad-leaved trees and results of an annual pruning. *Canadian Journal of Forest Research* 27, 809–816.
- Bechsgaard, A. & Larsen, P.V. 1997. Masurbirki Norge og Finland – og i Danmark? *Skoven* 5/97: 246–248.
- Berg, S., Lundström, A. & Svensson, S.A. 1996. Lövträd i Sverige – Tillgångar och utnyttjande i dag samt framtidens utveckling i några områden. Sveriges Lantbruksuniversitet, 86 s, Umeå.
- 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.
- Bergman, F. 1991. Björk och asp i ett skogshistoriskt perspektiv. SLU, Skogsfakta Konferens nr 15, 4–15, Uppsala.
- 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.
- Bornebusch, C.H. 1948. Egeprøveflader i Nordsjælland. *Det forstlige Forøgsvæsen i Danmark* 19(3), 205–252.
- Braastad, H. 1967. Produktionsstabeller for björk. *Meddelelser fra det Norske Skogforskningsvesen* 22, 265–365.
- Braastad, H. 1977. Tilvekstmødellprogram for björk. Norsk Institutt for Skogforskning, Rapport 1/77, 17 s, Ås, Norge.
- Braathe, P. 1988. Utviklingen av gjenvekst med ulike blandingsforhold mellom bartrær og løvtrær II. Rapporter fra Norsk institutt for skogforskning 8/88, 1–50, Ås, Norge.
- Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd. Tall, gran och björk. SLU, Inst. f. skogsproduktion, Rapport 26, 72 s, Garpenberg.
- Cameron, A.D. 1996. Managing birch woodlands for the production of quality timber. *Forestry* 69, 357–371.
- Cannell, M.G.R., Sheppard, L.J. & Milne, R. 1988. Light use efficiency and woody biomass production of poplar and willow. *Forestry* 61, 125–136.
- Carbonnier, C. 1947. Produktionsöversikter för ask. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 36:5, 44 s.
- Carbonnier, C. 1971. Bokens produktion i södra Sverige. *Studia Forestalia Suecica* 91, 1–89.
- Carbonnier, C. 1975. Produktionen i kulturbestånd av ekl i södra Sverige. *Studia Forestalia Suecica* 125, 1–89.
- Carbonnier, C. u.å. Funktioner för kubering av europeisk, sibirisk och japansk lärk. Manuskrift, 12 s.
- Drakenberg, B. 1991. Kompendium i skoglig lövträdkändedom. SLU, Inst. f. ständortslära, 74 s, Umeå.
- Ek, A.R. & Monsrud, R.A. 1979. Performance and comparison of stand growth models based on individual tree and diameter-class growth. *Canadian Journal of Forest Research* 9, 231–244.
- Ekö, P.M. 1985. En produktionsmodell för skog i Sverige, baserad på bestånd från tiksskogstaxeringens provytor. SLU, Inst. f. skogsskötsel, Rapport 16, 224 s, Umeå.
- Ekö, P.M., Pettersson, N. & Bjetregaard, J. 1995. Pre-commercial thinning in European beech (*Fagus sylvatica* L.). Results from a field trial. *Forest & Landscape Research* 1(3), 207–226.
- Elfvling, B. 1986. Odlingsvärdet av björk, asp och al på nedlagd jordbruksmark i Sydsverige. *Sveriges Skogsvärdsförbunds Tidskrift* 5/86, 30–41.
- Eriksson, H. 1973. Volymfunktioner för stående träd av ask, asp, klibbal och contorta-tall. Skogshögskolan, Inst. f. skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser 26, 26 s, Stockholm.

- Eriksson, H. 1991. Vad vet vi i dag om björkens och aspens produktion i Sverige? SLU, Skogsfakta Konferens Nr 15, 73–83, Uppsala.
- Eriksson, H., Johansson, U. & Kivistö, 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.
- Evans, J. 1984. Silviculture of broadleaved woodland. *Forestry Commission Bulletin* 62, 232 s., London.
- Frank, J. & Borchgrevink, I. 1982. Jordmonnsutviklingen under bestand av gran (*Picea abies*) og osp (*Populus tremula*) i Ås. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* 61(19), 1–30.
- Fries, J. 1964. Vårbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Studio Forestalia Suecica* 14, 1–227.
- Frivold, L.H. 1982. Bestandsstruktur og produksjon i blandingskog av bjørk (*Betula verrucosa* Roth., *B. pubescens* Ehrh.) og gran (*Picea abies* (L.) Karst.) i Sydøst-Norge. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* 61(18), 1–108.
- Frivold, L.H. 1994. Trier i kulturlandskapet. Landbruksforet, 224 s., Ås.
- Frivold, L.H. & Groven, R. 1996. Yield and management of mixed stands of spruce, birch and aspen. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences Suppl.* 24, 21–28.
- Frivold, L.H. & Mielikäinen, K. 1990. The effects of hardwoods on softwood growth in Fennoscandia. In: *The Silvics and Ecology of Boreal Spruces* (eds. B.D. Titus, M.B. Lavigne, P.F. Newton & W.J. Meades), 75–82, 1989 IUFRO Working Party S1.05-12, For. Can. Inf. Rep. N-X-271.
- Frivold, L.H. & Mielikäinen, K. 1991. The silviculture of birch in Scandinavia. In: *The Commercial Potential of Birch in Scotland* (eds. R.J. Orrain-Smith & R. Worrell), 55–66, The Forestry Industry Committee of Great Britain, London.
- Gabrielsson, N.A. 1996. Kan vi sköta bokskog för framtidens kvalitetskrav? In: *Ådla Lövträdet i Dagens och Framtidens Skog* (ed. U. Olsson), 42–44, Skogsvärdsstyrelsen, Kristianstad.
- Granhall, U. & Verwijst, T. 1994. Grey alder (*Alnus incana*) – a N₂-fixing tree suitable for energy forestry. In: *Biomass for Energy and Industry* (eds. D.O. Hall, G. Grassi & H. Scheer), 409–413, 7th E.C. Conference, Ponte Press, Bochum, Germany.
- Gunnarsson, A. 1988. *Träden och människan*. Rabén & Sjögren, 208 s., Kristianstad.
- Gustavsson, R. 1991. Trädens tävlings才能 i sydsvensk blandskog. *Skog & Forskning* 2/91, 23–34.
- Hagberg, P. & Matérn, B. 1975. Tabeller för kubering av ek och bok. Skogshögskolan, Inst. f. skoglig matematisk statistik, Rapporter och Uppsatser 14, 118 s., Stockholm.
- Haugberg, M. 1958. Produksjonsoversikt over osp. Foreløpig rapport. *Meddelelser fra det Norske Skogforskningsinstitut* 15, 143–186.
- Haveraaen, O. 1991. Osp i norsk skogbruk. SLU, Skogsfakta Konferens Nr 15, 88–93, Uppsala.
- Heiskanen, V. 1957. Quality of the common birch and the white birch on different sites. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 48.6, 99 s. På finska.
- Heiskanen, V. 1958. Studies on pruning of birch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49.3, 1–68. På finska.
- Henriksen, H.A. 1988. *Skoven og Dens Dyrkning*. Dansk Skovforening, 664 s., København.
- Holten, N.E. & v. Diest, W. 1996. Über das Umsetzen in dänischen Eichenbeständen. Eine Untersuchung über Zuwachs und finanziellen Ertrag von Einzelbäumen. *Forstarchiv* 67, 160–174.
- Holten-Andersen, P. 1986. Økonomien i cyclisk bøgedyrkning. *Dansk Skovforening Tidsskrift* 71(3), 251–290.
- Hultén, E. 1950. *Atlas över växternas utbredning i Norden*. Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, 512 s., Stockholm.
- Hägg, A. 1991. Björken ökar tallens värde. *Skog & Forskning* 2/91, 52–57.
- Høeg, O.A. 1924. Bøken i Norge. *Tidsskrift for Skogbruk* 32, 61–81, 148–171, 242–253.
- Ilvessalo, Y. 1920. Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 15.4, 1–103. På finska.
- Ingestad, T. 1987. New concepts on soil fertility and plant nutrition as illustrated by research on forest trees and stands. *Geoderma* 40, 237–252.
- Jakobsen, B. 1976. Hybridasp (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.). *Det Forstlige Forlagsvesen i Danmark* 34, 317–338.
- Jakobsen, B. 1989. Bøgeforyngelser i dansk skovbrug de sidste 200 år. *Det Forstlige Forlagsvesen i Danmark* 42, 233–265.
- Johansson, T. 1996. 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. & Lundh, J.-E. 1991. Anläggning och skötsel av blandskog. *Skog & Forskning* 2/91, 11–18.
- Jones, E.M. 1959. Biological flora of the British Isles: *Quercus* L. *Journal of Ecology* 47, 169–222.
- Jonsson, B. 1962. Om barrbladskogens volymproduktion. *Meddelanden från Statens Skogforskningsinstitut* 50(8), 1–143.
- Jüttner, 1955. Frische-mäßige und starke Durchforstung. In: *Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung* (ed. R. Schobert 1975), 12–15, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- Karlsson, A. 1991. Naturlig föryngring och sådd av björk – möjligheter och problem på nedlagd åkermark. SLU, Skogsfakta Konferens nr 15, 111–114, Uppsala.

- Karlsson, A., Albrechtson, 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.
- Kett, G. 1996. The effect of heavy or 'free growth' thinning on oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*). *Forestry* 69, 303–317.
- Kleinschmit, J. & Svolba, J. 1995. Intraspecific variation of growth and stem form in *Quercus robur* and *Quercus petraea*. *Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz* Nr 34, 75–99. På tyska.
- Koivisto, P. 1959. Growth and yield tables. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51.8, 1–49. På finska.
- Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 108, 1–74.
- Lagerberg, T. 1972. Kompendium i trädkändedom II. Skogshögskolan, 226 s., Stockholm.
- Langhammer, A. & Opdahl, H. 1990. Forrygelse og pleie av osp (*Populus tremula* L.) i Norge. Norsk institutt for skogforskning, Rapport 1/90, 22 s., Ås, Norge.
- Lappi-Seppälä, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung glcikaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 15, 1–243.
- Le Goff, N. & Ottorini, J.-M. 1993. Thinning and climate effects on growth of beech (*Fagus sylvatica* L.) in experimental stands. *Forest Ecology and Management* 62, 1–14.
- Linder, S. & Axelson, B. 1982. Changes in carbon uptake and allocation patterns as a result of irrigation and fertilization in a young *Pinus sylvestris* stand. In: *Carbon Uptake and Allocation in Subalpine Ecosystems as a Key Management* (ed. R.H. Waring), 38–44, Oregon State University, For. Res. Lab.
- Linder, S., McMurtrie, R.E. & Landsberg, J.J. 1986. Growth of eucalypts: A mathematical model applied to *Eucalyptus globulus*. In: *Crop Physiology of Forest Trees* (eds. P.M.A. Tigerstedt, P. Puttonen & V. Koski), 117–126, Helsinki University Press, Helsinki.
- Ljunger, Å. 1972. Artkorsning och polyploidsförädling inom släktet *Athus*. Skogshögskolan, Inst. f. skogs-genetik, 71 s., Stockholm.
- Lundgren, I.N., Pan, H., Theander, O., Eriksson, H., Johansson, U. & Svensson, M. 1995. Development of a new chemical method for distinguishing between *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 25, 1097–1102.
- Lundh, J.-E. & Josefsson, R. 1989. Björk och asp i barrskog – Skötselråd för alla bestårdsåldrar. SLU, Inst. f. skogsproduktion, Rapport 25, 77 s., Garpenberg.
- Løvengreen, J.A. 1951a. Udhugning i bøg i Danmark siden 1900, statistisk høyst og teoretisk bedømt. *Det forstlige Forsognsvesen i Danmark* 20, 271–354.
- Løvengreen, J.A. 1951b. Fra Bregentveds egeskove. Tal og tilvækst. *Dansk Skovforenings Tidsskrift* 36, 161–202.
- Martinsson, O. 1995. Odling av masurbjörk – en utvecklad nisch för svenskt skogsbruk. SLU, Fakta Skog Nr 11, 4 s., Uppsala.
- Mielikäinen, K. 1980. Structure and development of mixed pine and birch stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(3), 1–82. På finska.
- 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. På finska.
- Mielikäinen, K. 1991. Erfarenheter av 30 års björkodling i Finland. SLU, Skogsfakta Konferens nr 15, 84–87, Uppsala.
- Mitscherlich, G. 1945. Schwarzerle - Starke Durchforstung. In: *Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung* (ed. R. Schöber 1975), 48–51, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- Møller, C.M. 1933. Boniteringstabeller og bonitetsvise tilvækstoversigter for bøg, eg og rødgran i Danmark. *Dansk Skovforenings Tidsskrift* 28, 457–513, 537–626.
- Møller, C.M. & Nielsen, C. 1959. Bonitetsvise tilvækstoversigter for ask i Danmark ca 1950. *Dansk Skovforenings Tidsskrift* 44, 340–401.
- Møller Madsen, E. 1991. Kan granen lösa tomgångsproblem? *Skog & Forskning* 2/91, 36–41.
- Møller Madsen, E. 1994. Löner det sig att odla ädellövskog? In: *Ekfärnjanget 50 år*, 41–51. Ekfärnjanget, Ronneby.
- Niemistö, P. 1996. Yield and quality of planted silver birch (*Betula pendula*) in Finland – Preliminary review. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences Suppl.* 24, 51–59.
- Näslund, M. & Hagberg, E. 1950. Skogsundersökningens större tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige. Statens Skogsundersökningsinstitut, Experimentalfältet, 200 s., Stockholm.
- 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.
- Oliver-Villanueva, J.-V., Quer, M. & Becker, G. 1996. Holzqualität aus weitständigen Eschenbeständen. *Österreichische Forstzeitung* 2/96, 17–21.
- Opdahl, H. 1992. Bonitet, vekst og produksjon hos osp (*Populus tremula* L.) i Sør-Norge. *Meddelelser fra Skogforsk* 44(11), 1–44.
- Opdahl, H. & Veidahl, A. 1993. Grær - produksjon og økonomi. Aktuelt fra Skogforsk, NISK och NT.H, 7–10, Ås, Norge.
- Perala, D.A. 1978. Thinning strategies for aspen: a prediction model. USDA Forest Service, Research Paper NC-161, Aspen Birch Conifer Program, Minnesota.
- Perala, D.A. & Alm, A.A. 1990. Regeneration silviculture of birch: A review. *Forest Ecology and Management* 32, 39–77.

- Perala, D.A., Host, G.F., Jordan, J.K. & Cieszewski, C.J. 1996. A multiproduct growth and yield model for the circumboreal aspens. *Northern Journal of Applied Forestry* 13, 164–170.
- Persson, T. 1996. *Lövskog i Sydsverige*. Södra Region Syd, 16 s., Kristianstad.
- Persson, T. & Rytter, L. 1998. Sägutbyten och trädvården hos björk, ek och klibbal – röjda och gallrade bestånd i södra Sverige. SkogForsk, Arbetsrapport Nr 397, 15 s., Uppsala.
- Petrini, S. 1938. Boniteringstabeller för bok. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsanstalt* 31, 65–86.
- Petrini, S. 1942. Boniteringstabeller och tillväxtöversikter för ek. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsanstalt* 33, 213–246.
- Raulo, J. 1987. *Björkboken*. Skogsstyrelsen, 87 s., Jönköping.
- 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 Suppl.* 24, 61–78.
- 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. & Werner, M. Lönsam lövskog – steg för steg. SkogForsk, 43 s., Uppsala.
- Schober, R. 1967. Rotbuche – mässige und starke Durchforstung. In: *Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung* (ed. R. Schober 1975), 30–45, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- Schwappach, 1929. Birke. In: *Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung* (ed. R. Schober 1975), 54–55, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- Skogsvärdsstyrelsen 1996. Kronobergsmetoden för lövröjning – skärmmetod för skötsel av gransföryngringar med tätt lövslä. Skogsvärdsstyrelsen i Kronobergs län, 4 s., Växjö.
- Sonesson, J., Albrektson, A. & Karlsson, A. 1994. Björkens produktion på nedlagd jordbruksmark i Götaland och Svealand. STU, Inst. f. skogsskötsel, Arbetsrapport 88, 31 s., Umeå.
- Spellmann, H. & v. Dicst, W. 1990. Entwicklung von Z-Baum-Kollektiven in langfristig beobachteten Eichen-Versuchsfächern. *Forst und Holz* 45, 573–580.
- Stone, E.L. & Kalisz, P.J. 1991. On the maximum extent of tree roots. *Forest Ecology and Management* 46, 59–102.
- Stål, E. 1986. *Eken i skogen och landskapet*. Södra Skogsägarna, 127 s., Växjö.
- Stål, E. 1994. Framtagning av ekbestånd ur självföryngrad blandskog. In: *Ekfrämjandet 50 år*, 32–40. Ekfrämjandet, Ronneby.
- Sveriges Skogsvärdsförbund 1994. *Praktisk Skogshandbok*, 14:e uppl., Sveriges Skogsvärdsförbund, 510 s., Djursholm.
- Söderberg, U. 1986. Funktioner för skogliga produktionsprognoser. Tillväxt och formhöjd för enskilda träd av inhemska trädslag i Sverige. SLU, Avd. f. skogsuppskattning och skogsindelning, Rapport 14, 251 s., Umeå.
- Söderberg, U. 1992. Funktioner för skogsindelning. Höjd, formhöjd och barktjocklek för enskilda träd. STU, Inst. f. skogstaxering, Rapport 52, 87 s., Umeå.
- Tham, Å. 1987. Tvåskiktade bestånd av gran och björkt – sätt att öka produktionen? *Skogen i energiföröringen*. SLU, Skogsfakta Konferens nr 10, 46–51.
- Tham, Å. 1988. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.). Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. Forest Yield Research, Report No. 23, 1–36, Garpenberg.
- Tham, Å. 1994. Crop plans and yield predictions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.) in mixtures. *Studia Forestalia Suecica* 195, 1–21.
- Trincado, G., v. Gadow, K. & Tewari, V.P. 1996. Comparison of three stem profile equations for *Quercus robur* L. *South African Forestry Journal* 177, 23–29.
- Wall, R.E. 1971. Variation in decay in aspen stands as affected by their clonal growth pattern. *Canadian Journal of Forest Research* 1, 141–146.
- Valsta, L. & Mielikäinen, K. 1987. Blandskogens ekonomi: tall med inblandad värthjörk. *Sveriges Skogsvärdsförbunds Tidskrift* 1/87, 20–25.
- Werner, M. (1988) Lönsammare björk genom växtförädling. STU-Meddelande D320, 43–49, Skogsindustrins Tekniska ForskningsInstitut, Stockholm.
- Wimmenauer, 1919. Esche – schwache Durchforstung. In: *Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung* (ed. R. Schober 1975), 52–53, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.

Bilaga 1

Funktioner för att bestämma trädvolym på bark i Götaland och Svealand. Följande förkortningar används i de olika funktionerna: v = trädets volym på bark ovan stubbe i dm^3 ; v_s = stamvolym i dm^3 ; v_g = grenvolym i dm^3 ; h = trädets höjd från marken i m; d = brösthöjdsdiameter på bark i cm; k = krongränsens höjd över mark i meter. Krongränsen sätts där nedresta gröna kvist är förankrad i stammen. Isolerad grön kvist räknas inte om fler än två döda grenar finns emellan den gröna kvisten och övrig grön krona, b = dubbel barktjocklek i mm.

| Trädslag | Funktion | Kommentar |
|-------------------|---|--|
| Ek, $h \geq 10$ m | $v_g = 0,03522d^2h + 0,08772dh - 0,04905d^2$ | hela stammar (Hagberg & Matérn, 1975) |
| Ek, $h < 10$ m | $v_g = 0,03522d^2h + 0,08772dh - 0,04905d^2 + (1-h/10)^2 \times (0,01682d^2h + 0,01108dh - 0,02167dh^2 + 0,04905d^2)$ | hela stammar (Hagberg & Matérn, 1975) |
| Ek | $v_g = 0,02813d^2h - 0,3178dh - 0,0006658d^2h^2$ | hela stammar, om $v_g < 0$ sätts $v_g = 0$ (Hagberg & Matérn, 1975) |
| Ek, $h \geq 10$ m | $v_g = 0,03829d^2h + 0,08772dh - 0,04905d^2$ | klykstammar (Hagberg & Matérn, 1975) |
| Ek, $h < 10$ m | $v_g = 0,03829d^2h + 0,08772dh - 0,04905d^2 + (1-h/10)^2 \times (0,01682d^2h + 0,01108dh - 0,02167dh^2 + 0,04905d^2)$ | klykstammar (Hagberg & Matérn, 1975) |
| Ek | $v_g = 0,02729d^2h - 0,3178dh - 0,0006658dh^2$ | klykstammar, om $v_g < 0$ sätts $v_g = 0$ (Hagberg & Matérn, 1975) |
| Bok | $v_g = 0,01275d^2h + 0,12368d^2 + 0,0004701d^2h^2 + 0,00622dh^2$ | hela stammar (Hagberg & Matérn, 1975) |
| Bok | $v_g = 0,02080d^2h - 0,24212dh - 0,0003486d^2h^2$ | hela stammar, om $v_g < 0$ sätts $v_g = 0$ (Hagberg & Matérn, 1975) |
| Bok | $v_g = 0,01681d^2h + 0,12368d^2 + 0,0004701d^2h^2 + 0,00622dh^2$ | klykstammar (Hagberg & Matérn, 1975) |
| Bok | $v_g = 0,01936d^2h - 0,24212dh - 0,0003486d^2h^2$ | klykstammar, om $v_g < 0$ sätts $v_g = 0$ (Hagberg & Matérn, 1975) |
| Ask | $v = 0,03310d^2 + 0,03246d^2h + 0,04127dh$ | odelade stammar (Eriksson, 1973) |
| Ask | $v = 0,03310d^2 + 0,03593d^2h + 0,04127dh$ | delade stammar (Eriksson, 1973) |
| Björk | $v = 0,09595d^2 + 0,02375d^2h + 0,01221dh^2 - 0,03636h^2 - 0,004605dhb$ | (Näslund & Hagberg, 1950) |
| Björk | $v = 0,11 + 0,1302d^2 + 0,01063d^2h + 0,007981dh^2$ | $d < 5$ cm (Andersson, 1954) |
| Björk | $v = (-14,54 + 1,27385d^2 + 0,31656d^2h + 0,009752dh^2 - 0,12263h^2 - 0,042145d^2b)/10$ | $d \geq 5$ cm (Braastad, 1967) |
| Björk | $v = (9,99 + 0,06325d^2 + 0,2849d^2h + 0,08848dh^2 - 0,07988h^2)/10$ | $d < 5$ cm (Braastad, 1967) |
| Björk | $\ln(v) = -4,49213 + 2,10253\ln(d) + 3,98519\ln(h) - 2,65900\ln(h-1,3) - 0,0140970d$ | $h > 4$ m (Laasasenaho, 1982) |
| Björk | $v = 10^{-0,89363} \times d^{2,23818} \times (d+20,0)^{-1,05930} \times h^{6,02015} \times (h-1,3)^{-4,51472}$ | för breddgrad $- 56,9^\circ$, $h \geq 6$ m, $d \geq 4,5$ cm (Brandel, 1990) |
| Björk | $v = 10^{-0,05489} \times d^{2,23818} \times (d+20,0)^{-1,05930} \times h^{6,02015} \times (h-1,3)^{-4,51472}$ | för breddgrad $57,0^\circ - 58,9^\circ$, $h \geq 6$ m, $d \geq 4,5$ cm (Brandel, 1990) |
| Björk | $v = 10^{-0,04627} \times d^{2,23818} \times (d+20,0)^{-1,05930} \times h^{6,02015} \times (h-1,3)^{-4,51472}$ | för breddgrad $59,0^\circ -$, $h \geq 6$ m, $d \geq 4,5$ cm (Brandel, 1990) |
| Asp | $v = 0,01548d^2 + 0,03255d^2h - 0,000047d^2h^2 - 0,01333dh + 0,004859dh^2$ | $d \geq 5$ cm (Eriksson, 1973) |
| Asp | $v = (-0,04755 + 0,0699d - 0,00023d^2 + 0,00004d^2h)/1000$ | $d > 8$ cm (Opdahl, 1992) |

| Trädsdag | Funktion | Kommentar |
|---------------|--|---|
| Klibbal | $v = 0,1926d^2 + 0,01631d^2h + 0,003755dh^2 - 0,02756dh + 0,000499d^2h^2$ | utan k (Eriksson, 1973) |
| Klibbal | $v = 0,1879d^2 + 0,04899d^2h + 0,001820d^2k - 0,2588dh + 0,8600h - 0,008658d^3$ | med k (Eriksson, 1973) |
| Gran | $v = 0,1059d^2 + 0,01968d^2h + 0,01468dh^2 - 0,04585h^2 + 0,006168d^2k$ | (Näslund & Hagberg, 1950) |
| Gran | $v = 0,22 + 0,1086d^2 + 0,01712d^2h + 0,008905dh^2$ | $d < 5$ cm (Andersson, 1954) |
| Gran | $\ln(v) = -3,77543 + 1,91505\ln(d) + 2,82541\ln(h) - 1,53547\ln(h-1,3) - 0,0085726d$ | $h > 3$ m (Laasasenaho, 1982) |
| Gran | $v = 10^{-1,02039} \times d^{2,00128} \times (d+20,0)^{-0,47473} \times h^{2,07138} \times (h-1,3)^{-1,61003}$ | $h \geq 4$ m, $d \geq 4,5$ cm (Brandel, 1990) |
| Gran | $v = 10^{-0,93173} \times d^{2,00103} \times (d+20,0)^{0,51644} \times h^{2,08914} \times (h-1,3)^{-1,61978} \times k^{0,04291}$ | $h \geq 4$ m, $d \geq 4,5$ cm (Brandel, 1990) |
| Tall | $v = 0,1193d^2 + 0,02574d^2h + 0,004054dh^2 + 0,007262d^2k - 0,003112dhb$ | (Näslund & Hagberg, 1950) |
| Tall | $v = 0,22 + 0,1066d^2 + 0,02085d^2h + 0,008427dh^2$ | $d < 5$ cm (Andersson, 1954) |
| Tall | $\ln(v) = -3,32176 + 2,01395\ln(d) + 2,07025\ln(h) - 1,07209\ln(h-1,3) - 0,0032473d$ | $h > 3$ m (Laasasenaho, 1982) |
| Tall | $v = 10^{-1,38903} \times d^{1,84493} \times (d+20,0)^{0,00863} \times h^{2,02122} \times (h-1,3)^{-1,01095}$ | $h \geq 4$ m, $d \geq 4,5$ cm (Brandel, 1990) |
| Lärk, eur/sib | $v = 0,04801d^2h + 0,08886d^2 - 0,01012d^2 - 0,08406dh + 0,1972h$ | mindre funktion. $d \geq 5$ cm (Carbonnier, u. å.) |
| Lärk, eur/sib | $v = 0,04588d^2h + 0,09008d^2 - 0,008844d^2 - 0,06460dh + 0,1488h - 0,001391dhb + 0,002654d^2k$ | större funktion. $d \geq 5$ cm (Carbonnier, u. å.) |
| Lärk, jap | $v = 0,05549d^2h + 0,1391d^2 - 0,01318d^2 - 0,1990dh + 0,3704h$ | mindre funktion. $d \geq 5$ cm (Carbonnier, u. å.) |

Bilaga 2

Bilaga 2a. Söderbergs (1986) formhöjdsfunktioner med utseendet $\ln fh = b_1 \times 1/(d+50) + b_2 \times 1/(d+50)^2 + b_3 \times \text{Åldersklass} \dots$. Variabler och koefficienter (b_i) för södra Sverige har angivits. Inom projektets verksamhetsområde kommer även funktionerna för mellersta Sverige att användas. I mellersta Sverige ingår Värmland, Kopparberg och Gävleborg. Förklaringar: fh = formhöjd; Diameter (d) mäts på bark i brösthöjd i mm; Åldersklass är totalålder för beståndet i år; Ständortsindex anges i dm för tall; Diametervot beräknas som trädets brösthöjdsdiameter / största brösthöjdsdiameter på provytan; Höjd över havet i m; Breddgrad i grader; Tall-, gran- och björkandel av provytans totala grundyta anges som en kvot; Sydöstra Sverige = 1 om ytan finns i östra Götaland och Svealand, i annat fall 0; Region 5 = 1 om ytan finns Blekinge, Skåne, Halland och Bohuslän, i annat fall 0; Kustnära = 1 om ytan ligger inom 5 mil från kust, i annat fall 0; Delyta = 1 om provytan inte är homogen utan är uppdelad på flera klasser vad gäller ålder, bördighet, täthet, huggningsklasser och ägare.

| Varlabel | Koefficienter för trädslagen i södra Sverige (b_i) | | | | | |
|--------------------------|--|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| | Tall | Gran | Björk | Övriga lövträd | Ek | Bok |
| 1/(d+50) | -0,24722E+03 | -0,20201E+03 | -0,10414E+03 | -0,15868E+03 | -0,10532E+03 | -0,24454E+03 |
| 1/(d+50) ² | 0,96476E+04 | 0,16550E+04 | -0,28202E+04 | 0,30541E+04 | - | 0,77370E+04 |
| Åldersklass | 0,64050E-02 | 0,39114E-02 | 0,15775E-02 | 0,45148E-02 | 0,65517E-02 | 0,25633E-02 |
| Åldersklass ² | -0,33916E-04 | -0,24311E-04 | -0,10844E-04 | -0,34685E-04 | -0,16776E-04 | -0,16976E-04 |
| Ständortsindex | 0,16113E-02 | 0,10805E-02 | 0,94915E-03 | 0,83659E-03 | -0,52081E-03 | 0,13153E-02 |
| Höjd över havet | -0,57111E-02 | 0,15779E-02 | -0,10506E-01 | -0,11257E-01 | - | - |
| Breddgrad x h & h | 0,98668E-04 | -0,26825E-04 | 0,18430E-03 | 0,19625E-03 | -0,42320E-05 | -0,56851E-05 |
| d-kvot | 0,17639E+00 | -0,25400E+00 | -0,32432E+00 | -0,16890E+00 | 0,14651E+00 | -0,29397E+00 |
| d-kvot ² | -0,30930E+00 | - | - | - | - | - |
| Tallandel av g-yta | 0,18507E+00 | 0,10089E+00 | -0,49356E-01 | -0,18665E+00 | - | - |
| Granandel av g-yta | 0,27249E+00 | 0,27052E+00 | 0,12381E+00 | 0,93429E-01 | 0,20009E+00 | 0,82213E-01 |
| Björk, del av g-yta | 0,12120E+00 | 0,64203E-01 | 0,11830E+00 | -0,74098E-01 | - | - |
| Sydöstra Sverige | 0,21324E-01 | - | 0,45225E-01 | - | 0,19265E+00 | 0,26924E+00 |
| Region 5 | - | - | - | - | -0,16720E+00 | -0,65403E-02 |
| Delad yta | -0,62357E-01 | -0,53712E-01 | -0,68294E-01 | -0,47553E-01 | -0,17627E+00 | -0,77845E-01 |
| Kustnära, <5 mil | -0,19831E+00 | -0,79867E-01 | - | - | - | - |
| Konstant | 0,19624E+01 | 0,23991E+01 | 0,22298E+01 | 0,22560E+01 | 0,20763E+01 | 0,25409E+01 |

Bilaga 2b. Barkfunktioner framtagna av Ekö och Söderberg (Söderberg, 1986) med utseendet
 $\ln b = b_1 \times d + b_2 \times d^2 + b_3 \times t + \dots$

| Varabel | Koefficienter för trädslagen i södra Sverige (b_i) | | | | | | | |
|-------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Tall | Gran | Glasbjörk | Värtbjörk | Björk | Övr lövträd | Ek | Bok |
| d | 0,84207E-02 | 0,55670E-02 | 0,83895E-02 | 0,12948E-01 | 0,10551E-01 | 0,99684E-02 | 0,64773E-02 | 0,56775E-02 |
| d^2 | -0,10834E-04 | -0,52109E-05 | -0,92737E-05 | -0,15211E-04 | -0,10367E-04 | -0,13735E-04 | -0,63950E-05 | -0,53487E-05 |
| t | 0,62648E-02 | 0,45038E-02 | 0,70117E-02 | 0,56088E-02 | 0,35263E-02 | 0,75334E-02 | 0,95725E-02 | 0,36356E-02 |
| t^2 | -0,25723E-04 | -0,58820E-05 | -0,10746E-04 | -0,17412E-04 | - | -0,32951E-04 | -0,54041E-04 | - |
| LAT | 0,52263E+01 | 0,20080E-01 | -0,54713E+00 | -0,42668E-01 | 0,24541E+01 | 0,18722E+01 | 0,32234E+01 | 0,15406E+00 |
| LAT 2 | -0,44767E-01 | - | 0,42428E-02 | - | -0,21789E-01 | -0,15950E-01 | -0,27582E-01 | - |
| ALT | 0,21438E-01 | - | - | - | -0,15337E-01 | - | - | - |
| LAT X ALT | -0,37426E-03 | - | - | -0,25626E-03 | - | - | - | - |
| ORT | 0,15725E-01 | - | -0,52477E-01 | -0,10724E+00 | -0,13123E+00 | -0,91041E-01 | - | - |
| TORR | -0,20067E-01 | - | 0,24091E+00 | 0,57244E+00 | 0,17776E-00 | - | - | - |
| FUKT | - | -0,11903E+00 | - | -0,43211E+00 | - | 0,29149E+00 | - | - |
| EJKUST | - | - | - | 0,12738E-00 | - | - | - | - |
| KONT | -0,30724E-01 | - | - | - | - | - | - | - |
| SI | - | -0,15400E-02 | - | - | - | - | - | - |
| SI (141-220) | -0,37919E-01 | - | - | - | - | - | - | - |
| SI (≥ 221) | -0,59201E-01 | - | - | - | - | - | - | - |
| SI (141-180) | - | - | -0,64082E-01 | - | - | - | - | - |
| SI (≥ 181) | - | - | -0,12616E+00 | - | -0,57322E-01 | - | - | - |
| SI (≥ 261) | - | - | - | -0,88281E-01 | - | - | - | - |
| C | -0,15043E+03 | 0,76203E+00 | 0,98769E+02 | 0,34646E+01 | -0,67617E+02 | -0,53455E+02 | -0,92368E+02 | -0,78258E+01 |

Förklaringar: b = barktjocklek i mm; d = diameter under bark i mm; t = brösthöjdsålder, år; LAT = latitud i grader; ALT = altitud i meter; ORT = 1 för örttyp, annars 0; TORR = 1 för torra/mycket torra marker, annars 0; FUKT = 1 för ngt/mycket vattensjuk mark; EJKUST = 1 om >50 km från kust, annars 0; KONT = 1 om kontinentalt område; SI = ständortsindex i dm; C = konstant

Bilaga 2c. Tillväxtfunktioner utarbetade av Söderberg (1986). Beroende variabel är ln grundytetillväxt under 5 år på bark uttryckt i cm² (ln g). Funktionernas utseende är av typen $\ln g = b_1 \ln g + b_2 g + b_3 \ln g/(t+10)$. Variabler och koefficienter (b_i) för de olika trädslagen och åldersgrupp anges. Endast de funktioner som gäller för södra Sverige har medtagits. I Kopparberg, Värmland och Gävleborg används i stället funktioner för mellersta Sverige.

| Variabel | Koefficienter för trädslagen i södra Sverige (b_i) | | | | |
|-----------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Tall<55 år | Tall>35 år | Gran<55 år | Gran>35 år | Björk<55 år |
| ln | 0,14888E+01 | 0,85280E+00 | 0,12995E+01 | 0,10064E+01 | 0,10731E+01 |
| g | -0,10040E-02 | -0,14702E-03 | -0,32205E-03 | - | - |
| ln g/(t+10) | -0,99781E+01 | - | -0,42745E+01 | - | -0,57527E+01 |
| 1/(t+10) | 0,14020E+03 | 0,14841E+03 | 0,13002E+03 | 0,16664E+03 | 0,14600E+03 |
| 1/(t+10) ² | -0,75718E+03 | -0,27409E+04 | -0,88771E+03 | -0,29572E+04 | -0,10335E+04 |
| AGRU | -0,54687E-01 | -0,38635E-01 | -0,61903E-01 | -0,57054E-01 | -0,50494E-01 |
| BGRU | -0,58141E-01 | -0,35844E-01 | -0,51359E-01 | -0,54388E-01 | -0,31238E-01 |
| CGRU | -0,61332E-01 | -0,37468E-01 | -0,60125E-01 | -0,55215E-01 | -0,49770E-01 |
| AGRУ ^a | 0,66494E-03 | 0,42831E-03 | 0,67406E-03 | 0,68177E-03 | 0,79803E-03 |
| BGRУ ^a | 0,87783E-03 | 0,42792E-03 | 0,45834E-03 | 0,68291E-03 | - |
| CGRУ ^a | 0,81506E-03 | 0,36891E-03 | 0,65807E-03 | 0,67161E-03 | 0,46417E-03 |
| d-kvot | -0,16288E+00 | 0,19038E+01 | -0,44756E+00 | 0,13696E+01 | 0,15895E+01 |
| d-kvot ² | - | -0,13080E+01 | - | -0,12015E+01 | -0,86151E+00 |
| B% | - | - | -0,30893E+00 | -0,70004E+00 | - |
| G% | - | - | -0,42807E+00 | -0,55521E+00 | 0,28913E+00 |
| T% | 0,19800E+00 | 0,18171E+00 | -0,19273E+00 | -0,35992E+00 | 0,86278E+00 |
| SI (G,M) | 0,94400E-03 | 0,87210E-03 | 0,21660E-03 | 0,57152E-03 | 0,14656E-02 |
| SI (T,M) | 0,60341E-03 | 0,75936E-03 | 0,70422E-03 | 0,66865E-03 | 0,15297E-02 |
| TORV | 0,34176E+00 | 0,29166E+00 | 0,55118E-01 | 0,73311E-01 | - |
| LATxALT | - | -0,81852E-05 | - | - | - |
| TORR | -0,12513E+00 | -0,11758E+00 | -0,10323E+00 | -0,19658E+00 | - |
| FUKT | - | - | 0,45389E-01 | 0,69787E-01 | 0,10583E+00 |
| SOST | 0,10167E+00 | - | - | - | -0,95624E-01 |
| SYLUT | - | -0,73811E-01 | -0,79993E-01 | -0,10337E+00 | - |
| NOLUT | - | - | -0,11319E+00 | -0,10264E+00 | - |
| REG5 | - | - | 0,98700E-01 | 0,54467E-01 | - |
| DELYTA | 0,92116E-01 | 0,11152E+00 | 0,63629E-01 | 0,35977E-01 | 0,18366E+00 |
| GODSL | 0,12979E+00 | 0,10516E+00 | 0,37888E-01 | 0,58978E-01 | 0,73270E-01 |
| TAX77 | 0,87499E-02 | 0,40410E-01 | - | - | - |
| C | -0,49333E+01 | -0,30557E+01 | -0,34626E+01 | -0,29605E+01 | -0,47436E+01 |

| Variabel | Koefficienter för trädslagen i södra Sverige (b_i) | | | |
|-----------------------|--|----------------|--------------|--------------|
| | Björk>35 år | Övriga lövträd | Bok | Ek |
| In | 0,86066E+01 | 0,12426E+01 | 0,15936E+01 | 0,10683E+01 |
| g | - | -0,38067E-03 | -0,51911E-03 | - |
| In g/(t+10) | - | - | - | -0,42896E+01 |
| 1/(t+10) | 0,76322E+02 | 0,86923E+02 | 0,90769E+02 | 0,16232E+03 |
| 1/(t+10) ² | - | -0,49647E+03 | -0,62604E+03 | -0,15683E+04 |
| AGRÜ | -0,32163E-01 | -0,57341E-01 | -0,40446E-01 | -0,58270E-01 |
| BGRÜ | -0,35013E-01 | -0,34258E-01 | -0,17664E-01 | -0,48067E-01 |
| CGRÜ | -0,37450E-01 | -0,74100E-01 | -0,35227E-01 | -0,35960E-01 |
| AGRÜ ² | 0,32234E-03 | 0,72742E-03 | 0,52343E-03 | 0,77030E-03 |
| BGRÜ ² | 0,40031E-03 | 0,15713E-03 | - | 0,67014E-03 |
| CGRÜ ² | 0,44980E-03 | 0,14893E-02 | 0,40499E-03 | 0,34773E-03 |
| d-kvot | 0,16702E+01 | -0,14061E+01 | -0,27505E+01 | 0,29030E+00 |
| d-kvot ² | -0,80138E+00 | 0,85103E+00 | -0,12086E+01 | - |
| B% | 0,24859E+00 | 0,20104E+00 | 0,68754E+00 | - |
| G% | 0,45025E+00 | 0,24568E+00 | - | - |
| T% | 0,67104E+00 | 0,32525E+00 | 0,10088E+00 | - |
| SI (G,M) | 0,17333E-02 | 0,90258E-03 | 0,15978E-02 | - |
| SI (T,M) | 0,22591E-02 | 0,84649E-03 | 0,33586E-03 | - |
| ALT | - | - | -0,12884E+00 | - |
| LAT | - | 0,49305E-01 | - | - |
| LATxALT | - | - | 0,22650E-02 | - |
| FUKT | 0,12044E+00 | - | - | - |
| SOST | -0,11905E+00 | - | - | - |
| SYLUT | - | - | - | 0,22321E+00 |
| NOLUT | - | -0,14761E+00 | - | 0,25426E+00 |
| MAR | - | - | - | 0,13856E+00 |
| DELYTA | 0,13061E+00 | 0,10352E+00 | 0,35174E+00 | - |
| GODSL | 0,19571E+00 | - | - | - |
| TAX77 | 0,20698E+00 | - | - | - |
| C | -0,37239E+01 | -0,63258E+01 | -0,50158E+01 | -0,37307E+01 |

Förklaringar: g = grundyta p b, cm²; t = brösthöjdsålder, år; AGRU = grundyta på ogallrad yta, m²/ha; BGRU = grundyta på nyligen gallrad yta (<5 år); CGRU = g-yta på gallr yta (>5 år sedan); d = brösthöjdsdiameter, cm; d-kvot = kvot, aktuell d/ytans största d; B% = björkandel av grundytan i %; G% = granandel av grundytan i %; T% = tallandel av grundytan i %; SI(G,M) = ständortsindex där gran är bonitetsvisande, i dm; SI(T,M) = ständortsindex där tall är bonitetsvisande, i dm; TORV = 1 om torvmark, annars 0; ALT = altitud i meter; LAT = latitud i grader; TORR = 1 för torra/mycket torra marker, annars 0; FUKT = 1 för fuktig/lätt vattensjuk mark; SOST = 1 för östra Göta-/Svealand, annars 0; SYLUT = 1 för lutn 3:20 mot SÖ-V; NOLUT = 1 för lutn 3:20 mot NV-Ö; REG5 = 1 för 1 för I-O län, annars 0; MAR = 1 för maritimt klimat längs kusterna; DELYTA = 1 när provytan är delad; GODSL = 1 för gödslad yta, annars 0; TAX77 = 1 för yta inmätt 1976-77; C = konstant

Bilaga 2d. Medelavvikelse i % i Söderbergs (1986) funktioner för övriga lövträd för olika lövträdsarter. Ett positivt värde medför en underskattning medan ett negativt värde ger uttryck för en överskattning. Tabellen behandlar felskattningar i södra Sverige.

| Trädslag | Medelavvikelse (%) | Andel (%) av de vanligaste trädslagen |
|----------|--------------------|---------------------------------------|
| Ask | 8 | 4,0 |
| Asp | 26 | 20,8 |
| Avenbok | -21 | 2,6 |
| Gråal | -46 | 3,3 |
| Klibbal | -6 | 53,4 |
| Lind | -13 | 1,8 |
| Rönn | -1 | 7,2 |
| Sälg | 8 | 3,4 |

Bilaga 2e. Funktion för naturlig avgång i oröjda och ogallrade bestånd (Söderberg, 1986). Den beroende variabeln är ln grundyta i m²/ha. Funktionen har utseendet ln g = b₀ + b₁ × 1/(T+10) + b₂ × 1/(T+10)² + b₃ × SI(G) +

| Variabel | Beteckning | Koefficienter (b _i) |
|--|-----------------------|------------------------------------|
| 1/(Totalålder + 10) | 1/(T+10) | -18,612 |
| 1/(Totalålder + 10) ² | 1/(T+10) ² | -765,295 |
| Ständortsindex gran, m (=0 om SI är baserat på tall) | SI(G) | 0,04798 |
| Ständortsindex tall, m (=0 om SI är baserat på gran) | SI(T) | 0,05589 |
| Stamantal per ha | N | 0,6717E-04 |
| (Stamantal per ha) ² | N ² | -0,2864E-08 |
| Granandel av total g | GP | 0,7204 |
| Granandel av total g ² | GP ² | -0,4879 |
| Lövträdsandel av total g | LP | 0,1062 |
| Lövträdsandel av total g ² | LP ² | -0,2073 |
| Konstant | C | 2,5225 |

Bilaga 2f. Relativ tillväxt (%) i de vanligaste skadetyperna för olika trädslag i södra Sverige (Söderberg, 1986). För bok och ek var antalet träd så lågt att inga slusatser kunde dras om skadornas inverkan på tillväxten.

| Skadetyp | Materialgrupp | | | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------|
| | Gran <55 år | Gran >35 år | Tall <55 år | Tall >35 år | Björk <55 år | Björk >35 år | Övr löv |
| Torr topp | 61 | 71 | 49 | 48 | 81 | 62 | 31 |
| Topp-/stambrott | 76 | 75 | 76 | 63 | 187 | 122 | 89 |
| Dubbeltopp | 94 | 83 | 96 | 86 | - | - | - |
| Peridermium | - | - | 61 | 62 | - | - | - |
| Märgborre | - | - | 82 | 70 | - | - | - |
| Crumenula | - | - | 83 | 75 | - | - | - |
| Röfa | 80 | 83 | - | - | 108 | 127 | 126 |
| Mekaniska skador | 113 | 100 | 91 | 97 | 123 | 139 | 77 |
| Övrigt | 87 | 79 | 64 | 76 | 81 | 78 | 107 |

SkogForsk

— Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

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

Forskning

Centrala framtidsfrågor:

- Produktvärde och produktionseffektivitet
- Skogsodlingsmaterial
- Miljöanpassat skogsbruk
- Nya organisationsstrukturer

Uppdrag

På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utför vi i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla speciella utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner till lokala förhållanden.

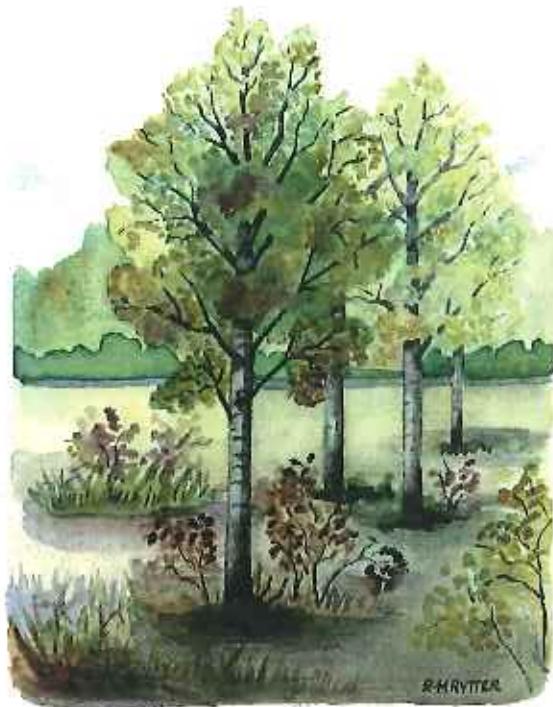
Information

För en effektiv spridning av resultaten utnyttjas olika kanaler: Personliga kontakter, kurser, fackpress, filmer samt egna publikationer i olika serier.

Tidigare Redogörelser från SkogForsk

1998

- Nr 1 Rosvall, O., Andersson, B., Ericsson, T.: Beslutsunderlag för val av skogsodlingsmaterial i norra Sverige med trädslagsvisa Guidér.
- Nr 2 Granlund, P., Andersson, G.: Möt våren med CTI – Studier av virkesfordon utrustade med CTI våren 1997.
- Nr 3 Norin, K., Lidén, E.: Samverkan – den nya entreprenadstrategin.
- Nr 4 Stener, L.-G.: Länsvisa uppgifter om areal och virkesförråd för lövträd – uppgifter baserade på riksskogstaxeringarna 1990–1995.
- Nr 5 Utvecklingskonferens 1998
- Nr 6 Brunberg, B. m.fl.: Uppdragsprojekt Skogsbränsle – slutrapport.
- Nr 7 Almqvist, C. (vetensk. red.): Rotutveckling och stabilitet. Konferens i Garpenberg 30 september – 1 oktober 1997.



Beställning/distribution

**SKOG
FORSK**

Science Park

751 83 UPPSALA

Tel: 018-18 85 00, Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

<http://www.skogforsk.se>

© SkogForsk 1998, ISSN 1103-4580