

Rapport 1/90  
Research paper



**Norsk institutt for skogforskning**  
Norwegian Forest Research Institute

**Foryngelse og pleie av osp (*Populus tremula* L.)  
i Norge**

*Regeneration and silviculture of aspen (*Populus tremula* L.)  
in Norway*



Av Aage Langhammer  
Harald Opdahl

1432 Ås-NLH

Forsidebilde: Skogkant med osp.  
Alle fotos: Aage Langhammer

## Foryngelse og pleie av osp (*Populus tremula* L.) i Norge

*Regeneration and silviculture of aspen (Populus tremula L.) in Norway*

Aage Langhammer og Harald Opdahl

Institutt for skogfag, Seksjon skogskjøtsel  
Norges landbruks-høgskole,  
Boks 44, N-1432 Ås-NLH

### Sammendrag

Langhammer, Aa. & Opdahl, H. 1990. Foryngelse og pleie av osp (*Populus tremula* L.) i Norge. (*Regeneration and silviculture of aspen (Populus tremula L.) in Norway*). Rapp. Nor. inst. skogforsk. 1/90: 1-22

Dette arbeidet tar sikte på å vise hovedtrekkene i ospas normale bestandsutvikling etter ulike inngrep. Materialet er primært hentet fra forsøksresultater og litteratur fra Fennoskandia og Nord-Amerika. Fremstillingen bygger også på praktiske erfaringer fra forsøksarbeid med osp i Norge gjennom mer enn 40 år.

En systematisk forskning på osp som skogstre i Norge tok til ved Ingeniør F.H. Frølich's Fond i 1942. Resultater fra denne virksomheten inngår blant annet i publikasjoner av Børset & Haugberg (1960) og Institutt for skogskjøtsel (1985). Norsk osp (*Populus tremula* L.) og amerikansk osp (*P. tremuloides Michx.*) har nokså likt vekstforløp (Fig. 1), derfor er det her også lagt vekt på amerikanske undersøkelser.

Ospa er både med hensyn på foryngelse og bestandspleie lett å ha med å gjøre. Selv med mangelfull pleie vil tette foryngelser av osp kunne opprettholde bestandspreget. Men hvis man vil oppnå en høy nyttbar volumproduksjon, tilfredsstillende diametertilvekst, god sunnhetstilstand og store dimensjoner, er bevisste inngrep nødvendige. I praksis vil det være aktuelt med ett, to eller tre inngrep. Tidlige, sterke inngrep, for eksempel før 5 års alder, kan ikke anbefales. Det kan føre til nye oppslag av osp. Frem til 15-20 års alder vil tette foryngelser gjennomgå en sterk selvtynning og en gunstig oppkvisting. Et sterkt første (-eller eneste) inngrep bør komme ved 15-20 års alder. Velger man 3 inngrep kan det første komme tidligere, ved 10-15 års alder. Treavstanden etter hogsten kan da være mellom 3 og 4 m, betinget av blant annet planlagt antall inngrep senere.

Som veiledning for når spesielt andre og tredje inngrep bør skje, kan en bruke kronestørrelsen. Denne bør være ca. 50% av trehøyden. Det er en klar sammenheng mellom kronestørrelse, diametertilvekst, råtefrekvens og omløpstid. Hvis det er gode markedsutsikter for kvalitetstømmer av osp, bør en legge større vekt på kvalitet og dimensjon enn på jevn trefordeling i bestandet. Eksempler på alternative inngrep for amerikansk osp er vist i tabellene 1, 2 og 3 (etter Perala 1978). Inngang i tabellene er hogsttidspunkt og -styrke (treavstand, S%). Resultatet viser andel skur- og finértømmer i prosent, og relative tall for nyttbar volumproduksjon.

Peralas oversikter bør under vanlige vekstforhold også kunne være veiledende for pleie av osp i Norge. Resultatene hans faller i store trekk godt sammen med erfaringer og forsøksresultater fra norske forhold.

Naturlig foryngelse av gran under skjerm av osp er vanlig i ospeområdene. Både 1- og 2-etasjete blandingsbestand av osp og gran har en god sunnhetstil-

stand og høy volumproduksjon. Et plantet bestand av osp og gran ved Larvik hadde for eksempel en årlig løpende tilvekst på 30 m<sup>3</sup> pr. ha ved 26 års alder.

Nøkkelord: Osp ,foryngelse, tynning, bestandsutvikling.

*Key words: Aspen, regeneration, thinning , stand development.*

## Innhold

I.	Innledning	2
II.	Osp som skogstre	5
	A. Foryngeshogst	6
	B. Bestand uten inngrep	7
III.	Generelt om bestandspleien	8
	A. Bestandspleie med ett inngrep	12
	B. Bestandspleie med to eller flere inngrep	13
IV.	Tynning - produksjon	14
V.	Blandingskog osp/gran	17
	<i>Regeneration and silviculture of aspen (Populus tremula L.) in Norway</i>	20
	Etterord	21
	Litteratur	21

## I. Innledning

Interessen for lauvtrær er økende i det praktiske skogbruk og innen skogforskningen. Denne tendensen er tydelig både i Fennoskandia, Mellom-Europa, USA og Canada. Det er flere årsaker til dette.

For det første er skade- eller stabilitetsproblemene i barskogene tiltagende. Vindfall, tørke, innsekter, rotråte, forsuring av jorden, utvasking av næringsstoffer og erosjon er noen av grunnene. Resultatet er dårligere vitalitet og redusert volum- og verditilvekst. Granskogene ser ut til å være mest utsatt, og det er særlig her ideen om innblanding med lauvtrearter har fått sin renessanse. En regner da med en positiv blandingskog-effekt, i form av bedret stabilitet og økt totalproduksjon.

For det andre har papirindustrien utviklet nye produksjonsmetoder som fullt ut nyttiggjør seg de spesielle egenskaper som det kortfibrete lauvtrevirket har. Resultatet er store investeringer i ny produksjonskapasitet og tiltakende konkurranse om det kortfibrete virket.

For det tredje er lauvskogens betydning i en total økologisk sammenheng et dagsaktuelt tema. Her dreier det seg både om nærings sirkulasjon og mangfold i flora og fauna (diversitet).

Denne utviklingen kan få betydning for skogeiernes disposisjoner. I mange av våre meget varierte skogområder vil en avveiet satsing på naturlig gjenvekst av lauvtrær kunne redusere kulturomkostningene og på lang sikt skape mer naturnære, stabile, og produktive bestand.

I de senere år har det i Norge vært en sterk økning i stående volum av lauvtrær. Fra 1970 til 1982 har dessuten tilveksten økt med ca. 26%, det er dobbelt så meget som på barskogen (13%) (Stortingsmelding nr. 18, 1984-85). Som treslag er ospa

spredt over hele landet, men det meste av det som årlig hogges kommer fra Sør- og Østlandet. Totalt sett står ca. 65% av lauvtrevolumet i blandingsskog av bart-rær og lauvtrær. Mindre, men ofte gode forekomster av osp, m.h.t. vekst og kvalitet, finner vi på Vestlandet, Nordvestlandet og i Trøndelag. Også i våre tre nordligste fylker kan vi finne osp som, i relasjon til bjørk, har god vekst og stammeform (Huse 1965).

I 1942 oppga professor Agnar Barth ospas andel av det totale forråd av lauvtrær til 7,9%. Han regnet da med en tilvekst på ospa, over Øst- og Sørlandet på 179.000 m<sup>3</sup> pr. år (Barth 1942). Av stående volum på lauvtrærne (48,6 mill. m<sup>3</sup>) utgjør ospa i dag ca. 12%. Men i de beste områdene for osp, f.eks. på Sørlandet, kan andelen gå opp i 20-30%.

Over Øst- og Sørlandet er tilveksten på lauvskogen nå ca. 1,5 mill m<sup>3</sup> pr. år. Av dette regner Norges Skogeierforbund med et såkalt tilgjengelig (reduisert) årlig hogstkvantum på vel 700.000 m<sup>3</sup>, ut fra en pris på kr. 200 pr. m<sup>3</sup> (Institutt for skogskjøtsel 1985). Ospas andel av dette volum er vanskelig å anslå, men det er grunn til å regne med at den ligger betydelig over landsgjennomsnittet på 12%, bl.a. dimensjonsfordelingen tatt i betraktning.

I områder hvor en erfaringsmessig har god osp, er nemlig andelen av store dimensjoner markert. I Agder-Telemark utgjør volumet av osp med diameter over 20 cm mer enn 60%, mens tilsvarende tall for bjørk er 28% (Delbeck & Nersten 1983). I meget spredte forekomster av osp er det vanskelig å få utnyttet tilveksten. På lett tilgjengelige lokaliteter som gårdsskoger, havnehager og nærliggende utmark, er driftsmulighetene for tømmer gode. Noen steder, f.eks. på Sørlandet, har man regelmessig hogd fyrstikkosp og virke til tremasse gjennom over 100 år. Det har vært levert opp til 20-30.000 m<sup>3</sup> fyrstikkosp pr. år, sporadisk også for eksport som rundtømmer eller halvfabrikata. I 1950-årene var volumet pr. stokk fyrstikkosp i gjennomsnitt 246 dm<sup>3</sup> m.b., tilsvarende et midtmål på ca. 26 cm m.b. på smaleste kant. Vanligvis hadde bortimot 25% av stokkene en diameter på 30 cm eller mere.

I dag nyttes det aller meste av hogstkvantumet av osp i sponplateindustrien. Noe går til kjemisk industri og tremasse. Et ubetydelig kvantum anvendes til skur og finér, og litt brukes som stikkstenger i smelteverksindustrien og som tilsettingsmiddel (charging) i metallurgisk industri. Etter at fyrstikkospa falt ut som sortiment i Norge i 1981, har det vært arbeidet for å få ospevirket med i ulike sortimenter innen husbyggingen (Frølich's Fond 1988). En tilsvarende økende interesse innen den anvendte sektor i Amerika kan merkes bl.a. gjennom det såkalte 'Aspen, Birch, Conifer-program' i USA (Perala 1978) og ulike opplegg i f.eks. 'Timber lines' (1987).

Takket være en donasjon til Institutt for skogskjøtsel, NLH, i 1942 - Ingeniør F.H. Frølich's Fond (Aspefondet) - ble det mulig å ta opp en systematisk forskning på osp. Hensikten med gaven var 'å fremme produksjonen av kvalitetsasp'.

Fra først av ble det lagt vekt på å studere naturbestand av osp; foryngelse, tynning, skader osv. Flere forsøksflater har vært fulgt gjennom 30-40 år, noen av

dem fra 3-10 års alder. Målingene fra disse flatene er p.t. under endelig bearbeidelse. De omfatter bl.a. utviklingen hos enkelttrær, volum- og avsmalingstabeller (Opdahl 1989), bestandsutvikling, bonitet/produksjon, og andre faktorer som berører bestandspleien.

I pakt med den økonomiske og tekniske utvikling tok Fondet bl.a. sikte på å finne ut hvor få inngrep man kan klare seg med, alt tatt i betraktning.

Gjennom en allsidig virksomhet innen Fondet, bl.a. med hybridosp, har vi hatt et nært samarbeide med forskere i USA og Canada. Det foreligger en rekke forsøksresultater fra USA knyttet til pleie av osp (*Populus tremuloides Michx.*). Her skal omtales Perala (1978), men nevnes bør også bl.a. Farmer, Heimbürger, Jarvis, Olson & Lundgren, Sorensen, Stenecker, Stoeckeler, Zufa og ikke minst Zasada og Zehngraff. Peralas avhandling, der de to sistnevnte hadde ansvaret for flatene de første årene, er omtalt av Langhammer (1979).

I Norge har Børset & Haugberg (1960) lagt fram et stort arbeide om osp. Materiale finner vi også, om enn ikke bearbeidet for publisering, i årsberetningene fra Frølich's Fond. Det gjenspeiler seg i disse skriftene, og senere i arbeidet med hybridosp, at de to ospeartene *Populus tremuloides* og *P. tremula* står hverandre meget nær også med hensyn til vekst, vekstreaksjoner og utvikling (Fig. 1). Dette er bakgrunnen for at en har trukket inn erfaringer fra tremuloides-områdene. (Børset 1960 og 1986, Langhammer 1964, 1979 og 1982, Institutt for skogskjøtsel 1985).

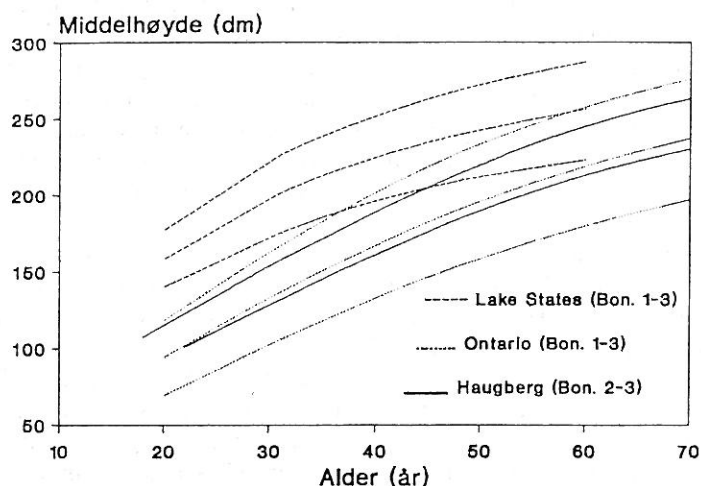


Fig. 1. Høydeutvikling hos osp (*Populus tremula* L.) i Norge og hos amerikansk osp (*P. tremuloides Michx.*) i Ontario og Lake States. Etter henholdsvis Haugberg (1958), Maini & Cayford (1968) og Brinkman & Roe (1975).

*Tree height development of aspen (Populus tremula L.) in Norway and of trembling aspen (P. tremuloides Michx.) in Ontario and The Lake States. From Haugberg (1958), Maini & Cayford (1968) and Brinkman & Roe (1975), respectively.*

Erfaringen viser altså at det er flere sammenfallende egenskaper hos amerikansk og norsk osp. Her er spesielt tatt opp de karaktertrekk som er knyttet til bestandsutviklingen etter ulike hogstinggrep. Vi må imidlertid regne med at det også er mer eller mindre kjente ulikheter mellom de to treslagene. Forskjellene kan blant annet være knyttet til skadetyper, men kan også henge sammen med variasjoner i vekstforhold, både innen og mellom de to vekstområdene. Dette tilsier en kritisk holdning og forsiktighet, om vi overfører nord-amerikanske erfaringer til vårt land. Amerikansk osp er inngående beskrevet av Maini & Cayford (1968), USDA Forest Service (1972) og Brinkman & Roe (1975). Spørsmål særlig knyttet til ospas foryngelse, ulike skader, miljø med videre, er tatt opp av Graham et al. (1963).

## II. Osp som skogstre

Det er neppe noe bestandsdannende treslag i Norden som positivt er så lett å ha med å gjøre som osp. Etter snauhogst forynger den seg lett og rikelig med rotskudd. Den kan innen vide grenser gies alternative behandlinger uten fare for vesentlige negative avvik m.h.t. volumproduksjon eller kvalitet. Selv i urørte, tette bestand av osp kan faren for større kalamiteter være relativt liten (snøbrekk, ujevn selvtynning, sammenbrudd, råte osv.).

For å kunne nå opp i verdifulle dimensjoner, bør ospa vokse på høy til middels bonitet. Den får sin optimale utvikling sammen med varmekjære lauvtrær som lind (*Tilia cordata*), alm (*Ulmus glabra*), ask (*Fraxinus excelsior*), spisslønn (*Acer platanoides*) og hassel (*Corylus avellana*). Men den vil også kunne utvikle seg bra, i relasjon til bjørk (*Betula pendula*, *B. pubescens*) og gran (*Picea abies*), på svakere marktyper.

Bunnvegetasjonen kan si mye om vekstmulighetene for osp. I barskogområdene på Østlandet kan ospa få en tilfredsstillende utvikling på blåbærmark med småbregner, og bedre typer. På disse vegetasjonstypene finner en arter som fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*), hengeving (*Thelypteris phegopteris*), gaukesyre (*Oxalis acetosella*), sauettelg (*Dryopteris expansa*), kvitveis (*Anemone nemorosa*), enghumleblom (*Geum rivale*), lundveikmose (*Cirriphyllum piliferum*), storkransmose (*Rhytidiadelphus triquetrus*) og skyggehusmose (*Hylocomium umbratum*).

Jo frodigere bunnvegetasjonen er, desto bedre utvikling vil som regel ospa få, forutsatt at jorden ikke er for tett. Av slike frodige typer har vi gråor-askeskog, høgstaude- og storbregnegranskog. Her finner vi blant annet leddved (*Lonicera xylosteum*), skogburkne (*Athyrium filix-femina*), ormetelg (*Dryopteris filix-mas*), mjødurt (*Filipendula ulmaria*), skogstorkenebb (*Geranium sylvaticum*), skogsvinerot (*Stachys sylvatica*), myskegras (*Milium effusum*) og skogstjerneblom (*Stellaria nemorum*).

På varme voksesteder over Østlandet og på Sørlandet, der vi har osp sammen med flere varmekrevende treslag, kommer det inn myske (*Galium odoratum*), sa-

nikel (*Sanicula europaea*), blåveis (*Hepatica nobilis*), hengeaks (*Melica nutans*), lundrapp (*Poa nemoralis*) og flere høyvokste, frodige urter som indikerer et stort næringsforråd og gode fuktighetsforhold (Barth 1942, Langhammer 1962 og 1971). Typiske utforminger er lågurtgranskog og alm-lindeskog.

Det er påvist at jordens vannkapasitet er av avgjørende betydning for osp. Vi har eksempler på at den kan vokse bra i grov næringsfattig grus og på grunnlendt mark - betinget av at røttene når ned i vannførende lag. Som eksempel på dette kan nevnes et forsøksfelt på en grovkornet morenemo ved Halden. Grunnvannspeilet inne på flaten fulgte, i et gunstig nivå, vekslingene i vannstanden i en tilstøtende innsjø. Fra 64 til 78 års alder var den årlige løpende tilvekst på ospa 11 m<sup>3</sup> pr. ha. Trærne var ved 78 års alder fremdeles veksterlige og friske. Osp og gran stiller ikke de samme krav til jordbunnen. Tett, stiv leire vil passe dårlig for osp. Jord med ca. 60% innhold av 'grovleire' (silt + leire) har gitt ospa en optimal vekst, i denne sammenheng (Stoecheler 1960).

Fremstillingen nedenfor tar sikte på å vise en sannsynlig utvikling i ospbestand. Det er ikke trukket inn detaljer som kan medføre beskjedne avvik. Forskjellig målsetting (stort/smått tømmer, lang/kort omløpstid og kvalitet) og utvikling i virkespriser vil også få innvirkning på behandlingen. Målsettingen kan også endres i løpet av omløpstiden.

#### A. Foryngelseshogst

I praksis skjer all bevisst foryngelse av osp ved rotskudd etter snauhogst. Forekomster av osp skriver seg opprinnelig vanligvis fra ett tre eller fra et lite antall osper som i gunstige år har klart å etablere seg ved frø. Dette fører til at selv store bestand kan bestå av en eller noen få kloner. Innen en og samme klon kan vi gjennom utvalg i tynningene, ikke oppnå noen positiv genetisk betinget effekt. Ulikheter innen klonen m.h.t. vekst og kvalitet kan skyldes forskjeller i rotdannelsen fra starten av, og det lokale miljø.

Ved foryngelseshogsten må alle trær og all buskvegetasjon hogges. Flaten må være såvidt stor (minimum 500-1.000 m<sup>2</sup>) at tilstrekkelig lys og varme kan nå ned på den. Kant-trær kan skygge på flaten, og redusere oppslaget. Etter våre erfaringer er det ikke grunn til å regne med at eventuell råte i morbestandet (*Armillaria spp.* og *Phellinus tremulae*) vil 'smitte' over på det nye oppslaget gjennom røttene. Disse to råtesoppene angriper vanligvis henholdsvis i rothalsen og oppe på stammen, nedenfor kronen.

Oppslag på 1-4 skudd pr. m<sup>2</sup> er ganske vanlig, men en har eksempler på 20 skudd pr. m<sup>2</sup> (Fig. 2). Denne forskjellen er uten praktisk betydning for utviklingen senere. De beste, og fleste skuddene kommer fra røtter på 0,5-2,0 cm i diameter. Helst bør de ikke ligge dypere enn 4 cm fra jordoverflaten (Børset 1956). Skudd fra tykke røtter kan vokse meget bra i 2-3 år, men får senere problemer med å danne eget rotsystem. De blir etterhvert labile og rotvelter lett.

I fuktige somrer kan ospeskuddene bli angrepet i toppen av svarttopp (*Venturia macularis*). Soppen kan sette høydeveksten tilbake ett eller noen få år. Hybridosp i Norge synes å være resistent mot svarttopp, den har her heller ikke vært angrepet av *Valsa nivea*.





Fig. 2. En 4 år gammel foryngelse av osp i Borre i Vestfold. Utgangstetthet: 12 rotskudd pr m<sup>2</sup>.  
*A 4 years old aspen stand in Borre, Vestfold County. Initial stocking density was 12 root-suckers per m<sup>2</sup>.*

#### B. Bestand uten inngrep

I tette foryngelser vil selvtynningen sette inn allerede fra 4-5 års alder. Den vil være særlig sterk de 10 til 20 første årene, og vil senere fortsette i avtagende grad gjennom hele bestandets liv. Det er en vanlig erfaring at tette, urørte bestand som er sterkt oppkvistet, får en vekststagnasjon ved 18-20 års alder, uansett bonitet.

Vanligvis vil et tett bestand stå ganske sterkt mot snøbrekk. I alle fall vil det som regel være et antall intakte trær med brukbare kroner. Ospa vil hele tiden opprettholde bestandspreget, også i små grupper og holt.

Innen klon-gruppene vil bestandet etter hvert få en miljøbettinget sjiktning i ulike treklasser. Senere vil trærne i det herskende, dels også det medherskende sjikt, kunne bygge ut kronene og reagere med økt diametervekst mot slutten av omløpstiden (Fig. 3). Men ospa vil ikke kunne nå opp i samme diameterutvikling som i et tynnet bestand. Denne, tross alt positive utviklingen i 'forsømte' bestand, er årsaken til at et første inngrep helt opp mot 30-40 års alder kan gi et akseptabelt resultat (Haugberg 1958).

Den totale, registrerte volumproduksjon vil i urørte bestand være lavere enn i bestand som er tynnet eller regulert. I perioder kan avgangen (selvtynningen) i urørte bestand utgjøre et større volum enn tilveksten i samme intervall. Tap ved selvtynningen vil omfatte trær av små og mindre verdifulle dimensjoner. Hvis



Fig. 3. En slik tynning kan virke skremmende sterk, men hvis man ønsker en positiv utvikling m.h.t. kronestørrelse og diametervekst, kan den være nødvendig. Fra Norderhov.  
*Thinning-regimes like this can look extreme, but to achieve a positive development of tree-crown percentage and diameter increment, they can be necessary. From Norderhov.*

pleien er mangelfull, særlig på lav bonitet, kan det medføre råteangrep. Omløpstiden må da reduseres og bestanden avvirket tidlig.

Tynningsfrie bestander kan være aktuelle der en tar sikte på korte omløp for energi- eller industrivirke. Allerede få år etter etableringen kan rotskuddfornyelser ha en høy tørrstoffproduksjon. 3 år gamle rotskudd av osp har f.eks. produsert omkring 10.000 kg tørrstoff pr. år og hektar. Unge stubbeskudd av hybridosp kan nå opp i 10-20.000 kg (Langhammer 1968 og 1981, Frølich's Fond 1982).

### III. Generelt om bestandspleien

I lærebøker om pleie av lauvskog står det ofte at en bør tilstrebe en kronestørrelse på ca. 50% (Fries 1964), dessuten skal vi tynne 'ofte og svakt'. Idag vet vi at dette siste ikke er praktisk mulig, og heller ikke nødvendig. Nå kan vi, i hvert fall for noen lauvtreslag, høre parolen 'så få og sterke inngrep som mulig'. På den annen side synes kravet om ca. 50% kronestørrelse å være akseptert. Resonnementet har vært at det er bedre å produsere store dimensjoner ved hjelp av høy kroneprosent (brede årringer), enn med lang omløpstid (Fig. 4).

Det er en klar sammenheng mellom kroneprosent, kroneradius (-projeksjon) og diametervekst (Langhammer 1979), (Fig. 5). Det er også en sammenheng mellom diameterveksten (eller tilveksten generelt) og råtefrekvensen på osp (Ek-

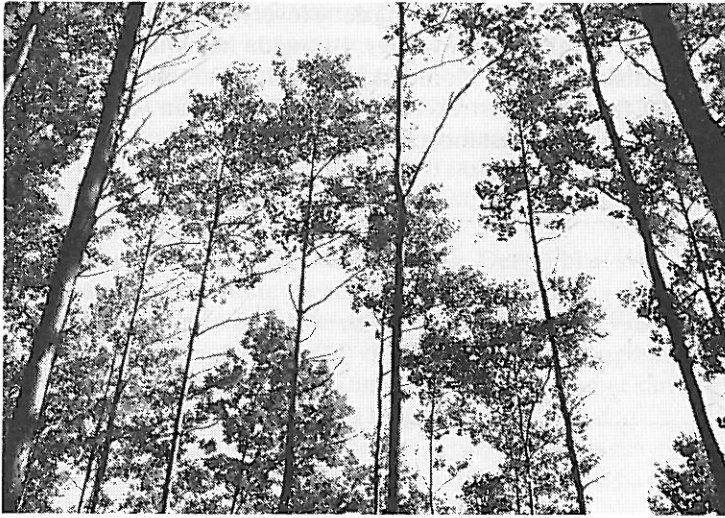


Fig. 4. Etter en fristilling kan ospa bygge ut kronen både i høyde og bredde. Ved 36 års alder og middelhøyde 15 m var det på denne flaten 3102 trær pr ha. I første inngrep ble 58 % av treantallet tatt ut. Fra Vennesla.  
*After spacing, aspen trees are able to develop both crown length and width. At 36 years of age and with middle height of 15 m there were 3102 trees per hectare. In the first thinning 58 % of the stems were removed. From Vennesla.*

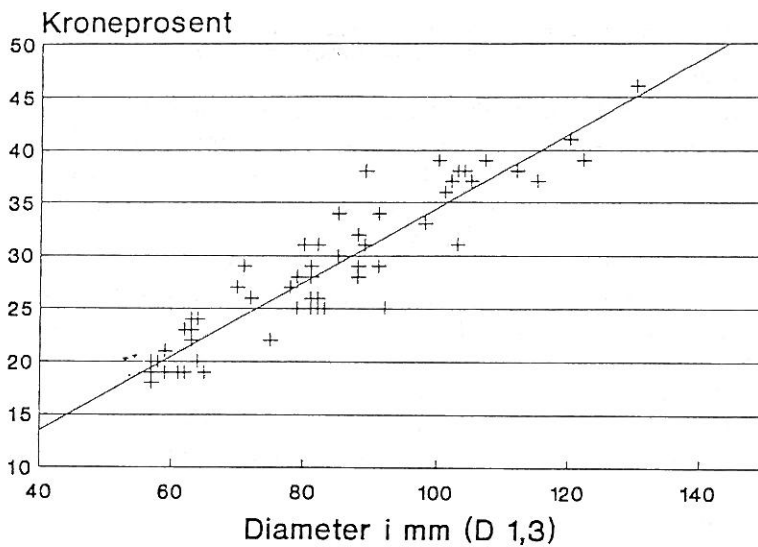


Fig. 5. Sammenhengen mellom kroneprosent og diameter i brysthøyde for trær med samme alder. Korrelasjonskoeffisienten er 0,92 på 0,1%-nivå. Etter Økter (1978).  
*The connection between crown-percentage and diameter at breast height for even-aged trees. The coefficient of correlation is 0,92 at 0,1%-level. From Økter (1978).*

lund & Wennmark 1925, Blumenthal 1942), (Fig. 6). I forbindelse med grønnkvisting av osp er Zumer (1966) inne på dette (overvoksing). Et bestand med svak diameter-tilvekst bør ikke grønnkvistes. I Canada har Wall (1971) påvist at det kan være genetisk betingede klonforskjeller m.h.t. råteresistens hos osp. I USA har Zehngraff (1948) understreket at råtefrekvensen kan reduseres til et minimum gjennom en riktig bestandspleie.

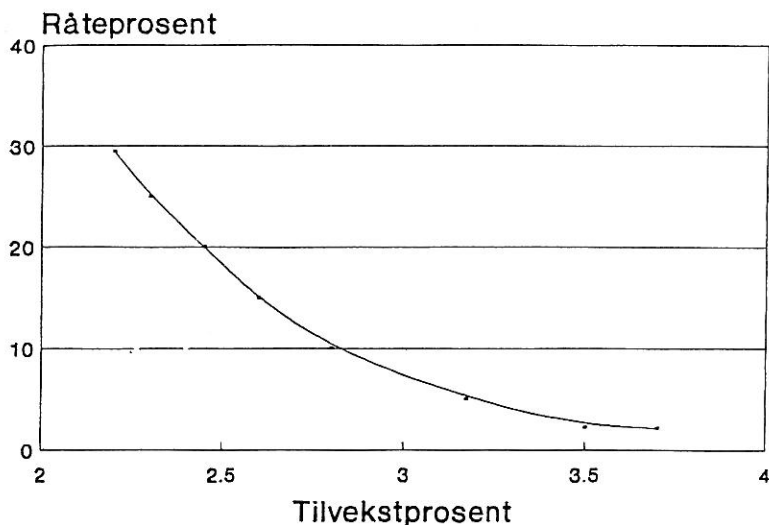


Fig. 6. Sammenhengen mellom tilvekstprosent og råtefrekvens hos osp. Etter Blumenthal (1942). *Relationship between rate of increment and frequency of roth in Aspen. From Blumenthal (1942).*

Sammenhengen krone-tilvekst-råte er særlig interessant på svak mark. Får en ospeoppslag på furumark, hvor ospa egentlig ikke hører hjemme, kan en meget sterk tynning (4-5 m avstand) være bedre enn å rydde feltet for osp, med nytt oppslag som resultat. Et sterkt inngrep begrenser eventuell råte, og en kan regne med bartreforyngelse under ospeskjermen.

Vi vet ikke hva som er 'optimal' kroneprosent, men trolig ligger den et sted mellom 40 og 60%, betinget av produksjonsmål, bonitet osv. I en vurdering av 'behovet for tynning' synes et mål på ca. 50% krone å være en god, enkel og praktisk rettesnor. Kanskje er den bedre enn de tradisjonelle tall for grunnflatesum, S%, antall trær pr. ha eller treavstand.

Veiledninger i bestandspleien tar for øvrig ikke sikte på å vise hva vi skal gjøre, men hva vi kan gjøre, og hvilken bestandsutvikling de forskjellige alternativene for pleie kan medføre.

Hensikten med reduksjonen av treantallet er tradisjonell:

- \* å overføre produksjonen på færre trær av høy kvalitet.
- \* å øke andelen av store dimensjoner.
- \* å redusere faren for stammeråte.
- \* å øke totalproduksjonen av nyttbart virke (volumet).
- \* å redusere omløpstiden.

Hovedvekten legges på uttak av dårlige trær i det øvre sjikt (f.eks. trær med grov kvist, dobbelt-topp, dobbeltstammer, utpreget gankvist, toppbrekk, dårlig stammeform og råte). Videre hogges trær som har for små kroner til å kunne reagere på fristilling. Her inngår også tydelige 'minusvarianter' som er angrepet av kombinasjonen poppelbukk (*Saperda carcharias*) og honningssopp (*Armillaria spp.*) i rothalsen. Ellers bør levedyktige trær og busker i de lavere sjikt spares. Trær som står midt i naturlige traséer for utdrift tas ut. Ospa bør helst ikke drives i sevje-tiden på grunn av faren for barkskader. Gamle, overårige osper med hakkespetthull bør få stå.

Ved hogst i lauvskog taler vi om kronetynning. Det vil bl.a. si at vi frihogger kronene på de største eller beste trærne, vurderer forholdene i de øvre sjikt, og er særlig oppmerksom på herskende og medherskende trær. Vi søker å bevare underetasjen og markvernet. Likevel vil vi, særlig i de første inngrepene, få en tilnærmet lavtynning. Betinget av blant annet styrken på inngrepet kan hogstintervallet variere fra 10 til 20 år, unntaksvis lengre.

Det er flere faktorer som kan anvendes for å belyse virkningen av tynninger. Økter (1978) har kvantifisert sammenhengen mellom tilveksten på et hovedtre og avstanden til nærmeste konkurrerende osp. Sammenhengen blir tydeligere om man går ut fra middellavstanden til de nærmeste trærne. Det vesentlige for tilveksten på hovedtrærne er med andre ord det areal de kan disponere over, for rot og krone. Økter (l.c.) har også påvist at nabotrærnes høyde, kronestørrelse og grunnflatesum er av betydning for konkurranse-effekten. Her får vi bekreftet vår vanlige erfaring fra skogpleien, og vi får noe av forklaringen på hvorfor vi anvender kronetynning på osp og andre lauvtrær.

Gran forynger seg lett under skjerm av osp. Om oppslag av gran er ønsket, må busksjiktet reduseres mot slutten av omløpstiden. Da bør vi også ha noen større grantrær (frøtrær) i, eller inntil ospebestandet. Mange av de beste naturbestand av gran på Sørlandet er kommet opp under skjerm av osp. En sier gjerne 'vil du bli kvitt ospa, må du stille godt med den' (Fig. 7). Alternativet er å satse på osp, eventuelt osp/gran, også i neste omløp.

I lærebøker understrekes også betydningen av en jevn stammefordeling. Dette bør ikke tas for bokstavelig i ospebestand. En klynge av gode trær kan klare seg bra uten inngrep, hogg om mulig heller noen dårlige trær i ytterkant av klyngen. Om kravet er en bestemt minste diameter, kan vi mot slutten av omløpet ta ut de største ospene, og la de mindre nyte godt av fristillingen. En moderat ujevnhet i trefordelingen vil ikke slå negativt ut på stammeformen, heller ikke på produksjonen.

Etter et vanlig tynningsinngrep (eller en regulering) bør de enkelte 'fremtids-trær' stå relativt fritt. Betinget av trærnes kvalitet m.v. vil de dels stå helt fritt, dels vil kronene fremdeles være i kontakt med hverandre. Til neste hogst skal bestanden ha sluttet seg, med en jevn oppkvisting den første halvdel av omløpstiden (Stenecker & Jarvis 1966).



Fig. 7. I noen år etter de første inngrepene vil busksjiktet være sparsomt og den naturlige gjenveksten av gran etablerer seg lett. Fra Drangedal.

*For a few years after the first cuttings, the undergrowth will be sparse and spruce seedlings can easily establish under the Aspenshelter. From Drangedal.*

#### A. Bestandspleie med ett inngrep

Begrenser vi oss til ett inngrep, er det viktig å vente med dette til bestandet er bort i mot 20 år gammelt. Da begynner selvtynningen og oppkvistingen å bli så sterk at den fremtidige produksjonen kan svekkes (Fig. 8). Samtidig er trehøyden blitt så store at sterke inngrep kan forsvares. Middelhøyden ved 20 års alder er vanligvis mellom 8 og 12 meter, mens overhøyden ligger et par meter over. Dersom kronene er for små, vil de raskt ta det igjen ved fortsatt høydevekst. Ved denne alder vil en kunne tynne bestandet ganske sterkt, f.eks. opp til 4 meters avstand.

Ved tidlige inngrep, f.eks. ved 5-6 års alder, vil en sterk hogst (3 m avstand) kunne føre til nye oppslag av rot- og stubbeskudd, dvs. bortkastet arbeide. Alternativet svak rydding (og senere korte hogstintervaller) er i og for seg bra rent 'biologisk', men det kan være arbeidskrevende og kostbart - uten vesentlige fordeler (Langhammer 1973, Økter 1978, Evje 1981).

Erfaringer fra forsøksflater viser at urørte, tette bestand også kan tåle en første hogst langt senere enn ved 15-20-års alder (ved 30-40 år), og likevel reagere med en høy tilvekst. Men bestandet vil bli hengende etter i andelen av stort tømmer og nyttbar volumtilvekst i relasjon til bestand med tidligere inngrep. Et førsteinngrep så sent som ved 30-40 års alder må derfor betraktes som en nødutvei. Dersom et eldre, forsømt bestand er sterkt oppkvistet og ustabil, bør en moderate førsteinngrepet og akseptere reservetrær. Det kan også bli nødvendig å forlen-



Fig. 8. I et bestand som er tett i startfasen vil trærne få god stammeform og jevn oppkvisting. Ved 55 års alder var årlig løpende tilvekst her  $16 \text{ m}^3$  pr ha. Fra Froland.  
*A dense initial spacing will secure good stem-shape and balanced crown development. In this stand, current yield at 55 years of age was  $16 \text{ m}^3$  per hectare. From Froland.*

ge omløpstiden i forhold til bestand med tidligere førsteinngrep.

Det første inngrepet ved 15-20 års alder må betraktes som avgjørende for hele bestandets liv. Både utvikling og produksjon påvirkes da sterkt, uansett senere behandling.

Om en bare vil produsere energivirke eller masseved f.eks. i omløp på opp til 30-40 år vil ett inngrep ved 15-20 års alder kunne øke den nyttbare volumtilvekst i relasjon til et utynnet bestand. Det vil også øke andelen av store dimensjoner.

#### B. Bestandspleie med to eller flere inngrep

Ofte er det et rent praktisk spørsmål om vi vil anvende to eller flere hogster. Om vi nytter 3 inngrep, kan det siste særlig ta sikte på å forsere diameter-tilveksten og korte inn omløpstiden.

Faktorer av betydning for antall inngrep kan være tilgangen på arbeidskraft, avsetningsmuligheter for det aktuelle sortiment, ønsket om å opprettholde trek-

roner på omkring 50% eller å begunstige en naturlig gjenvekst av gran m.v. Fellets tilgjengelighet er også av betydning.

Så lenge vi fremdeles tynner i skogene våre, kan vi nytte samme hogstintervall på osp og gran, og samkjøre avvirkningene. Vi kan også hoppe over et intervall på ospa, eller vi kan bruke virkesprisene til å bestemme når ospetømmeret skal taes ut. Skjøtselen er med andre ord ganske fleksibel.

Såkalte 'svake og hyppige' tynninger kan selvsagt ikke frarådes for bestandsutviklingens del. Men med dagens omkostningsnivå kan de som antydnet, grense inn på en forstlig perfektjonisme som koster mer enn den smaker.

Om vi nytter to inngrep, kan det første komme ved 15-20 års alder. Vi kan da regulere til en avstand på 3-4 meter ( $S\% = 25-30$ ), og la kroneprosenten være en rettesnor for når neste inngrep skal finne sted, anslagsvis ved 30-35 års alder.

Et første inngrep ved 10-15 års alder kan gjøre 3 inngrep bedre tilpasset, bl.a. for å unngå at siste inngrep kommer for nær sluttavvirkningen. Middelhøyden vil ved 10-15 års alder være anslagsvis 8-10 meter, og  $S\% = 30$ .

Den store toleranse og elastisitet ospa viser m.h.t. inngrep, og dens raske reaksjon, tyder på at spekulative detaljvurderinger over ulike styrker på inngrepene, kan ha liten hensikt.

#### Oppsummering:

Første inngrep regulerer bestandet til en avstand mellom trær i overbestandet, på ca. 3 m. (Vanligvis får vi en spredning innen området fra 2,5 til 4 m.) Trærne er nokså uniforme, og et strengt utvalg på kvalitet vil ikke være nødvendig.

Første tynning tar bl.a. sikte på å frihogge de beste trærne som skal vokse opp til tømmer. Den finner sted når kronene begynner å bli mindre enn 50% av høyden.

I annen, eventuelt tredje hogst tar vi mere hensyn til kvalitet enn jevn stammefordeling, selv om vi har begge faktorene for øye.

En tredje hogst tar også sikte på å begrense ytterligere oppkvisting, bygge ut kronene, forsere diametertilveksten og få flest mulig trær opp i godt betalte dimensjoner.

#### IV. Tynning - produksjon

I en tallmessig vurdering av inngrep og bestandsreaksjon er det nærliggende å se på de omfattende forsøk som er utført av Perala (1978) med flere i bestand av amerikansk osp. Perala har lagt opp til høyst forskjellige behandlinger, sammen med kontroller uten inngrep. Et sammendrag av noen av resultatene er vist i tabell 1.



Tabell 1. Relativ volumproduksjon og andel skur- og finértømmer som funksjon av tidspunkt og styrke (treavstand) for inngrep. Bonitet H50=24 m. Utdrag fra Perala (1978).

*Relative volume yield and proportion of sawn- and veneer-wood as a function of timing and strength (tree spacing) of thinnings. Site class H50=24 m. Abstract from Perala (1978).*

Tynningsmodell <i>Modell of thinning</i>	Avstand (m) etter inngrep ved 3 ulike aldre (år). <i>Tree spacing (m) after thinnings in year:</i>			Skur- + finértømmer v. 50 år <i>Proportion of sawn- + veneer-wood at 50 yrs. %</i>	Nyttbar prod., relativ. <i>Merchan. volume, relative-figures.</i>
	10	20	30		
K	—	—	—	62	100
E	2,8	4,0	5,7	76	119
D	2,3	3,3	4,6	74	139
F	2,7	—	4,5	73	133
C	2,0	2,8	4,0	71	144
A	1,4	2,0	2,8	53	125

Det fremgår av tabellen at relativt sterke inngrep har resultert i en stor andel skur- og finértømmer. Der det er marked for stort ospetømmer er dette en verdifull opplysning (modell E, D, F og C ved 50 års alder). Svak tynning har i forhold til disse redusert andelen av stort tømmer (A), dels også volumtilveksten.

På den annen side har en ekstrem sterk tynning ved 30 års alder redusert den nyttbare volumproduksjon noe (E). Sene, sterke inngrep kan vanligvis ikke anbefales. Tap på grunn av selvtynningen (som ikke er målt) og vekststagnasjonen har medført at modell K, uten inngrep, har lavest produksjon. Likevel er det, interessant nok, en akseptabel andel stort tømmer også her.

Til sammenligning er resultater etter ett inngrep vist i Tabell 2. Både tidspunkt og styrke for inngrepet er variert i de 3 modellene.

Tabell 2. Bestandsutvikling etter ett inngrep ved henholdsvis 10, 30 eller 35 års alder. Etter Perala (1978).

*Stand development after a single thinning by 10, 30 or 35 years of age, respectively. From Perala (1978).*

Tynnmodell <i>Model of thinning</i>	Inngrep v. år <i>Year of thinning</i>	Avstand etter inngrep (m) <i>Spacing after thinning</i>	Skur- og finértømmer <i>Sawn- and veneer-wood %</i>	Nyttbart vol., Relative tall v/50 år <i>Merchantable volume, relative figures, 50 yrs.</i>
K	—	—	62	100
G	10	2,7	71	125
H	30	4,1	63	119
I	35	4,1	62	117

Ett inngrep har også i disse eksemplene resultert i større produksjon enn kontrollen. Etter en regulering ved 10 års alder er det oppnådd samme nyttbare volumtilvekst som etter svak tynning med 3 inngrep (Modell A, Tabell 1). Andelen stort tømmer er betydelig større der en allerede ved 10 års alder har regulert til en avstand på 2,7 m (Modell G, tabell 2), uten senere inngrep.

Inngrepene ved 30 og 35 år er tydeligvis kommet for sent til å kunne konkurrere med modell G, særlig når omløpet avsluttes ved 50 års alder. En må regne med at det i alle disse 4 eksemplene har vært en naturlig, tapt avgang (selvtynning).

I fem av modellene i Tabell 1 (A, C, D, E og F) er S% beregnet etter hvert inngrep. Resultatet er vist i Tabell 3. S% er vanligvis beregnet som treavstand i prosent av overhøyden i bestandet, men her er det benyttet middelhøyde. Denne fremgangsmåten gjør at S% blir noe høyere. Her er middelhøydene satt til henholdsvis 8, 12 og 16 meter.

Tabell 3. S% etter inngrep og andel skur- + finértømmer (% av nyttbart volum) etter 50 år. Etter Perala (1978).

*Average spacing as a percentage of mean tree height (S%) and proportion of sawn- and veneer-wood after 50 years. From Perala (1978).*

Tynningsmodell <i>Model of thinning</i>	S% etter inngrep v. 3 aldre <i>S% after thinning at various ages</i>			Skur + finér ved 50 år (%) <i>Sawn- &amp; veneer-wood (%)</i>
	10	20	30	
A	13	17	18	53
C	25	23	25	71
D	29	28	29	74
E	35	33	36	76
F	34	—	28	73

Trolig kan Peralas resultater i prinsippet også være veiledende for behandling av osp i Norge. Dette er slik å forstå at om vi etter Peralas oversikter velger en tilnærmet parallell behandling, vil vi under vanlige, gode vekstforhold hos oss langt på vei kunne forutsi bestandsutviklingen.

I litteraturen om osp har vi såvidt vites ikke noen utredning om relasjonen mellom tetthet, oppkvisting og kvalitet. Innen de områdene for tetthet som kjente tynningsforsøk omfatter, synes imidlertid ikke de største avstandene å ha influert negativt. Man har med andre ord oppnådd en kvalitet som aksepteres innen skur- og finér-sortimentene.

Generelt tar altså tynningsprogrammene de aller første årene sikte på å befordre en sterk oppkvisting. Senere vil vi opprettholde en krone på rundt 50%, unngå ytterligere oppkvisting og påsittende tørrkvist oppover stammen.

## V. Blandingsskog osp/gran

Interessen for blandingsskog er i dag stor. Motivene for dette er både økonomisk og økologisk begrunnet. Det er en vanlig oppfatning at denne skogformen kan redusere faren for noen av de kalamiteter vi har sett i skogene i Fennoskandia og Mellom-Europa i de senere årene (Bergman 1982, Frivold 1982).

Osp og gran går hos oss meget godt sammen i blandingsbestand. Ofte kommer gran inn, ved naturlig besåning under skjerm, særlig der ospa har vært regulert og skjøttet. Det vanlige er at de to treslagene supplerer hverandre i bestandet. Hvis vi ønsker et vedvarende blandingsforhold, må vi akseptere begge treslagene i tynningshogstene. Helt mot slutten av omløpstiden kan vi ta ut det meste av ospa (Børset 1962). Det er imidlertid viktig å utnytte ospas tilvekstmuligheter, før grana fristilles (Fig. 9).

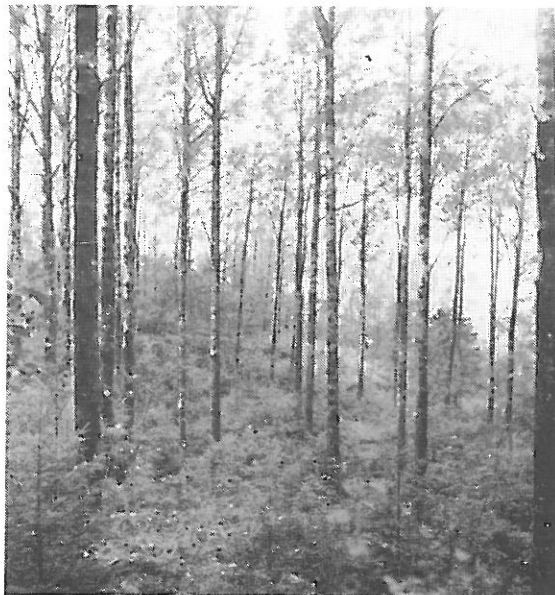


Fig. 9. Tett og jevn naturlig foryngelse av gran under skjerm av osp. Fra Sønedeled.  
*Dense and evenly distributed spruce regeneration under a shelter of Aspen trees. From Sønedeled.*

En regner gjerne med at gran settes noe tilbake i høydevekst på grunn av skjermen. Tham (1988) har pekt på at gran som har stått under skjerm av bjørk, etter en fristilling ved f.eks. 40-45 års alder kan få en økt høydeutvikling og slutthøyde som ligger over det en kan oppnå på fritt oppvokst gran. Eriksson (1976 s. 128) omtaler også at frihogd gran (under bjørk) kan få en bemerkelsesverdig rask og utholdende høydetevekst. Dette innebærer bl.a. at en i 'tidlige' vurderinger gran/bjørk i blandingsskog har lett for å undervurdere granens tilvekstmulighe-

ter. I prinsippet er forholdet trolig det samme for osp og gran. I blandingsbestand av osp og gran får en også en gunstig jordbunnstilstand (Frank & Borchgrevink 1982). Det er blant annet høyere pH-verdier og høyere basemetningsgrad under de ospedominerte bestandene enn under de grandominerte bestandene. Fig. 10 og 11 illustrerer disse forholdene. Basemetningsgraden er et uttrykk for næringsinnholdet i jorda.

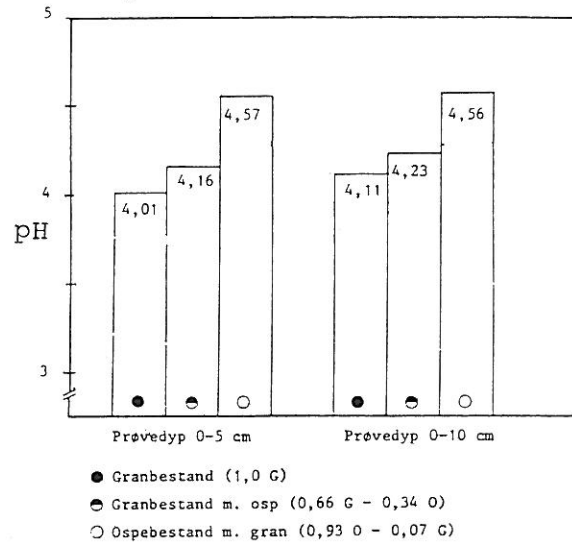


Fig. 10. Variasjon i pH-verdi under ulike skogbestand og i forskjellige jorddyb. Etter Frank & Borchgrevink (1982).

*Variations in pH-values in various forest stands and soil depths. From Frank & Borchgrevink (1982).*

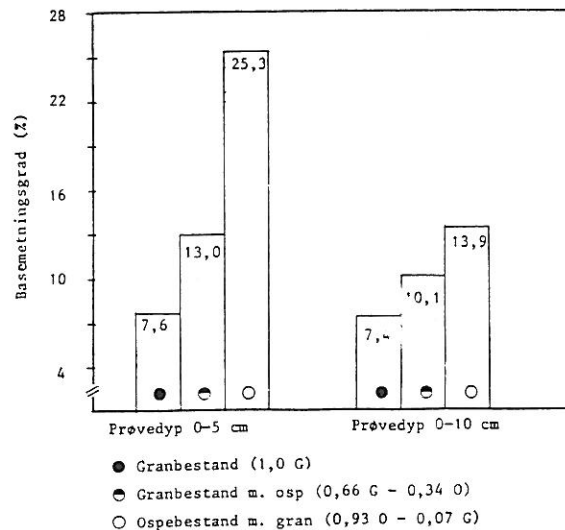


Fig. 11. Variasjon i basemetningsgrad under ulike skogbestand og i forskjellige jorddyb. Etter Frank & Borchgrevink (1982).

*Variations in cation exchange capacity (CEC) in various forest stands and soil depths. From Frank & Borchgrevink (1982).*

Blandingsbestand av osp/gran er to-etasje i den første fasen, etter hvert får de en tilnærmet en-etasje utforming, med like høyder. Sunnhetstilstanden i slike bestand er vanligvis meget god. I områder der gran er utsatt for rotråte vil en ospeinnblanding være særlig å anbefale.

Frølich's Fond har flere flater med plantet osp og gran i blanding. Et felt ved Stavern ble anlagt av Ola Børset i 1947 (norsk osp + gran). Bestandet sto deretter urørt i 23 år. Etter 34 år var situasjonen slik:

Treslag <i>Species</i>	Alder <i>Age</i>	S%	Middel høyde <i>Mean height</i> (m)	Middeltilvekst/ha <i>Mean annual incr./ha</i> (m <sup>3</sup> )
Osp <i>Aspen</i>	36	19	21,5	13,4
Gran <i>Spruce</i>	38	22	12,5	3,6
				17,0

Bestandet var således fremdeles 2-etasje. Det er årsaken til at det har vært mulig å opprettholde et såvidt stort stammetall (Langhammer 1982). Tilveksten var betydelig også etter inngrepene:

Osp + gran <i>Aspen + spruce</i>	Løpende tilvekst <i>Current increment</i>
v/25-27 år	30,0 m <sup>3</sup> pr. ha
v/36-38 år	18,6 m <sup>3</sup> pr. ha

Det må erkjennes at vi fikk til dels sterk kritikk for manglende pleie av dette bestandet i den første fasen. Men så lenge de enkelte trær var intakte med gode kroner og det dessuten var få friksjonsskader (-og senere minimale felleskader) på grana, var det liten grunn til å gripe inn. Dessuten var tilveksten tilfredsstillende. Den gjensidige toleranse osp/gran var også stor.

En vesentlig andel av den ospa som årlig avvirket i Norge er tatt ut av blandingsbestand. Så lenge begge treslagene vies behørig respekt, vil ikke skjøtselen by på større problemer. Trolig bør bestandene holdes relativt stammerike for å befordre oppkvistingen på gran, og for å dra full nytte av blandingsformen (dobbel-produksjon, blandingskogeffekt, sunnhetstilstand).



### Regeneration and silviculture of aspen (*Populus tremula* L.) in Norway

This report aims at showing the main features of aspen stand development under normal growing conditions. Background material is primarily found in publications from Fennoscandia and North-America.

Systematic research on aspen as a forest tree in Norway was initiated through the establishment of Engineer F. H. Frølich's Fund. Summarized results from research activities under this foundation are available in e.g. Børset & Haugberg (1960) and Institutt for skogskjøtsel (1985). European aspen (*Populus tremula* L.) and American aspen (*P. tremuloides* Michx.) show similar growth patterns, and this report therefore focuses on research results for the latter species, too.

Aspen stands are easy both to regenerate and tend. Even without silvicultural measures, dense regenerations will usually be able to maintain a stand impression throughout the rotation. However, to achieve a high net production (i.e. minimal self-thinning), a healthy and stable stand, and large average dimensions, conscious silvicultural measures must be taken. In practice, it will be possible to carry out 1, 2 or 3 thinnings during a rotation. Early and radical thinnings (e.g. at 5 years of age) can not be recommended, because of the danger of new root-sucker development. Up to 15-20 years of age, initially dense regenerations will exhibit an intense self-thinning and a positive crown-development through self-pruning effects. A radical (-and possibly single) thinning should be carried out at this phase of the rotation. If 3 thinnings are chosen, the first one can take place somewhat earlier, e.g. at 10-15 years of age. After the initial thinning, tree spacing should be from 3 to 4 meters, depending on the number of planned future thinnings.

Tree-crown percentage can be used as a guideline for the timing of thinnings. The appropriate percentage value is about 50% of total tree height. There are significant correlations between tree-crown percentage, diameter increment, rot frequencies and rotation length. If there are good market prospects for high-quality aspen timber, thinning practices should concentrate on tree dimension and shape before tree distribution. Examples of different thinning strategies for American aspen are shown in Tables 1, 2 and 3 (after Perala 1978). Table headings are timing and strength (spacing, S%) of various thinning programs. The corresponding results are proportion of saw-and veneer logs, plus relative net volume production figures. It is assumed that these results can also act as guidelines in treatment of European aspen under normal growing conditions. Experiences from Norwegian practice and research in aspen supports this assumption.

Natural regeneration of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) under aspen shelter is common in Fennoscandia's aspen areas. Both 1- and 2-storied mixed-wood stands of aspen and spruce show high volume production figures and good vitality. A planted stand of aspen and spruce near Larvik, Vestfold County, produced 30 m<sup>3</sup> per hectare in current annual increment at 26 years of age.

### Etterord

Fra skogeierhold har det i den senere tid vært pekt på at det nå er nødvendig å gi en mer systematisk veiledning i skjøtsel av lauvskog. Det er flere henvendelser av denne art, blant annet om behovet for litteratur, som er bakgrunnen for denne publikasjonen.

Under utarbeidelsen har pensjonert professor Ola Børset og I. amanuensis Lars Helge Frivold lest gjennom manuskriptet, og gitt oss gode råd for fremstillingen. Tone Husby har med stor tålmodighet stått for tekstbehandlingen. Vi takker disse tre, og andre kolleger ved instituttet, for god hjelp.

### Litteratur

- Barth, A. 1942. Aspen dens kultur og behandling for kvalitetsproduksjon. Publikasjon nr. 1 fra Ingeniør F.H. Frølich's Fond for aspeskogbrukets fremme 1942. Oslo. 87s.
- Bergman, F. 1982. Blandskogen. Tidsskrift for Skogbruk 90:7-14.
- Blumenthal, B.E. 1942. Studier angående aspens förekomst och egenskaper i Finland. *Silva Fennica* 56. 63 s.
- Brinkman, K.A. & E.I. Roe 1975. Quaking aspen: Silvics & Management in the Lake States. U.S. Department of Agriculture. Forest Service Agricultural Handbook No. 486. 52 s.
- Børset, O. 1956. Rotskudd hos osp. Tidsskrift for Skogbruk 64:219-240.
- 1960. Silviculture of Aspen. *Scottish Forestry*. 68-80.
- 1962. Die Bedeutung der Aspe (*Populus tremula* L.) als Vorwald und Mischholzart für die Fichtenkultur in Norwegen. Tagungsberichte Nr. 53. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. 79-86.
- 1986. Skogskjøtsel I-II. Landbruksforlaget, Oslo. 494 s, 455s.
- Børset, O. & M. Haugberg 1960. Ospa. Det norske Skogselskap, Oslo. 176 s.
- Delbeck, K. & S. Nersten 1983. Lauvskogressursene i de 12 skogfylkene. Meddelelse nr. 34, Institutt for skogtaksasjon, NLH. 112 s.
- Eklund, S. & G. Wennmark 1925. Några undersökningar av aspskog. Skogsvårdsförbundets tidskrift. Stockholm. 125-142.
- Eriksson, H. 1976. Granens produktion i Sverige (s. 128). Institutt for skogsproduksjon. Rapport 41. 291 s.
- Evje, L.P. 1981. Studier i et tynningsfelt med osp (*Populus tremula*). Hovedoppgave skogskjøtsel, NLH. 62 s. + tabeller og figurer.
- Frank, J. & I. Borchgrevink 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. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland (s. 148). *Studia Forestalia Suecica* 14. 304 s.
- Frivold, L.H. 1982. Blandingsskogens status i europeisk skogbruk. Tidsskrift for Skogbruk 90:250-261.
- Frølich's Fond 1982. Årsberetning. Ad.: IEA Forestry Energy Programme Group 'B' - Biomass Growth and Production. NLH, Ås.
- 1988. Osp i husbyggingen. NLH, Ås. 28 s.
- Graham, S.A., R.P. Harrison jr. & E.W. Casey jr. 1963. Aspen Phoenix trees of the Great Lakes Region. Ann Arbor - The University of Michigan Press. 272 s.
- Haugberg, M. 1958. Produksjonsoversikter for osp. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen. 15: 143-186.
- Huse, S. 1965. Strukturformer hos urskogbestand i Øvre Pasvik. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 44(31). 81 s.
- Institutt for skogskjøtsel 1985: Bjørk Osp Or. A/S Kaare Grytting, Orkanger (3. opplag). 187 s.
- Langhammer, Aa. 1962. Ospas krav til jordbunnen. Norsk Skogbruk 11/12:369-371.
- 1964. Hvorledes skal vi tynne ospa? Skogeieren 8:4-5.
- 1968: Celluloseflis i 5-årig omløp. Skogeieren 10:19.
- 1971. Et orienterende gjødslingsforsøk i ospeskog. Skogeieren 11:20-21.
- 1973. Et ospforsøk i Borre prestegårdsskog. Statsskog 1:38-42.
- 1979. Tynningsmodeller for osp, og litt om nye veier i forskning på bestandspleien. Norsk Skogbruk 6/7:7-8, 19.
- 1981. Rasktvoksende treslag - finnes de? Norsk Landbruk 100 (9):24-27.
- 1982. Refleksjoner omkring et plantefelt med osp og gran i Norge. Tidsskrift for Skogbruk 90:102-110.
- Maini, J.S. & J.H. Cayford 1968. Growth and utilization of poplars in Canada. Department Publication No. 1205, Ottawa. 257s.

- Opdahl, H. 1989. Avsmaling og volum hos osp (*Populus tremula* L.) i Sør-Norge. Tapering and volume of Aspen (*Populus tremula* L.) in South Norway. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 43.2: 42 s.
- Perala, D.A. 1978. Thinning strategies for aspen: A prediction model. USDA Forest Service. Research Paper NC-161. 19 s.  
(Aspen, Birch, Conifer - program report.)
- Steneker, G.A. & J.M. Jarvis 1966. Thinning in trembling aspen stands Manitoba and Saskatchewan. Department of Forestry. Publication No. 1140, Ottawa. 28 s.
- Stoeckeler, J.H. 1960. Soil factors affecting the growth of Quaking aspen forests in the Lake States. University of Minnesota. Technical Bulletin 233. 48 s.
- Stortingsmelding nr. 18, 1984-85. Landbruksdepartementet, Oslo.
- Tham, A. 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.). Institutionen för skogsproduktion. Rapport nr. 23, Garpenberg. 36 s.
- Timber-lines 1987. Canadian Forest Service, Alberta. No. 4. 8 s.
- USDA Forest Service 1972. Aspen: symposium proceedings. Northern Forest Experiment Station, St. Paul, Minn. (USDA Forest Service General Technical Report No. 1). 154 s.
- 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.
- Zehngraff, P. 1948. Yields of Aspen in Unmanaged Stands. Lake States Forest Experiment Station, Minnesota. Technical Notes No. 300. 1 s.
- Zumer, M. 1966. Astungsversuche an Föhre, Fichte, Birke, Aspe, Esche und Eiche. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 20:399-581.
- Økter, J. 1978. Analyse av en avstandsregulert forsøksflate med osp. Hovedoppgave i skogskjøtsel, NLH. 88 s.