

Foryngelse hos lind *Tilia cordata* i Sør-Norge

Christian E. Mong

Christian.Mong@bio.uib.no

Sammendrag

Christian E. Mong , 2005: Foryngelse hos lind *Tilia cordata* i Sør-Norge. Aktuelt fra skogforskningen 4/05: 1-17.

Norge har en genbevaringsstrategi for skogstrær som går ut på å ta vare på eksisterende genetisk variasjon for å sikre tilpasning til fremtidige miljøendringer og muligheter for evolusjon. Denne rapporten har tre hovedsiktemål: Kartlegge foryngelsen av lind i Sør-Norge, finne ut hva foryngelsen begrenses og betinges av, og foreslå videre tiltak som bør iverksettes for å sikre at arten forvaltes bærekraftig.

Tilsammen ble 27 områder undersøkt på Sør-, Vest- og Østlandet. Miljøvariabler ble samlet inn fra 217 lindetrær som antageligvis var ulike kloner. Voksestedet til hver klon ble kategorisert, og den vegetative foryngelsen ble delt inn i to; stubbeskudd (lavere enn 137 cm over bakken) og stammer (over 137 cm over bakken). Stubbeskuddene ble telt, og diameteren målt på alle stammer. Det ble også lett etter frøplanter på hver lokalitet.

Hele 53 % av de voksne lindetrærne hadde et voksested med helning på 30° eller brattere, og mange vokste på steder karakterisert som rasmark, stup og berg. Dette kan skyldes at den vegetative foryngelsen, uttrykt som antall stammer per klon, er sterkere i bratt terreng. Lindbestandene i bratte lier i hele Sør-Norge er relikter etter mye mer omfattende lindeskoger for 5–6000 år siden.

Ved å se på alders sammensetningen av diameterklasser, etter en anerkjent framgangsmåte fra Leak (1965), får man et utgangspunkt til å bedømme bestandsutviklingen basert på data samlet inn fra en sesong. Etter denne framgangsmåten ser det ut til at bestandene på Sør-, Vest- og Østlandet alle er stabile eller i ferd med å få ennå større tetthet av stammer.

Bare 11 frøplanter av lind ble funnet. Disse vokste alle i de klimatiske gunstigste stedene som ble besøkt, helt sør i Vest-Agder eller innerst i Oslofjorden. De fleste av dem hadde etablert seg i tett vegetasjon på relativt flat mark. Det som betinger frøforyngelse og vegetativ foryngelse ser altså ut til å være forskjellig, – bratt terreng ser ikke ut til å være en del av foryngelsesnisjen til frøplantene.

En rekke studier fra Storbritannia viser at frøforyngelsen hos lind begrenses av lave temperaturer. Tidligere innsamlinger av frukt i Nord-England og Skottland viser at pollenslangens vekst hemmes av for lave temperaturer slik at svært få embryoer blir befruktet i det klimaet som i dag gjelder i disse områdene. Deler av Sør-Norge har tilsvarende temperaturer under lindens blomstringsperiode, men basert på fruktinnsamling fra tre år i Sogn og Fjordane, 1994, 1995 og 2004, kan vi slutte at befruktning inntreffer noen år og at embryoutvikling ofte kommer langt. Det er likevel mest sannsynlig at det er temperatur som er den mest begrensende faktoren for frøforyngelse hos lind også i Sør-Norge – mange av embryoene er mangelfullt utviklede, som tyder på en for kort vekstsesong. Dette vil kunne testes med spiringsforsøk.

I tillegg til spiringsforsøk vil også genetisk kartlegging av variasjonen innen bestander og mellom bestander være viktig for å vurdere hvordan lind kan gis et bærekraftig vern i Norge.

Nøkkelord: genressursbevaring, naturreservater, frøforyngelse, vegetativ foryngelse, klima.

Abstract

The strategy for genetic conservation in Norway aims to manage existing adaptations and thus secure each species' ability to adapt to environmental change and to evolve. The main aims of this report are three-fold: register the regeneration of lime/linden *Tilia cordata* Miller in three regions of Southern Norway, identify factors influencing regeneration, and suggest means to secure a sustainable management of this species.

A total of 27 sites were studied in the eastern, southern, and western regions of South-Norway. Environmental variables were sampled from 217 genets of lime. The topography was categorised, shoots (shorter than 137 cm above ground) counted, and the diameters of all stems (taller than 137 cm) measured. A search was made for seedlings at every site.

Of the adult limes, 53 % were rooted in ground sloping more than 30° in topography classified as scree or precipice. There was a positive association between clonal regeneration, expressed as number of stems per genet, and steep terrain. The populations of lime in Southern Norway may thus be the survivors after more extensive forests 5–6000 years before present.

By looking at frequencies of stems per diameter class, after an approach by Leak (1965), one may evaluate population dynamics based on data collected from one season only. According to this approach the populations for all three regions are evaluated as stable or growing in the sense that the density of stems per genet may be increasing.

Only 11 seedlings of lime were found. These were all found in the climatically warmest parts of the country, in southern Vest Agder and inner parts of Oslofjorden. Most of them had established in dense vegetation on relatively level ground. Hence, different factors may govern sexual and clonal regeneration – and steep terrain does not seem to be a part of the regeneration niche of seedlings.

A series of studies from Great Britain demonstrate that lack of sexual regeneration in lime is attributable to low temperatures. Fruits collected in northern England and Scotland are unfertilised because the pollen tube does not grow into the stigma in the prevailing climate of that region. Many parts of South-Norway have comparable temperatures during the flowering season of lime. Based on fruit collections from three years in Sogn og Fjordane, in 1994, 1995, and 2004, there is evidence that at least some years fertilisation takes place and some embryos develop. Still, temperature is the most plausible factor that may limit the sexual regeneration of lime in South-Norway – many of the embryos have not ripened properly, indicating a too short growing season. The importance of this factor should be further studied by germination experiments.

In addition to germination tests, mapping of genetic variation both at the within and at the between stand level of lime is recommended to ensure a sustainable management can be given to lime in Norway.

Innhold

Sammendrag	2
Abstract	3
2. Material og metode	5
2.2. Lind <i>Tilia cordata</i>	5
2.3. Lokalitetene	6
2.4. Lindeklonene	6
2.5. Frøplantene	6
2.6. Fruktene	6
2.7. Numerisk analyse	6
3. Resultater	7
3.2. Voksestedene	7
3.3. Vegetativ foryngelse	7
3.4. Frøplanter	9
3.5. Fruktene	11
3.6. Storlind og parklind	11
4. Diskusjon	11
4.1. Foryngelse med stammer og stubbeskudd	12
4.2. Kjønnnet foryngelse	12
5. Konklusjon	15
5.2. Foryngelse ved frøsetting	15
5.3. Tiltak og vern	16
Etterord	16
Litteratur	16
Appendix	17

1. Bakgrunn, vern og formål

1.1. Innledning

I følge Konvensjonen for Biologisk Mangfold, som Norge har undertegnet, er hvert land ansvarlig for bevaring og bærekraftig bruk av deres biologiske diversitet (UNEP 1992). Etableringen av EUFORGEN (The European Forest Genetic Resources Programme) i 1994 skal sikre bærekraftig utnyttelse og forvaltning av skogsressursene (Turok et al. 1998). Norge har med sitt spesielle klima og sin nordlige beliggenhet et særlig ansvar ettersom en rekke treslag har sine absolutte nordgrenser hos oss. Ved grensen av sin utbredelse kan mange trearter ha lav genetisk variasjon når populasjonene er små (Savolainen & Kuittinen 2000). Målet for Norges genbevaringsstrategi er å ta vare på eksisterende tilpasninger slik at sårbare arter er optimalt rustet til å møte de forandringer framtida måtte bringe, og at mulighetene for fremtidig evolusjon fortsatt er til stede (cf. Eriksson et al. 1993, Myking & Skrøppa 2001).

Det har lenge vært antatt at det som begrenser den nordlige utbredelsen til vanlig lind *Tilia cordata* er at pollenslangens vekst er dårlig og ovulens befruktning ikke kan foregå hvis lufttemperaturen er for lav. Dette gjør at betingelsene for kjønnnet formering er marginale i Nord-England (Pigott & Huntley 1981) og Skottland (Gray et al. 1999, Gray & Grist 2000).

I Finland etablerer lind frøplanter i en viss utstrekning, selv nær artens nordgrense (Pigott 1981). I Norge er funn av frøplanter av lind sjeldne, men forekommer på Sørlandet og Østlandet. Det har også vært rapportert funn i Åsane i Eid kommune og i Luster i Sogn og Fjordane (Arnfinn Skogen pers. komm.), og i 1983 i Uraneset naturreservat i Kvam i Hordaland (Ole R. Vetaas, pers. komm.). To frøplanter ble også funnet i samme reservat i 1994 (Per H. Salvesen, pers. komm.).

I de delene av lindas utbredelse med høyere sommer-temperaturer og lengre somre er etableringen av frøplanter god. I Polen har frøplanter av lind etablert seg i nye deler av Bialowieza nasjonalpark siden 1936 (Bernadzki et al. 2001), og i Tyskland og Frankrike er det god frøspredning (Pigott 1981).

Flere har påpekt at lind har ved sin vestlige og nordlige utbredelse en tendens til å vokse i klipper og skrenter, hvor det er en utpreget vegetativ foryngelse som kan gi bestandene en reliktkarakter (Ve 1967, Pigott & Huntley 1981, Huntley & Birks 1983). Insektsbestøvede arter som lind har ofte lavere genetisk variasjon enn vindbestøvede arter (Hamrick et al. 1992), bestandene er ofte små, og de genetiske ressursene til lind i Norge er kategorisert som *utsatt* av Myking og Skrøppa (2001).

Det finnes cirka 70 verneområder med lind som et av hovedtreslagene i Norge. I tillegg inngår lind i 60–70 andre verneområder (Myking & Skrøppa 2001). Verneplaner for edelløvsog i Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal er under utarbeidelse, men foreløpig er lind mangelfullt vernet i disse fylkene.

Formålet med denne studien er å kartlegge foryngelsen hos lind i Sør-Norge, både den vegetative og den kjønnete, samt å finne hvilke faktorer som betinger eller begrenser

foryngelse av begge typer. Og med bakgrunn i dette foreslå spesifikk forvaltningstiltak for arten.

2. Material og metode

2.1. Lindeartene

Det er to vanlig forekommende arter lind i Norge, og som park og allétre er hybriden mellom dem enda vanligere. Den som refereres til som lind i denne teksten er *Tilia cordata* Miller (nomenklaturen følger Lid & Lid 1994). Denne er stedegen i motsetning til storlind *T. platyphyllos* Scop. og hybriden parklind *T. x vulgaris* Hayne [*T. europaea* L., *T. x intermedia* DC., *T. cordata x platyphyllos*].

Lind kjennetegnes av blad som er omtrent like breie som lange, og som er snau bortsett fra små rødlige hårtuster i nervehjørnene på undersiden, og glatte bladplater med lite tydelige tredjeordens nerver.

Storlind har blanke/hvite hår på begge sider av den avlange bladplaten som gjør at den tydelig føles ru mellom fingrene, og påfallende tredjeordens nerver som er noe nedsenket i bladplaten overside og uthevet på undersiden.

Parklind har tydelige tredjeordensnerver, men bladplaten er sparsomt eller ikke behåret på oversiden og sparsomt behåret på undersiden. Hårene er lyse og sitter helst på nerverne og i nervehjørnene. Bladene er lengre enn de er breie, og ofte svært asymmetriske.

2.2. Lind *Tilia cordata*

Lind er et insektpollinert tre som har fruktstandsfrukter primært tilpasset vindspredning (Lid & Lid 1994). Arten spredde seg til Norge under den postglasiale varmetiden ca 6000 år før nåtid og nådde sannsynligvis sin største utbredelse for ca 5000 år siden (Huntley & Birks 1983). Faktisk er den fossiliserte pollenmengden så stor, i forhold til at det dreier seg om en insektpollinert art, at Huntley og Birks (1983) anslår at den utgjorde 25–50 % av trekronedekket i det sørlige Skandinavia inkludert Sørøstlandet. Lindepollen går etter denne perioden jevnt nedover, men det kan se ut som om utbredelsen (ikke mengden) har flyttet seg litt nordover og vestover i Norge omkring 1000 år før nåtid (Huntley & Birks 1983). I dag sedimenteres svært lite lindepollen i forhold til de mengdene man finner i fossile lag (Huntley & Birks 1983).

Lind finnes i dag i spredte lunder i Sør-Norge og opp til Brønnøy i søndre Nordland og regnes som et av våre mest varmekjære trær. Arten etablerer sjelden frøplanter i Norge, og det antas at bestandene har foryngt seg helt eller delvis klonalt i lang tid (Salvesen 1995). I den senere tid karakteriseres arten i hele sin norske utbredelse av en begrenset spredningsevne (Myking & Skrøppa 2001, Myking 2002).

Lind blomstrer i Norge fra tidlig i juli til litt ut i august, avhengig av beliggenhet.

2.3. Lokalitetene

Feltarbeidet ble utført i tidsrommet 20/7 til 26/9 2004. Alle undersøkte områder i Hordaland og på Sør- og Østlandet er naturreservater hvor tilstedeværelsen av lind er en del av vernebegrunnelsen, unntatt Høvikodden i Akershus. Områdene ble valgt ut for å gi de tre landsdelene god representasjon. To nettsteder med oversikt over verneområder i Norge ble brukt for å plukke ut og finne egnede lokaliteter (Anonym 2004a & Anonym 2004b). I Sogn og Fjordane, hvor lind har mangelfullt vern (Myking & Skrøppa 2001), ble lokalitetene plukket ut etter kart tegnet av Ve (1930, 1940) og etter professor Arnfinn Skogens anvisninger.

2.4. Lindeklonene

På hver lokalitet ble tilfeldig valgte lindetrær midtpunkt i 10 x 10 m ruter. Avhengig av lindeforekomstens størrelse ble 2 til 6 ruter undersøkt på hvert sted. Hver lokalitet ble i så stor grad som mulig gjennomløst etter frøplanter av lind, men her må det nevnes at en typisk lindelokalitet er svært bratt og farlig å traversere. I fuktig vær var denne delen av prosjektet vanskelig fordi bratte partier ble glatte og ufarbare.

Alle rutene ble undersøkt på følgende måte: Helningsgrad og eksposisjon ble bestemt med et klinometerkompass, prosent dekningsgrad ble anslått subjektivt på fire nivåer (krone-, busk-, urte- og moseskikt), type substrat ble kategorisert etter hva som var mest framherskende: stein, ur, rasmark, jord eller berg. Genetisk forskjellige lindeindivider ble subjektivt fastsatt etter følgende kriterier: To stammer av lind minst 2 m fra hverandre og uten avdekkbar forbindelse i form av rot eller senker. Slike ble regnet som forskjellige kloner og nummerert.

Voksestedets topografi ble registrert for hver lindeklon (ur/steinrøys, skråning (med urtedekke), rasmark (uten urtedekke), berg, stup og flatmark), antall stammer, samt diameter ved brysthøyde (DBH) på hver stamme. I tillegg ble stubbeskudd – lavere enn brysthøyde – som skyter fra klonens rothals og nedre stubbe (< 25 cm over bakken) telt ut fra en antagelse om at disse kan bli nye stammer med egne røtter og således bli en del av fremtidig foryngelse. Tilfeller av vegetativ formering ved senkere eller beiteskader på bark og blader ble notert for hver klon.

2.5. Frøplantene

Lindeplanter som vokste mer enn 5 m fra annen lind, samt uten forbindelse til artsfrender av typen liggende stamme eller rot, ble kategorisert som frøplanter. Lind setter trolig ikke rotskudd (Frivold 1994). Følgende data ble samlet inn fra hver frøplante; avstand til nærmeste lind og frøplantens høyde. I tillegg ble data registrert om voksestedet til frøplanten. Voksestedet ble satt til 1x1 m med planten i midten. Helningsgrad og eksposisjon, voksestedets overflate (konkav, flat eller konveks), og dekningsgrad ble beregnet på samme måte som for rutene (se over).

2.6. Fruktene

En del frukt fra lind ble også samlet inn, men ikke så systematisk som ønskelig, fordi bare den siste delen av feltarbeidet sammenfalt med modne eller nær modne frukter, og fordi fruktene henger utenfor rekkevidde i de fleste bestander.

2.7. Numerisk analyse

For å bedømme om lindebestandene på Sør-, Vest- og Østlandet forynger seg i stor nok grad til å opprettholde populasjonsstørrelsene, brukes en framgangsmåte fra Leak (1965). Metoden tar utgangspunkt i data som det er mulig å samle inn i løpet av en sesong. På den måten egner den seg godt til prosjekter av kort varighet som skal undersøke langsomme prosesser som bestandsutvikling hos trær:

Utgangspunktet er den fordelingen en populasjon av trær får hvis man lager et histogram over størrelsesklassene uttrykt ved diameter ved brysthøyde. Hvis det blir en negativ eksponensiell fordeling, eller en såkalt ryggvendt J-distribusjon, tyder dette på at rekrutteringen oppveier dødsraten, og at noen individer lever opp til å føre bestanden videre. Tanken bak metoden er at hvis kvotienten mellom to tilgrensende klasser er konstant for alle klassene, så må populasjonene totalt sett være i et likevektsforhold mellom foryngelse og død (Leak 1965).

For å kunne analysere hvor mye helning og eksposisjon betyr for foryngelsen, ble disse to variablene omformet til en radiasjonsindeks som ble beregnet for hver rute. Radiasjonsindeksen er en funksjon av breddegrad, eksposisjon og helning som gir et uttrykk for mengden solinnstråling et gitt sted mottar en gjennomsnittsdag (Oke 1987, Vetaas 1992)

(Formel: $RI=100*\cos(180-eksposisjon)*\sin(helning)*\sin(breddegrad)+\cos(helning)*\cos(breddegrad)$).

Metoden som ble brukt for å analysere data var *Generalized Linear Models* (GLM: McCullagh & Nelder 1989), som er en regresjonsmetode hvor man kan spesifisere hvilken parametrisert fordeling man forventer at responsen og residualene skal ha (Quinn & Keough 2002). Gaussiske (normale), poisson og binomiale forventningsfordelinger ble brukt i dette studiet på følgende analyser:

1. Modeller av antall stammer per klon som funksjon av ulike miljøvariabler. Siden responsen er et resultat av tellinger, er forventningsfordelingen av typen poisson (Quinn & Keough 2002).
2. Modeller av antall stubbeskudd per klon som funksjon av ulike miljøvariabler. Forventningsfordelingen er poissonfordelt.
3. Modeller av frøplanter som funksjon av ulike miljøvariabler. Siden responsen er kategorisk (0/1), er forventningsfordelingen binomial (Quinn & Keough 2002).

Regresjonsmodellene ble testet med *F*-tester, og signifikansnivået som forkaster null-hypotesene ble satt til 0,05. Forklaringskraften til hver modell ble evaluert med koeffi-

sienten $D2$ – mengden forklart avvik – som er analog med regresjonskoeffisienten $R2$ (Yee & Mitchell 1991), men som er tilpasset GLM. (Formel: $D2 = (\text{null deviance} - \text{deviance}) / \text{null deviance}$)

Data ble analysert med statistikkprogrammet R (Anonym 2003a). Tekstbehandlingen ble utført med OpenOffice.org (Anonym 2003b).

3. Resultater

3.1. Lokalitetene

I alt ble 27 områder undersøkt på Sørlandet, Vestlandet og Østlandet. Disse lå i fylkene Akershus, Buskerud, Hedmark, Hordaland, Sogn og Fjordane, Vest Agder, Vestfold og Østfold. Se Tabell 1. Studieområdene ligger mellom 58° og 62° nord, de fleste ligger under 100 m over havet (m o. h.). Det høyestliggende (Rotlia i Hedmark) er ca 130 m o. h.

Tabell 1. Lokalitetene, kommunene og fylkene som ble besøkt. I tillegg ble følgende steder også undersøkt; Gullkronene naturreservat (21/8, Tønsberg), Fjugstad naturreservat (22/8, Borre) og Lindøya (31/8, Oslo). Lind ble ikke funnet på disse lokalitetene. Storlind ble sett i Gullkronene, Knardal, Høvikodden og på Lindøya.

Lokalitet	Dato	Kommune	Fylke
Mundheim	20/7	Kvam	Ho
Kvandal	22/7	Granvin	Ho
Folkestad	23/7	Granvin	Ho
Jobberget	23/7	Granvin	Ho
Låveheia	26/7	Søgne	VA
Sellegrad	27/7	Farsund	VA
Kvellandsfossen	28/7	Lyngdal	VA
Listeid	29/7	Farsund	VA
Skoland	30/7	Farsund	VA
Søndre Hørtekollen	17/8	Lier	Bu
Kolsåsstupene	18/8	Bærum	Ak
Enli	20/8	Bærum	Ak
Bergan	23/8	Holmestrand	VF
Skaugumåsen	24/8	Asker	Ak
Søndre Jeløy	26/8	Moss	ØF
Høvikodden	28/8	Bærum	Ak
Knardal	30/8	Frogn	Ak
Rotlia	1/9	Stange	He
Hella	23/9	Leikanger	SF
Årdal	23/9	Årdal	SF
Sogndal	24/9	Sogndal	SF
Flostrand	25/9	Stryn	SF
Stryn	25/9	Stryn	SF
Lote	26/9	Eid	SF

Lokalitetene som ligger nær tettbygde områder har et parkaktig og relativt åpent landskap (Søndre Jeløy og de i

Bærum kommune, se Tabell 1), mens de som ligger mer grisgrønt er nesten uten unntak svært bratte og hadde karakter av gjengroing med mange skyggetålende arter i urte- og buskskiktet.

Det ble ikke observert beiteskader på greiner, bark eller stubbeskudd noe sted, eneste dyrepåført skade som ble observert i nevneverdig grad var de spisse og karakteristisk rødlig gallene etter småbladlindgallmidd (*Phytoptus lateannulatus* Schultze) på bladverket. Dette var ganske vanlig, men særlig framherskende på Bergan i Vestfold (se bildet nederst til venstre på forsiden).

3.2. Voksestedene

I alt ble 217 kloner av lind observert, utenom frøplanter og park- og storlind. Av disse var 67 på Sørlandet, 66 på Vestlandet og 83 på Østlandet. Hele 77,5 % hadde et voksested med helningsgrad på 20° eller brattere. Litt over halvparten (53 %) hadde et voksested på 30° eller brattere. En stor andel, 68 %, av de 217 klonene hadde et voksested med eksposisjon mer sørlig enn nordlig (mellom 90° og 270°). Av de med nordlig eksposisjon var helningsgraden på terrenget flat eller lav, med et gjennomsnitt på 10° . Det var ikke signifikant forskjell i terrengtype mellom landsdelene.

Femten prosent av klonene vokste på steder som subjektivt ble klassifisert som ur/steinrøys, 14 % i skråning (med dekkende urtevegetasjon), 43 % på rasmare (uten dekkende urtevegetasjon), 6 % på berg, 14 % på kanten av stup eller overheng, og bare 7,5 % på flat mark.

Det ble funnet flere eldre lindetrær som var blitt styvnet, men bare i Listeid i Farsund (Vest Agder) var dette noe som hadde skjedd de siste årene.

3.3. Vegetativ foryngelse

Den vegetative foryngelsen var framtrekkende på alle undersøkte lokaliteter i Sør-Norge. Den så ut til å skje nesten utelukkende ved at stubbeskudd utvikler seg til nye stammer som etterhvert når ned til substratet med røtter, og som dermed kan bli stående når gamle stammer faller (se bildet nederst til høyre på forsiden).

Av totalt 217 kloner var 179 flerstamma. Tilsammen 936 stammer ble undersøkt. Av alle klonene hadde 151 ett eller flere stubbeskudd. Tilsammen ble 1375 stubbeskudd observert. Bare fem tilfeller av vegetativ foryngelse med senkere ble registrert. Syttien skudd kom fra rotfragmenter eller råtne stubber hvor det ikke var levende stammer.

Alle besøkte bestander hadde kloner med flere stammer og stubbeskudd.

Landsdelsvis kan vi se av Fig. 1 at de får alle en frekvensfordeling av stammer per diameterklasse som ligner en ryggsnudd J-fordeling, etter metoden til Leak (1965). Fordelingene for hver landsdel og samlet for Sør-Norge er også relativt jevne, uten tydelige kohorter eller perioder med rekrutteringssvikt.

3.3.1. Stammer

Den vegetative foryngelsen er vellykket, eller er i ferd med å bli vellykket, der klonene har mange stammer. Antall stammer er positivt assosiert med bratt terreng (40–50° helning), høy radiasjonsindeks (75–100 %) og lavt til middels kronedekke (0–50%), se Fig. 2. Rasmark og berg øker sannsynligheten for at lind blir flerstammet, mens jord og humus i grunnen ser ut til å begrense flerstammethet. Substrat av stein eller ur virker ikke signifikant inn på antall stammer en lindeklon har. Modellene med helningsgrad og jord (0/1) har størst forklaringskraft, henholdsvis 8,7 og 7,7%. Se Tabell 2.

Det ble funnet 44 stammer som var døde, men som ennå var festet til en lindeklon. Disse stammene ble ikke målt.

3.3.2. Stubbeskudd

Utfra en antagelse om at mengden stubbeskudd en klon setter betinges av dens vitalitet og regenerative kraft, ble antall stubbeskudd testet for funksjonell avhengighet av en rekke miljøvariabler. Klonene setter flest stubbeskudd der radiasjonsindeksen er 40–80 %, og der kronedekket er middels eller lavere enn middels (30–60%), se Fig. 3. Stubbeskudd er negativt assosiert med substrat hvor jord og ur er framherskende, og positivt assosiert med berg. Helningsgrad, substrat av typene stein og rasmark har ingen signifikant forklaringskraft på antall stubbeskudd hos lind. Modellene med radiasjonsindeks og berg (0/1) som prediktorer har signifikant, men lav, forklaringskraft – henholdsvis 2,1 og 2,9%. Se Tabell 3.

Det ble observert noen få stubbeskudd som var døde, men dette ble ikke tallfestet.

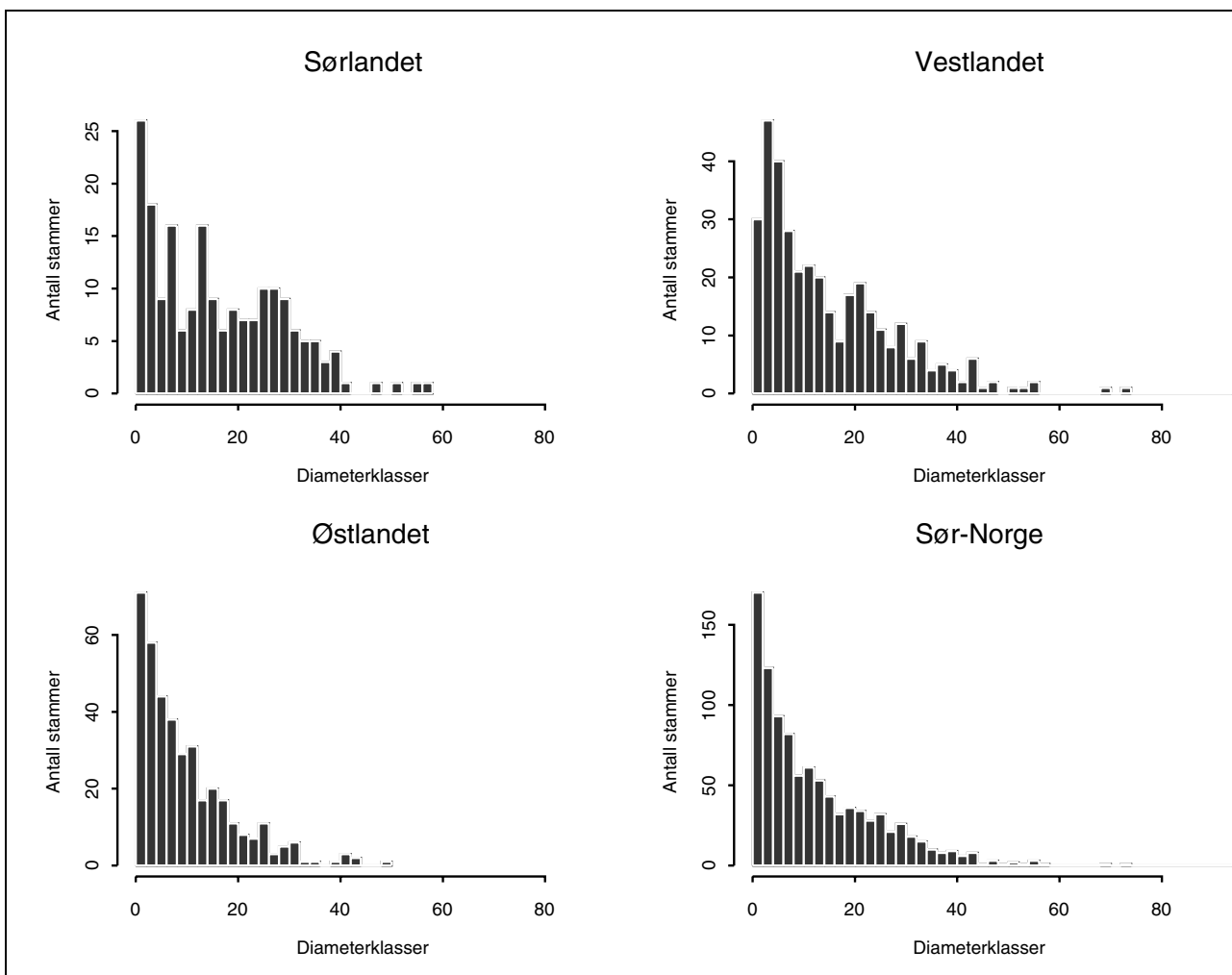


Fig. 1. Histogram over frekvensfordeling av stammer per diameterklasse for 193 lindestammer på Sørlandet, for 358 lindestammer på Vestlandet, for 385 lindestammer på Østlandet og for 936 lindestammer i Sør-Norge.

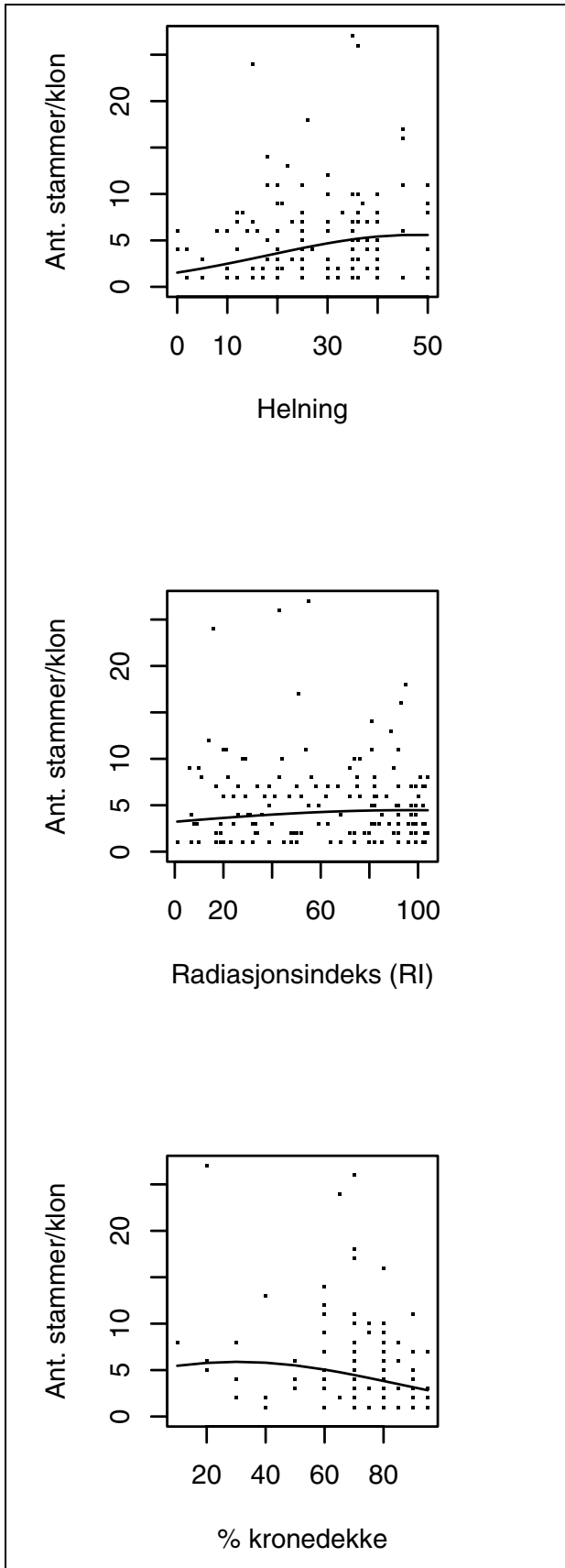


Fig. 2. Grafiske framstillinger av kvadratiske regresjonsmodeller hvor antall stammer per klon forklares som en funksjon av helning, radiasjonsindeks og % kronedekke. Utvalgets størrelse $n = 217$

3.4. Frøplanter

Det ble bare funnet 11 planter som sannsynligvis er frøplanter av lind. Ingen av disse hadde de karakteristiske håndflikede frøbladene, og alle var mer en ett år gamle. Rådata fra hvert funnsted av lind er listet i tabell 4. Tilsvarende tabell ble også laget for frøplanter av stor- og parklind i appendiks 1. I forhold til hva man kunne forvente utfra kjennskap til typiske voksesteder for voksen lind, ser frøplanter av lind ut til å etablere seg ofte i flatt terreng. De fleste hadde etablert seg i relativt tett vegetasjon med kronedekke på 80% eller tett urte- og buskskikt.

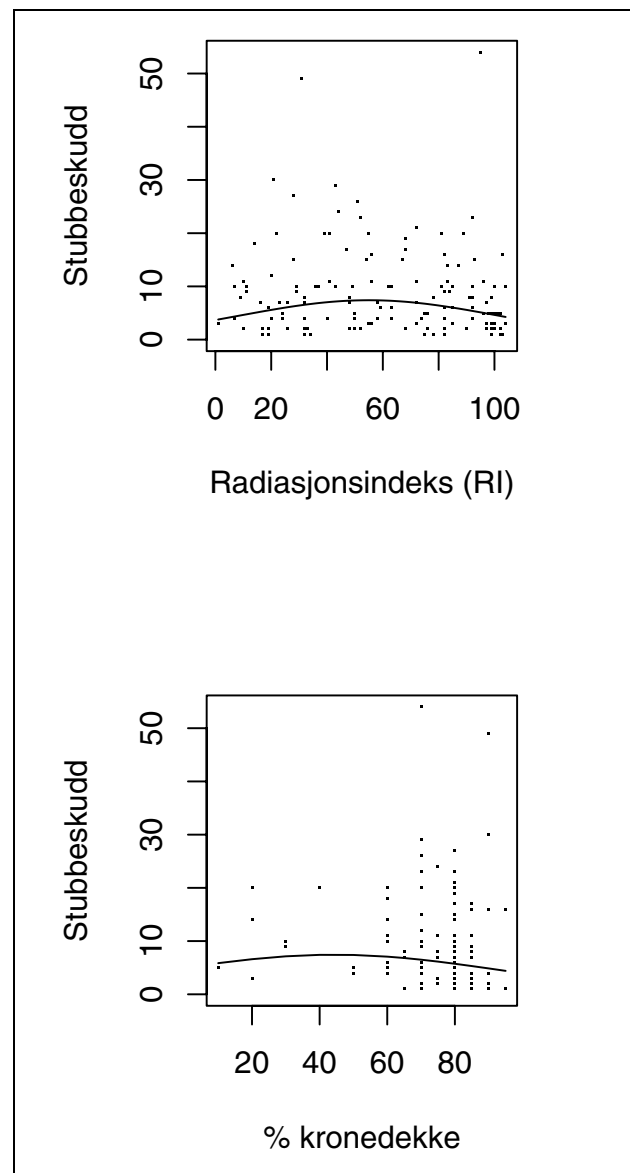


Fig. 3. Grafiske framstillinger av kvadratiske regresjonsmodeller hvor antall stubbeskudd forklares som en funksjon av radiasjonsindeks og % kronedekke. Utvalgets størrelse $n = 217$.

Tabell 2. Antall stammer per klon i regresjonsmodeller med miljøvariabler som forklaringsvariabel. Både poisson og logistiske regresjonsmodeller er brukt. Forklaringsvariablene står i kolonnen til venstre. Linjære modeller har 214 og kvadratiske modeller har 213 frihetsgrader. D^2 uttrykker andelen varians i dataene som er forklart av modellen, multipliser med 100 for å få det i prosent. Assosiasjon indikerer om forholdet mellom antall stammer og variabel er positivt (+) eller negativt (-). Asterisk (*) betyr at modellen er kvadratisk og at den er plottet, se Fig. 1. Utvalgets størrelse $n = 217$.

Variabel	Frihetsgr.	D^2	F-verdi	Assosiasjon	Pr(F)
Helning	213	0,087	37,684	*	< 0,001
Radiasjonsindeks (RI)	213	0,007	3,377	*	< 0,05
Stein (0/1)	214		2,878		ikke sign.
Ur (0/1)	214		1,906		ikke sign.
Rasmark (0/1)	214	0,012	10,213	+	< 0,01
Jord (0/1)	214	0,077	66,901	-	< 0,001
Berg (0/1)	214	0,032	27,613	+	< 0,001
% kronedekke	213	0,027	13,979	*	< 0,001
% buskdekke	213	0,062	26,673	*	< 0,001

Tabell 3. Antall stubbeskudd < 137 cm per klon i regresjonsmodeller med miljøfaktorer som forklaringsvariabler. Både poisson og logistiske regresjonsmodeller er brukt. Forklaringsvariablene står i kolonnen til venstre. Linjære modeller har 214 og kvadratiske modeller har 213 frihetsgrader. D^2 uttrykker andelen varians i dataene som er forklart av modellen. Assosiasjon indikerer om forholdet mellom antall stammer og variabel er positivt (+) eller negativt (-). Asterisk (*) betyr at modellen er kvadratisk og at den er plottet, se Fig. 2. Utvalgets størrelse $n = 217$.

Variabel	Frihetsgr.	D^2	F-verdi	Assosiasjon	Pr(F)
Helning	214		2,685		ikke sign.
Radiasjonsindeks (RI)	213	0,021	19,532	*	< 0,001
Stein (0/1)	214		1,510		ikke sign.
Ur (0/1)	214	0,011	20,837	-	< 0,001
Rasmark (0/1)	214		0,059		ikke sign.
Jord (0/1)	214	0,011	20,339	-	< 0,001
Berg (0/1)	214	0,029	55,776	+	< 0,001
Breddegrad	214		0,5		ikke sign.
% kronedekke	213	0,011	10,173	*	< 0,001

Tabell 4. Funnsteder og miljøvariabler for registrerte frøplanter av lind. Kurvatur angir om voksestedets topografi var konkav, konveks eller flat.

Funnsted	Helning	Eksposisjon	RI	Kurvatur	% krone	% busk	% urte	% mose
Kvellandsfossen	10	100	54,7	∪	80	20	0	0
Kvellandsfossen	10	130	61,7	∩	80	40	80	0
Kvellandsfossen	33	112	61,7	∪	80	40	50	100
Listeid	2	75	52,2	∪	80	0	60	50
Listeid	2	75	52,2	∪	80	0	100	10
Listeid	5	80	52,0	-	70	0	100	0
Skoland	2	250	54,0	∪	80	40	60	30
Høvikodden	25	160	79,7	-	60	40	50	0
Høvikodden	10	200	63,4	-	40	60	50	0
Høvikodden	17	160	71,6	-	40	60	50	0
Høvikodden	17	160	71,6	-	40	60	50	0

Tjuefem trær med bare én stamme og uten stubbeskudd, såkalte *maidens*, ble observert. Selv om det gjerne er slik lind ser ut hvis de har spirt fra frø i motsetning til fra senere eller rotskudd, så var ingen av disse langt nok fra annen lind eller fri for forbindelser til større trær. Følgelig ble de ikke betraktet som produkter av relativt nylig frøspiring, og derfor ble de gruppert med de voksne lindeklonene og ikke blant frøplantene.

3.5. Fruktene

Tilsammen ble 120 frukter samlet inn i 2004, alle fra Sogn og Fjordane (23–26/9). Fra Flostranda ble det tatt 51 frukter, fra Lote 22, og 27 og 20 fra henholdsvis Hella og Sogndal. Disse ble oppbevart kjølig og åpnet noen dager etter innsamling. Nittitre (77,5 %) av dem ble bedømt til å være tomme eller døde fordi de hadde store hulrom og brune og visne strukturer på innsiden. Tjuesju (22,5 %) hadde befruktete embryoer som hadde grønne skikt i tverrsnittet. Ti (8,3 %) av embryoene var så store at de fylte over halvparten av rommet inne i frukten og hadde en diameter på 2–3 mm.

Til sammenligning ble ti frukter av storlind skåret over den 21/8 i Gullkronene naturreservat (Tønsberg, Vestfold), mens vanlig lind ennå bare hadde kart. Av disse hadde samtlige embryoer en diameter på 3–4 mm, og alle fylte ut hele frukten (storlind har litt større frukter). Storlindene hadde allerede da helt modne frukter som var tørre og lysebrune, og svirret rundt når de løsnet fra trærne, mens lindetrærne i Sogn og Fjordane en måned seinere var i ferd med å miste løvet mens fruktene ennå satt på og virket ikke som de var helt modne ennå. Nesten ingen frukter hadde tørket ut såpass at de kunne svirre når de fløy gjennom lufta.

3.6. Storlind og parklind

Voksne, fertile trær av parklind ble ikke observert nær studieområdene. Storlind ble observert i naturreservatene Gullkronene (Tønsberg), Knardal (Frøgn), Lindøya (Oslo) og Søndre Jeløy (Moss), samt i friluftsområdet Høvikodden (Bærum). Alle disse stedene ble det også funnet frøplanter av storlind, se Tabell 5.

Det ble observert ni lindespiner som ikke var *T. cordata*. Av disse ble sju bestemt til storlind *T. platyphyllos* og to var antagelig hybridene parklind *T. vulgaris*.

4. Diskusjon

De fleste naturreservatene som ble undersøkt ble fredet på 70- eller 80-tallet. En del styvet lind ble observert på mange av lokalitetene, greinene som hadde vokst ut hadde diametere rett over styvingspunktene fra 18 til 43 cm. Det virker sannsynlig at staving, og kanskje hogst, rydning og beite også, ble avsluttet omtrent når vernet inntraff. De fleste lokalitetene så ut som om de var blitt mer tette og krattaktige de siste årene. Mange steder er det et stort oppslag av ungplanter av skyggetålende tre- og buskarter – særlig følgende arter var framtrekkende i underskogen: Spisslønn (*Acer platanoides*) og gran (*Picea abies*) på Sør- og Østlandet, og platanlønn (*A. pseudoplatanus*) på Vestlandet og hassel (*Corylus avellana*), hegg (*Prunus padus*), ask (*Fraxinus excelsior*) og alm (*Ulmus glabra*) i alle tre landsdeler.

Lind vokser også ofte sammen med furu (*Pinus sylvestris*) og blåbær (*Vaccinium myrtillus*), men da på mer lysåpne berg og i skrenter.

En del kloner ga inntrykk av å være svært gamle; med tre kloner bestående av over 20 stammer, en i Kolsåsstupene (Ak), en i Årdal (SF) og en med 27 stammer på Bergan (Vf). Noen av de klonene som vokste i brattheng og ved stup var overhengende, med stammer voksende opp fra massive røtter som stakk rett ut fra sprekker i berget. Dengang planten spirte fra frø må den ha vært i kontakt med fast substrat i brattheng, mens hver generasjon av stammer har suksessivt arbeidet seg utover fra berget, slik at hele trær idag synes å henge i luften. Se bilde på forsiden.

Det ble også observert en del *tolind*, som er en vestlandsk betegnelse på en vekstform av lind hvor det er et stort antall greiner eller stammer som vokser langs substratet ut i alle retninger fra stammen. De vokser i bratte skråninger uten sluttet vegetasjon, og kan danne vide kratt hvor bare noen få skudd er opprette. Tolind ble observert på Bergan i Vestfold og ved flere lokaliteter i Hardanger og Sogn og Fjordane.

Tabell 5: Funnsteder og miljøvariabler for registrerte frøplanter av storlind og parklind.

Funnsted	Taxon	Helning	Eksposisjon	RI	% krone	% busk	% urte	% mose
Søndre Jeløy	<i>T. platyphyllos</i>	5	270	51,3	80	40	5	0
Søndre Jeløy	<i>T. platyphyllos</i>	2	40	49,2	75	10	40	0
Søndre Jeløy	<i>T. platyphyllos</i>	10	170	65,4	40	10	50	0
Høvikodden	<i>T. platyphyllos</i>	0	0	50,0	70	90	40	0
Knardal	<i>T. platyphyllos</i>	2	70	48,9	80	30	10	0
Knardal	<i>T. x vulgaris</i>	5	15	42,5	50	50	100	0
Knardal	<i>T. x vulgaris</i>	20	20	19,2	80	50	40	100
Lindøya	<i>T. platyphyllos</i>	24	330	15,2	10	30	30	100
Gullkronene	<i>T. platyphyllos</i>	10	140	60,7	40	60	20	0

4.1. Foryngelse med stammer og stubbeskudd

Det vi kan se av histogrammene av den vegetative foryngelsen, Fig. 1, er jevnt over stor og mye større, målt i antall unge stammer, enn tallet på gamle etablerte trær. Dette gjelder alle tre landsdeler.

Histogrammet over diameterklassene på Sørlandet (Fig. 1) viser en mulig kohort av trær med diametere på mellom 20 og 40 cm, få trær større enn dette, men med god tilvekst i de mindre klassene. Ettersom det ikke foreligger aldersdata på diameterklassene, og siden lokalitetene sogner til et stort område, kan vi bare gjette at denne kohorten av mellomstore stammer vokste fram i en gunstig periode. Det kan ha vært en periode med flere klimatiske gode vekstsesonger på rad, en endring i skjøtsel som ble gjennomført omtrent samtidig i hele området, eller lav beiteintensitet.

Histogrammet over diameterklasseforekomster på Vestlandet (Fig. 1) viser en jevn ryggsnudd J-fordeling med tre store enkeltrær på 69, 73 og 95 cm DBH fra henholdsvis Kvanndalen, Folkestad og Mundheim (se Tabell 1). Den minste diameterklassen inneholder færre stammer enn de to neste. Dette er antagelig en effekt av inndelingen av diameterklasser og ikke rekrutteringssvikt, siden det totalt sett er svært mange stammer i de tre minste klassene.

Histogrammet over lindestammer på Østlandet (Fig. 1) viser også en ryggvendt J-distribusjon, men en populasjon av gjennomsnittlig tynnere stammer sammenlignet med de andre landsdelene. Fraværet av tykke – og dermed antagelig gamle stammer – oppveies av veldig god rekruttering i de minste diameterklassene. Fig. 1 viser også et histogram over diameterklasser i Sør-Norge med en klassisk ryggvendt J-fordeling.

En sammenligning med andre som har brukt framgangsmåten til Leak (1965) for å evaluere foryngelse hos trær, viser at lind i de tre undersøkte landsdeler har en jevnere og mer konsistent ryggsnudd J-fordeling enn det som er vanlig, selv i studier som tolker de undersøkte trebestandene som bærekraftige (Ishikawa & Ito 1989, Pulido et al. 2001, Hoshino et al. 2001). Dette er en god indikasjon på at foryngelsen hos lind i Sør-Norge er god. Men dette er bare vegetativ foryngelse, som ikke kan bidra til annet enn en svært lokal romlig spredning i form av fortetning, og heller ikke genetisk rekombinasjon. Det er også viktig å nevne at enhver større forstyrrelse, som brann, skred eller mekaniske inngrep forårsaket av menneskelig aktivitet, kan føre til at lindekloner går ut lokalt, med mulig tap av genetisk diversitet som følge.

Jeg skal ikke gå inn på en matematisk kritikk av Leaks framgangsmåte, men det virker lite trolig at man ved å lage histogram over antall diameterklasser kan se forskjell på en populasjon i langsom og jevn endring og en som er stabil. Framgangsmåten er heller ikke automatisk overførbart fra art til art, fordi treslag har ulike livshistorier hvor man må anta at dødeligheten kan variere mellom forskjellige diameterklasser.

Når man snakker om en vegetativt foryngende populasjon hvor de unge stammene er tilknyttet et etablert rotsystem kan man kanskje anta de har en komparativt høy og

jevn overlevelse fra en diameterklasse til neste. Få døde stammer ble observert. Dette gir god grunn til å tro at lindebestandene totalt sett i Norge er selvopprettholdende i kraft av sin vegetative foryngelse, eller i økning, siden dødeligheten er lav sammenlignet med den høye rekrutteringen i de minste diameterklassene. En slik økning av lindestammer ved vegetativ foryngelse vil, siden lind i liten grad setter skudd andre steder enn fra nedre del av stammen og fra røtter svært nær stammen, medføre en fortetning av lindebestandene og i liten grad en romlig spredning.

Antall stammer per klon er brukt i denne studien som et mål på hvor kraftig den vegetative foryngelsen er, og hva den betinges av. Helningsgrad var variabelen med størst forklaringskraft (8,7%). Hvis klonene har måttet overleve med vegetativ foryngelse i lang tid kan de som har vokst i terreng med høy helning hatt kraftigere foryngelse og dermed større sjanse til å overleve perioder som var ugunstige for frøforyngelse. Dette kan forklare den affiniteten lind har til bratt terreng i dag. Videre er antall stammer per klon svakt positivt assosiert med høy radiasjonsindeks. Sørvendte lier er de stedene som får mest solinnstråling. Dette øker igjen stoffomskiptet i jorda, og slike lier har ofte brunjordsprofil og næringskrevende og varmekjær vegetasjon (Aarrestad 2001). Videre er det et samsvar mellom lavt til middels kronedekke og mange stammer. Dette er tegn på at selv om lind er relativt skyggetålende (Pigott 1991), så trenger den mye sol, varme og næring for å vokse og forynges seg nær sin utbredelses nordgrense. Mineralrikt substrat som berg og rasmark er også knyttet til flerstammethet hos lind.

Stubbeskuddene er også positivt assosierte med berg som vokseplass, men det ser ut til at det som betinger mange stubbeskudd ikke er det samme som det som fører til flerstammethet. Radiasjonsindeks og kronedekke modelleres med lavere optima for stubbeskudd enn for stammer. Modellen med helningsgrad er ikke signifikant. Dette tyder på at de forhold som stimulerer lind til å skyte stubbeskudd ikke er de samme som borger for stubbeskuddenes videre overlevelse, fordi det var en klar sammenheng mellom antall stammer og bratt terreng. Det kan være en opportunistisk strategi for en vegetativt foryngende plante å sette stubbeskudd når det er litt for skyggefullt og litt for lav innstråling, en strategi som kan resultere i at nye stammer kan, hvis de overlever, nå solfylte plasser utilgjengelige for den eksisterende trekronen.

4.2. Kjønnen foryngelse

De elleve frøplantene som ble funnet av lind hadde ikke noen spesiell affinitet til bratt terreng. Ni av frøplantene vokste i helninger lavere enn 18°, i skråninger med sluttet vegetasjon eller flatmark. Slike voksesteder var underrepresentert blant de voksne trærne. Det er muligens lettere å finne frøplanter på nedsiden av en bratt li med lindeskog, fordi fruktene faller nedover og fordi det er lettere terreng å lete i. Man skal være forsiktig med å generalisere på grunnlag av et utvalg på 11 frøplanter, men det virker som om foryngelsesnisjen for frøplanter er forskjellig fra nisjen

for vegetativ foryngelse på flere måter enn temperaturpreferansene (cf. Grubb 1977). Alle frøplantene ble funnet på steder med relativt tett kronedekke og/eller tett busk- og urtedekke. Bernadzki et al. (2000) fant frøplanter av lind på en rekke forskjellige steder i Bialowieza i Polen, og konkluderer med at de har en vid økologisk amplitude med hensyn på både lysforhold og næringstilføye i jorda.

Pigott og Huntley (1981) samlet tusenvis av frukter fra lind i Nord-England over en periode på 15 år. Bortsett fra ett år, inneholdt mindre enn 0,2 % av fruktene fertile frø, fordi pollenslangen ikke klarte å vokse helt inn til embryo-sekken under de rådende temperaturforhold. Gray et al (1999) og Gray & Grist (2000) fant støtte for Pigott (1981) ved å finne en sammenheng mellom forekomst av lindespirer og somre med høye temperaturer. Månedsmiddeltemperaturene for deres studieområde, Glasgow, ligger på ca 15 °C i juli og 14 °C i august, med gjennomsnitts maksimumstemperatur på 18 °C for begge månedene, basert på de siste 21 år (Anonym 2004c). Gray et al (1999) rapporterer gjennomsnitts månedsmaksimumstemperaturer fra 17,9 til 20,8 °C for juli i perioden 1995 til 1999, og fra 18,1 til 22,8 °C for august i samme periode i Glasgow. Dette er likt eller litt over de temperaturene man finner flere steder i Norge, se Tabell 6.

Gray et al (1999) og Gray & Grist (2000) har registrert planter med frøblad, og har ikke funnet mer enn ti det ene året og to det andre. Hvis deres konklusjon er riktig, at det er temperatur som regulerer vellykket frøsetting hos lind, kan det virke som om lind i Norge begrenses av temperatur på samme måte som i Skottland.

Hvis døgnmiddeltemperaturene i blomstringstida er den begrensende faktoren, vil bare en liten temperaturøkning i juli og august kunne føre til at man oftere kommer over terskeltemperaturen, og funn av frøplanter av lind kan bli en vanligere hendelse. Men hvis temperaturterskelen på 20 °C som Pigott (1981) setter er riktig, må middeltemperaturene om sommeren øke 3–4 °C på Sør- og Østlandet og 4–5 °C på Vestlandet for at frøsetting og etablering av frøplanter skal bli vanlig hvert år. Se Tabell 6.

Dahl (1997) fant høy andel av befruktete embryoer i lindefrukt fra Uraneset i Sogn og Fjordane i 1994 og 1995. Trettiseks prosent av 1992 frukter inneholdt embryo. Det var stor forskjell på embryoene fra det ene året til det andre, i 1994 var 3,1 % av embryoene store og fylte hele frukten. I 1995, som hadde en mildere høst og sannsynligvis lengre vekstsesong, var hele 39,6 % av embryoene store og velutviklede. Dette tyder på at den sparsomme frøplanteetableringen til lind skyldes vanskeligheter med å få modnet fruktene før høsten, predasjon, soppinfeksjoner eller vanskeligheter med å bryte frøhvilen (Dahl 1997), eller andre faktorer. Mine observasjoner støtter Dahl (1997).

Lind i Sogn og Fjordane skiller seg fra lind i Nord-England. En vesentlig høyere andel av fruktene hadde delvis eller helt utviklede frø i de undersøkte årene i Norge. Selv om temperatur framdeles kan være den begrensende faktoren for frøsetting, så kan det virke som om temperaturterskelen for befruktning er lavere i lindebestandene i Sogn og Fjordane enn i Nord-England og Skottland.

Predasjon på frøplanter kan være en viktig begrensende faktor. Frivold (1994) relaterer lokal mangel på frøforyngelse hos lind til husdyr- og hjortedyrbeite, mens Kullberg og Bergstrøm (2001) rangerer lind som middels utsatt for vinterbeite. Spor etter beite på bark, blader og stubbeskudd var nesten fraværende i 24 lokaliteter med lind, selv om sau, hjort, rådyr og elg helt sikkert er tilstede ved de fleste. Det er mulig at frøplanter av lind er mer attraktive for beitedyr enn stubbeskudd, det er også mulig at det er stor predasjon på lindefrø av gnagere og fugler før eller mens de spirer, men det er lite trolig at disse faktorene alene forårsaker en nesten total mangel på frøplanter i Sør-Norge hvert år.

Frøhvile kan også forklare endel spirevanskeligheter, men Pigott (1981) fant relativt stor individuell variasjon i respons til stratifisering hos lindefrukt – noen får hvilen brutt etter to måneder, mens de fleste trenger to vintre før spiring er mulig. Dette skulle tilsi at noen frøplanter skulle komme opp.

Tabell 6. Månedsmiddeltemperaturer og gjennomsnittlig antall døgn 20° pr år i juli og august i perioden 2000–2004. Værstasjonene er valgt nær studielokalitetene eller områder der man kan forvente høye nok døgnmiddeltemperaturer til å finne frøplanter av lind.

Værstasjon	Fylke	Juli		August	
		2000–2004	Døgn 20 (pr år)	2000–2004	Døgn 20 (pr år)
Færder	VF	17,2	3,25	17,9	10,00
Gardermoen	Ak	16,1	3,00	16,0	5,25
Oslo	Os	17,3	5,25	17,3	9,00
Torungen	AA	16,4	1,25	17,2	5,00
Lista Fyr	VA	15,4	2,25	16,4	4,50
Sola	Ro	15,2	1,75	16,3	5,25
Bergen	Ho	15,6	2,25	16,3	7,00
Tafjord	MR	15,1	1,50	15,0	1,25
Fagernes	Op	15,3	2,50	14,5	1,50

Da lind vandret inn i Norge må den ha vært i stand til å forynge seg med frø på steder som i dag er marginale – både høyt over havet og på høye breddegrader. Dengang var det 2–3 °C varmere i årsgjennomsnitt på Vestlandet (Moe 1994) og trolig tilsvarende i andre deler av Sør-Norge. Det er usikkert om dette slo ut som høyere temperaturer om sommeren eller om det bare var vintrene som var varme, men logisk sett må vekstsesongene ha vært lengre.

Resultatene til Pigott (1981), Gray et al (1999) og Gray & Grist (2000) kan ikke ensidig tolkes slik at det bare kan være temperaturterskelen for pollenslangens vekst som begrenser frøforyngelse hos lind. Det forekommer jo døgnmiddeltemperaturer over 20 °C både i Skottland og mange steder i Sør-Norge. Da er det, slik Gray & Grist (2000) også påpeker, problematisk å tolke høy korrelasjon mellom temperatur og frøforyngelse som at for lav temperatur stopper pollenslangens vekst, som igjen forårsaker mangel på frøplanter. Relativt høy forekomst av embryoer i fruktene fra Sogn og Fjordane både fra 1994, 1995 og 2004 viser tydelig at pollenslangen vokser inn til frøemnet og at befruktning finner sted relativt ofte, i motsetning til det nordlige Storbritannia.

Lind har økende problemer med frøforyngelse mot kaldere klima og mot mer oseaenisk klima, ifølge Pigott (1981), men han fant en relativt god forekomst av frøplanter i Finland, hvor sommertemperaturer og vekstsum er høyere enn i Norge og Skottland. Vekstsesongens lengde, og da særlig høstsesongen, er nok som Salvesen (1995) og Dahl (1997) påpeker en alternativ og antagelig bedre forklaring på hva som begrenser frøsetting hos lind i Sør-Norge, fordi det virker som om en ganske stor andel av embryoene er mangelfullt utviklet seint på høsten. Dette betyr at spiringsforsøk burde gjennomføres med frukter fra lind fra flere klimasoner og sesonger for å teste Salvesen (1995) og Dahl (1997) sin hypotese.

Hvis det som begrenser frøforyngelse hos lind er at de ikke får mange nok dager med høy nok temperatur for frømodning vil den globale oppvarmingen kunne virke til fordel for lind i Norge. Skaugen & Tveito (2002) har anvendt en klimamodell for å lage en prognose for framtidens vekstsesonglengder i Norge. Vekstsesongen vil i perioden fra år 2021 til år 2050 antagelig bli lengre i hele Norge sammenlignet med normalperioden 1961–1990. Østlandsområdet vil få en økning på 0–20 dager, Sørlandet 21–30 dager og Vestlandet over 30, lokalt over 40 dager lengre vekstsesong. Benestad (2004) har brukt flere klimamodellers kombinerte forklaringskraft til å forutsi at vintertemperaturene vil øke mer enn sommertemperaturene i Nord-Europa – dette skulle også tilsi forlengete vekstsesonger.

Kramer (1995) gjorde utplantingsforsøk av kloner av en rekke treslag i klimatisk forskjellige høydebelter i Sveits. Lind og bøk viste større fenotypisk plastisitet i sine responser på endringer i vekstsesongens lengde – særlig tidligere vår resulterte i fremskyndet løvsprett. Lind og bøk takler seinere høst bedre enn særlig eik og lerk, som responderer feil, dvs framskynder løvfelling. Dette betyr at lind, hvis klimaet blir merkbart forandret i retning lengre vekstse-

song, kanskje vil kunne spre seg med frø i større grad enn i dag.

Hvis lind har forynget seg nesten utelukkende vegetativt i århundrer, kan man forvente at noen bestander nå består av en eller få kloner. Lind er obligat entomofil, dvs at den må insektsbestøves, og derfor transporteres pollenet kun lokalt. Hvis det er få lindebestander eller liten genetisk diversitet lokalt kan mangelen på genetisk forskjellig pollen kan gi lav spiredyktighet på frømateriale. Salvesen (1995) og Dahl (1997) fant i pollineringsforsøk at noen linder er selvfructifere, i den forstand at selvbestøvning ga embryodannelse. Lindepollen tatt fra helt ubeslektede individer resulterte i de største embryoene, men spiredyktigheten ble ikke testet på noe av dette materialet.

Hvis den genetiske diversiteten til lind minker mot dens nordgrense, og pollinatorer ikke er i stand til å transportere pollen langt nok til at innavldespresjon unngås, kan dette være en medvirkende årsak til at frøforyngelse er sjeldnere jo lenger nord man kommer. Det er derfor ønskelig å kartlegge lindas genetiske diversitet innen bestander og mellom bestander. Det er mulig det først må utvikles primere til dette.

Hvordan mennesket har påvirket innvandring og utbredelse av lind i Norge er vanskelig å si. Det har vært et nyttete og kan ha blitt hjulpet over fjord og fjell av folk som ville ha bast til eget bruk eller salg. Man har antagelig visst i århundrer hvordan man tar stiklinger av stubbeskudd, men den første sikre opplysningen på dette er fra 1700-tallet i Bergen (D. Moe, pers. med.). Garn av lindebast har blitt funnet fra Steinialderen, og fiber og tauverk er funnet fra middelalderutgravninger i Oslo. Fra Bryggen-utgravningene i Bergen er det mange funn av lindetau og lindebast datert til perioden fra 1150–1400 (Skjølberg 1988). Senere, når andre typer tauverk ble tilgjengelige, kan en eventuell menneskelig favorisering av lind ha opphørt. Menneskelig påvirkning trekkes fram som en faktor til at lind har gått tilbake i Nord-Europa og blitt erstattet av andre arter, særlig bøk (Hannon et al. 2000).

Når man ser på hvor utilgjengelige steder høyt i fjellveggen arten forekommer, f. eks i Indre Sogn der den går så høyt som 700 m o.h., er det også klart at den en gang i tiden har vært i stand til egenspredning med frø, og at de fleste bestander er spontane.

Ve (1940) tegnet lindebestandene i Indre Sogn inn på kart. Det gjør at 1930-tallets utbredelse kan sammenlignes med dagens i disse områdene. Da feltarbeidet ble gjennomført i dette området hadde trærne høstfarger, noe som gjorde det mulig å lokalisere lunder av lind oppe i fjellsidene på lang avstand. Det så ut som om en del av bestandene i Årdal kan være borte i dag. Men for å undersøke dette grundig nok til at man med sikkerhet ser om det har vært en nedgang trenger man lokalkjenning og fjellklatreutstyr. Hvis det er slik at antall lindebestander i Årdal har gått ut, trenger ikke dette være en regional trend; det var inntil nylig betydelig forurensning i denne dalen – som kan ha ført til at mange av lindebestandene har hatt dårlige vilkår. Bortsett fra Ve (1930, 1940) har jeg ikke funnet gamle

nedtegnelser av lindeforekomster som er nøyaktige nok til at de kan sammenlignes med dagens utbredelse.

I Gullkronene (Tønsberg, Vestfold) finnes en del storlind, men bare et individ som kanskje er lind. Denne var blitt skåret ned til grunnen sammen med andre busker fordi de vokser inntil dyrket mark. På Lindøya (Oslo) ble det bare funnet storlind, mens i Fjugstad (Borre, Vestfold) ble det ikke funnet lind.

Observasjonene støtter merknadene til Gray & Grist (2000) og Pigott (1981) om at storlind og parklind lettere etablerer frøplanter i kjølig klima enn lind. Årsakene de angir er en lavere temperaturterskel for befruktning og en noe tidligere blomstring som gir frøene lengre tid til å modnes før høsten. Under feltarbeidet ble det funnet frøspirer av storlind og parklind, også i etablert og skyggefull vegetasjon (se Tabell 5). Funn av storlindspirer må sees i sammenheng med det mye lavere antallet potensielle foreldretrær i og nær studielokalitetene sammenlignet med vanlig lind. Frøplanter av storlind ble observert på hvert eneste sted hvor det var potensielle foreldretrær, og langt flere kunne vært funnet hvis søket hadde vært rettet mot dem.

Parklindspirene ble observert i Knardal naturreservat i Frogn kommune i Akershus. Her så det ut som om storlind sprer seg inn i reservater nedenfra (østfra), vanlig lind vokser oppe i berget (nordvest), og i sonen mellom ble to hybrider (parklind) funnet. Det virket som om de hadde oppstått på stedet og således skiller seg fra andre parklindspirer man kan finne i parker og gatelangs som har hybridforeldre. Storlind og lind er kjent for å krysse seg der hvor de vokser sammen og hvor det er overlapp i blomstringsperioden (Pigott 1991, Grist et al. 1999).

Likeledes kan man finne flere titalls parklindspirer under lindealléer i for eksempel Christian Michelsens gate i Oslo. Med unntak av en parklind funnet på Bømlo i Hordaland i 2004, ser også frøsettingen til stor- og parklind ut til å være begrenset til de mest klimatiske gunstige områdene i Sør-Norge.

Wesenberg og Aanderaa (2003) mener at storlind og parklind kan utgjøre en trussel mot lind fordi de kan utvanne det genetiske materialet. Forekomsten av disse tresortene er så lav utenfor byområder i Norge at dette kun er en potensiell trussel på svært lang sikt. Artene har dessuten overlappende utbredelser i store deler av Europa, og har hatt det i flere tusen år (Huntley & Birks 1980). Det burde derfor ikke være grunnlag for å gi genetisk innblanding fra park- og storlind en framtreddende plass i trusselbildet mot lind.

5. Konklusjon

5.1. Vegetativ foryngelse

Den vegetative foryngelsen til lind er stor i alle undersøkte lokaliteter, og foregår primært med skudd fra nedre del av stamme og rothalsen. Lindetrær ser ut til å bli stimulert til å skyte stubbeskudd når de vokser på middels solrike plasser med middels kronedekke. Stubbeskudd stimuleres også

av berglendt substrat, mens lind som vokser i jord og ur har færre stubbeskudd.

De stubbeskuddene som vokser opp til nye stammer, og som dermed representerer vegetativ foryngelse, står på solvendte steder, gjerne på berg eller i rasmark. Slike steder er ofte mikroklimatisk spesielt gunstige med høy stoffomsättning i jorda og varme- og næringskrevende vegetasjon.

Den vegetative foryngelsen er størst i terreng med hellingsgrad på 40–50°. Dette er kanskje grunnen til at den i dagens utbredelse har så tydelig affinitet til bratt terreng i Sør-Norge og i andre land. Hele 43 % av lindeklonene vokste i rasmark, 14 % i stup og bare 7,5 % på flat mark. Tidligere tiders skjøtsel kan også ha bidratt til at lind stort sett finnes i bratt lende – det var ikke så lett å bruke denne typen terreng til slått og beite, derfor kan linda ha fått stå.

Lind forekommer også på steder med mindre gunstig eksposisjon og på flat mark hvor jord er framherskende i substratet, men klonene har da færre stammer og dermed sannsynligvis dårligere vegetativ foryngelse.

Den vegetative foryngelsen hos lind ser ut til å være så sterk at den sannsynligvis kan overleve lange perioder i fravær av store forstyrrelser. Det er ikke usannsynlig at en del av klonene spirte fra frø så lenge siden som den postglasiale varmetiden for 5–6000 år siden. Nå for tiden ser det ut til at lindebestandene forynger seg vegetativt i stor nok grad til at de er bærekraftige i fravær av større forstyrrelser. Det ser også ut til at det i tiden framover kan forekomme en fortetting av lindestammer i bestandene, fordi det så ut som om foryngelsen er større enn dødeligheten.

5.2. Foryngelse ved frøsetting

Det har lenge vært kjent at lind frøformerer seg lite eller ingenting ved nordgrensen for sin utbredelse. Dette er underbygget av mine undersøkelser. Lind ser ut til bare i svært liten grad å kunne etablere frøplanter. De mange forekomstene av lind lenger inn i landet og langs vestkysten ser derfor ut til å være relikter og stedbundne ettersom vegetativ foryngelse ikke gir mulighet til særlig spredning.

Beiting på stubbeskudd forekom omtrent ikke i de undersøkte lokalitetene sommeren 2004. Det er derfor lite sannsynlig at beiting fører til den nesten totale mangelen på frøplanter.

Det er stor frøforyngelse og kraftig oppslag av konkurrerende busker og trær i mange lindebestander, men de få frøplantene av lind som ble funnet vokste i tett og skyggefull vegetasjon, hvilket skulle tyde på at konkurranse ikke alene kan hindre etableringen av frøplanter hos lind.

5.3. Tiltak og vern

Lind er et lokalt vanlig treslag i Norge, men pga sin overveiende vegetative foryngelsesmåte trenger den vern. Om dagens vern er godt nok eller om det bør utvides kan bedre vurderes hvis man får vite mer om den genetiske variasjonen innen bestander og mellom bestander.

For å finne hvilken faktor som begrenser frøsetting hos lind bør spiringsforsøk med oppfølging av frøplantene

gjennomføres over flere sesonger, gjerne kombinert med genetisk kartlegging.

Det er viktig å verne små forekomster og forekomster på flat mark eller på steder med ugunstig eksposisjon, fordi disse ser ut til å ha størst problemer med å forynge seg vegetativt.

En trend i klimaprognoser for Sør-Norge er at vekstsesongene ser ut å kunne bli lengre. Hvis Salvesen (1995) og Dahl (1997) sin hypotese er riktig, at den viktigste begrensende faktoren er for kort vekstsesong til at embryoene modnes, vil vi i framtiden kunne få større frøforyngelse av lind i Sør-Norge.

Etterord

Stor takk rettes til Tor Myking og Per Harald Salvesen som satte meg i gang med prosjektet og for hjelp og støtte underveis. Jeg er også svært takknemlig for gjennomlesning og gode innspill fra Per H. Salvesen, professor Arnfinn Skogen, Geir H. Systad og Endre Tvinnereim, og for hyggelig selskap i Gullkronene går takken til Majvor Thronsen. Prosjektet er et oppdrag gitt av Genressursutvalget for Skogstrær, som finansieres av Landbruks- og matdepartementet.

Litteratur

- Anonym (2003a) R Development Core Team (2003). R: A language and environment for Anonym (2003a) R Development Core Team (2003). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Anonym (2003a) R Development Core Team (2003). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- Anonym (2003b) OpenOffice.org Copyright Sun Microsystems Inc.
- Anonym (2004a) Direktoratet for Naturforv.: Naturbase <http://dnweb5.dirnat.no/nbinnsyn/Anonym>
- Anonym (2004b) Verneområder for Skogstrær: www.skogforsk.no/genress/datab_sider/vernetskog_inn2.cfm
- Anonym (2004c) http://www.washingtonpost.com/wp-srv/weather/longterm/historical/data/glasgow_unitedkingdom.htm – kilde: International Station Meteorological Climate Summary, Version 4.0
- Aarrestad, P.A. (2001) Impacts of different aspects of climate, soil and vegetation in two west-Norwegian broad-leaved forest sites. In: An ecological investigation of broad-leaved deciduous forests in Hordaland County, Western Norway. Botanical Institute, University of Bergen, Norway.
- Benestad, R. (2004) Tentative probabilistic temperature scenarios for northern Europe. *Tellus*
- Bernadzki, E., Bolibok, L., Brzeziecki, B., Zajaczkowski, J. & Zyburra, H. (1998) Compositional dynamics of natural forests in the Bialowieza National Park, northeastern Poland. *Journal of Vegetation Science* 9, 229–238.
- Dahl, V. (1997) Reproduksjon hos *Tilia cordata* Mill. i Stedjeberget, Sogndal, Sogn og Fjordane. Cand. scient. oppgave i botanikk, Botanisk Institutt, Universitetet i Bergen.
- Eriksson G., Namkoong G. and Roberds J.H. 1993. Dynamic gene conservation for uncertain futures. *Forest Ecology and Management* 62: 15–37.
- Frivold, L.H. (1994) *Trær i kulturlandskapet*. Landbruksforlaget, Oslo. 224 s.
- Gray, R.K.S., Grist, N.R. & Hansen, M.H. (1999) Natural regeneration of limes (*Tilia spp.*) in Scotland. Warm summers produce an abundance of ripe seed. *Glasgow Naturalist* 23 (4) 19–25.
- Gray, R.K.S. & Grist, N.R. (2000) Natural regeneration of limes (*Tilia spp.*) in Scotland: Locally widespread and more numerous in 1999. *Glasgow Naturalist* 23 (5) 13–17.
- Huntley, B. & H.J.B. Birks (1983) *An Atlas of Past and Present Pollen Maps for Europe, 0–13,000 Years Ago*. Cambridge Press, New York
- Hannon, G.E., Bradshaw, R. & Emborg, J. (2000) 6000 years of forest dynamics in Suserup Skov, a seminatural Danish woodland. *Global Ecology & Biogeography* 9, 101–114.
- Hoshino, D., Nishimura, N. & Yamamoto, S. (2001) Age, size structure and spatial pattern of major tree species in an old-growth *Chamaecyparis obtusa* forest, Central Japan. *Forest Ecology and Management* 152, 31–43
- Ishikawa, Y. & Ito, K. (1989) The regeneration process in a mixed forest in central Hokkaido, Japan. *Vegetatio* 79, 75–84.
- Kullberg, Y. & Bergström, R. (2001) Winter browsing by large herbivores on planted deciduous seedlings in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16, 371–378.
- Kramer, K. (1995) Phenotypic plasticity of the phenology of seven European tree species in relation to climatic warming. *Plant Cell and Environment*. 18, 93–104.
- Leak, W.B. (1965) The J-shaped probability distribution. *Forest Science* 11 (4) 405–409.
- Lid, J. & Lid, D.T. (1994) *Norsk flora*. (Red. R. Elven, 6 utgave). Det Norske Samlaget, Oslo
- McCullagh, P. & Nelder, J.A. (1989) *Generalized linear models*. Second edition. Chapman & Hall, London.
- Moe, D. (1994) Climatic variations in western Norway during the last 13000 years. A review. *Geologija* 17, 159–165.
- Myking, T. (2002) Evaluating genetic resources of forest trees by means of life history traits – a Norwegian example. *Biodiversity and Conservation* 11, 1681–1696.
- Myking, T. & Skrøppa, T. (2001) Bevaring av genetiske ressurser hos norske skogstrær. *Aktuelt fra skogforskningen* 2, Nisk, Ås.
- Oke, J. (1987) *Boundary layer climates*. Methuen & Co., New York.
- Pigott, C.D. (1981) Nature of seed sterility and natural regeneration of *T. cordata* near its northern limit in Finland. *Annales Botanici Fennici* 18, 255–263.
- Pigott, C.D. (2000) A probably native and regenerating population of *Tilia platyphyllos* Scop. in Bedfordshire. *Notes Watsonia* 23, 344–345.
- Pigott, C.D. (1991) Biological flora of the British Isles. *Tilia cordata* Miller. *Journal of Ecology* 79, 1174–1207.
- Pigott, C.D. & Huntley, J.P. (1978) Factors controlling the distribution of *Tilia cordata* at the northern limits of its geographical range. 1. Distribution in north-west England. *New Phytologist* 81, 429–441.
- Pigott, C.D. & Huntley, J.P. (1981) Factors controlling the distribution of *Tilia cordata* at the northern limits of its geographical range. 1. Nature and causes of seed sterility. *New Phytologist* 87, 817–839.
- Pulido, F.J., Diaz, M. & Hidalgo de Trucios, S.J. (2001) Size structure and regeneration of Spanish holm oak *Quercus ilex* forests and dehesas: effects of agroforestry use on their long-term sustainability. *Forest Ecology and Management* 146, 1–13.
- Quinn G.P. & Keough, M.J. (2002) *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Salvesen, P.H. (1995) Seedset and fruit development in *Tilia cordata* Mill. in Norway. *Proceedings from an international honorary symposium: Seed, fruit, fertility*, (red. I. Nordal), s 45–52. Det norske vitenskapsakademi, ny serie, nummer 18.

- Savolainen, O. & Kuittinen, H. (2000) Small population processes. I: Young, A., Boshier, D. & Boyle, T. (red.), *Forest Conservation Genetics*. CABI Publishing, Wallingford, UK, s 91–100.
- Skaugen, T.E. & Tveito, O.E. (2002) Growing degree -days. Present conditions and scenario for the period 2021–2050. Det Norske Metrologiske Institutt, Report no. 02, 5–45.
- Skjølberg, E. (1988) Cordage and similar products from Bryggen in Bergen. In: *The Bryggen Papers. Supplementary Series No. 3*. University of Bergen, Norwegian University Press. 69–138.
- Turok J., Collin E., Demasure B., Eriksson G., Kleinschmit J., Rusananen M. et al. 1998. Noble Hardwoods ' Network. Report of the second meeting, Lourizan, Spain, 22–25 March 1997. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- UNEP 1992. United Nations Environmental Program. Convention on Biological Diversity. UNEP/BIO./ CONF/ L.
- Ve, S. (1930) Skogtrærnes forekomst og høidegrenser i Årdal. Plan-teogeografiske og bygdehistoriske studier. Bergen.
- Ve, S. (1940) Skog og treslag i Indre Sogn frå Lærdal til Fillefjeld. *Meddelelse nr 23 fra Vestlandets forstlige forøksstasjon*. Bergen.
- Ve, S. (1967) *Utbreidsla og høgdegrensor til skog-, tre- og buskeslag i Sogndal og Hafslø*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Vetaas, O.R. (1992) Gradients in field-layer vegetation on an arid misty mountain plateau in the Sudan. *Journal of Vegetation Science*, 3, 527–534.
- Yee, T.W. & Mitchell, N.D. (1991) Generalized additive models in plant ecology. *Journal of Vegetation Science* 2, 587–602.
- Wesenberg, J. & Aanderaa, R. (2003) Plantedyring og biologisk mangfold. *Biolog* 4, 50–65.

Appendix

Funnsteder og miljøvariabler for registrerte frøplanter av storlind og parklind.

Funnsted	Taxon	Helning	Eksposisjon	RI	% krone	% busk	% urte	% mose
Søndre Jeløy	T. platyphyllos	5	270	51,3	80	40	5	0
Søndre Jeløy	T. platyphyllos	2	40	49,2	75	10	40	0
Søndre Jeløy	T. platyphyllos	10	170	65,4	40	10	50	0
Høvikodden	T. platyphyllos	0	0	50,0	70	90	40	0
Knardal	T. platyphyllos	2	70	48,9	80	30	10	0
Knardal	T. x vulgaris	5	15	42,5	50	50	100	0
Knardal	T. x vulgaris	20	20	19,2	80	50	40	100
Lindøya	T. platyphyllos	24	330	15,2	10	30	30	100
Gullkronene	T. platyphyllos	10	140	60,7	40	60	20	0