



Norges teknisk-
naturvitenskapelige universitet
Vitenskapsmuseet

Rapport botanisk serie 1996 - 1

Blanksigd og luftforurensninger - fertilitetsstudier

Ida M. Sagmo Solli, Kjell I. Flatberg, Lars Söderström, Solveig Bakken
og Bård Pedersen



"Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Vitenskapsmuseet, Rapport, botanisk serie" inneholder stoff fra det fagområdet og det geografiske ansvarsområdet som Vitenskapsmuseet representerer. Serien bringer stoff som av ulike grunner bør gjøres kjent så fort som mulig. I en del tilfeller kan det være foreløpige rapporter, og materialet kan senere bli bearbeidet for videre publisering. Det tas også inn foredrag, utredninger o.l. som angår museets arbeidsfelt. Serien er ikke periodisk, og antall nummer pr. år varierer. Serien startet i 1974, og det finnes parallelle arkeologiske og zoologiske serier fra Vitenskapsmuseet. Serien har flere ganger skiftet navn: "K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser." (1974-86, 89 nr.), "Univ. Trondheim Vidensk. mus. Rapp. bot. Ser." (1987-95, 21 nr.), og fra 1996 "NTNU Vitensk. mus. Rapp. bot. Ser."

Til forfatterne

Manuskripter

Manuskripter bør leveres som papirutskrift og som tekstfil på IBM-kompatibelt format, skrevet i Word Perfect (versjon 5.1 eller senere) eller Word (versjon 2.0 eller senere). Vitenskapelige slekts- og artsnavn kursiveres (eller understrekes). Manuskripter til rapportserien skal skrives på norsk, unntatt abstract (se nedenfor). Unntaksvis, og etter avtale med redaktøren, kan manuskripter på engelsk bli tatt inn i serien. Tekstfilen(e) skal inneholde en ren "brøttekst", dvs. med færrest mulig formateringskoder. Overskrifter skal ikke skrives med store bokstaver. Manuskriptet skal omfatte:

- 1 Eget ark med manuskriptets tittel og forfatterens/forfatternes navn. Tittelen bør være kort og inneholde viktige henvisningsord.
- 2 Et referat på norsk på maksimum 200 ord. Referatet innledes med bibliografisk referanse og avsluttes med forfatterens/forfatternes navn og adresse(r). Dersom et hefte inneholder flere selvstendige bidrag/artikler, skal hvert av disse ha referat og abstract.
- 3 Et abstract på engelsk som er en oversettelse av det norske referatet.

Manuskriptet bør forøvrig inneholde:

- 4 Et forord som ikke overstiger to trykksider. Forordet kan gi bakgrunnen for arbeidet det rapporteres fra, opplysninger om eventuell oppdragsgiver og prosjekt- og programtilknytning, økonomisk og annen støtte, institusjoner og enkeltpersoner som bør takkes osv.
- 5 En innledning som gjør rede for den faglige problemstillingen og arbeidsgangen i undersøkelsen.
- 6 En innholdsfortegnelse som viser stoffets inndeling i kapitler og underkapitler.
- 7 Et sammendrag av innholdet. Sammendraget bør ikke overstige 3 % av det øvrige manuskriptet. I spesielle tilfeller kan det i tillegg også tas med et "summary" på engelsk.
- 8 Tabeller leveres på separate ark og skrives i egen fil. I teksten henvises de til som "tab. 1" osv.

Litteraturhenvisninger

En oversikt over litteratur som det er henvist til i manuskriptteksten samles bakerst i manuskriptet under overskriften "Litteratur". Henvisninger i teksten gis som Rønning (1972), Moen & Selnes (1979) eller, dersom det er flere enn to forfattere, som Sæther et al. (1981). Om det blir vist til flere arbeider, angis det som "som flere forfattere rapporterer (Rønning 1972, Moen & Selnes 1979, Sæther et al. 1980)", dvs. forfatterne nevnes i kronologisk orden, uten komma mellom navn og årstall. Litteraturlisten ordnes i alfabetisk rekkefølge; det norske alfabetet følges: aa = å (utenom for nederlandske, finske og estniske navn), ö = ø osv. Flere arbeid av samme forfatter i samme år angis ved a, b, osv. (Elven 1978a, b). Tidsskriftnavn forkortes i samsvar med siste utgave av World List of Scientific Periodicals eller andre internasjonalt brukte forkortelser for tidsskriftnavn, eller navnene skrives fullt ut i tvilstilfeller.

Eksempler:

Tidsskrift/serie

Flatberg, K.I. 1993. *Sphagnum rubiginosum* (Sect. *Acutifolia*), sp. nov. - *Lindbergia* 18: 59-70.

Moen, A. & Selnes, M. 1979. Botaniske undersøkelser på Nord-Fosen, med vegetasjonskart. - *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. bot. Ser.* 1979-4: 1-96.

Kapittel

Gjærevoll, O. 1980. Fjellplantene. - s. 316-347 i Voksø, P. (red.) Norges fjellverden. Forlaget Det Beste, Oslo.

Høeg, H.I. 1994. En pollenanalytisk undersøkelse av Tverrlisætri i Grimsdalen, Dovre kommune, Oppdal. - s. 193-200 i Mikkelsen, E. (red.) Fangstprodukter i vikingtidens og middelalderens økonomi. Universitetets Oldsaksamling Skr. Ny Rekke 18.

Monografi/bok

Bretten, S. 1973. Slekta *Draba* i Knutshø-Finshømrådet på Dovre. Sider ved dens systematikk og autøkologi. - Hovedfagsopp. Univ. Trondheim. 113 s. Upubl.

Rønning, O.I. 1972. Vegetasjonslære. - Universitetsforlaget, Oslo. 101 s.

Illustrasjoner

Figurer (i form av fotografier, tegninger osv.) leveres separat, på egne ark, dvs. de skal ikke inkluderes eller monteres i brøtteksten. Det skal henvises til dem i teksten som "fig. 1" osv., og på papirutskriften av manuskriptet skal det i venstre marg angis hvor i teksten figurene ønskes plassert. Strekfigurer, kartutsnitt o.l. figurer skal være trykkeferdige fra forfatterens hånd. Skal rapporten inneholde fargebilder, bør originale lysbilder (dias) leveres med manuskriptet.

Særtrykk

Hver forfatter får inntil 50 eksemplarer gratis. Flere eksemplarer kan bestilles til kostpris. Dersom en rapport er skrevet av flere enn to forfattere, blir antall gratis-eksemplarer redusert.

Utgiver

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
Vitenskapsmuseet
7004 Trondheim
Telefon 73 59 22 60
Telefax 73 59 22 49

Redaktør: Eli Fremstad

Forsidebilder

Gulmøkkmose
Splachnum luteum
(foto: A. Moen)

Klåved
Myricaria germanica
(foto: E. Fremstad)

Furuskog og myr
Ledalen, Holtålen
(foto: T. Arnesen)

Grasmark med mogop
Pulsatilla vernalis
Dovrefjell
(foto: E. Fremstad)

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Vitenskapsmuseet
Rapport botanisk serie 1996 - 1

Blanksigd og luftforurensninger - fertilitetsstudier

Ida M. Sagmo Solli, Kjell I. Flatberg, Lars Söderström, Solveig Bakken
og Bård Pedersen

NATURENS 
TÅLEGRENSER

Miljøverndepartementet
Fagrapport 66

Rapporten er trykt i 400 eksemplarer
Trondheim

Naturens Tålegrenser

Programmet Naturens Tålegrenser ble satt igang i 1989 i regi av Miljøverndepartementet. Programmet skal blant annet gi innspill til arbeidet med Nordisk Handlingsplan mot Luftforurensninger og til pågående aktiviteter under Konvensjonen for Langtransporterte Grensoverskridende Luftforurensninger (Genevekonvensjonen). I arbeidet under Genevekonvensjonen er det vedtatt at kritiske belastningsgrenser skal legges til grunn ved utarbeidelse av nye avtaler om utslippsbegrensning av svovel, nitrogen og hydrokarboner.

En styringsgruppe i Miljøverndepartementet har det overordnede ansvar for programmet, mens ansvaret for den faglige oppfølgingen er overlatt en arbeidsgruppe bestående av representanter fra Direktoratet for naturforvaltning (DN), Norsk polarinstitutt (NP) og Statens forurensningstilsyn (SFT).

Arbeidsgruppen har for tiden følgende sammensetning:

Gunnar Futsæter - NP
Tor Johannessen - SFT
Else Løbersli - DN
Steinar Sandøy - DN

Styringsgruppen i Miljøverndepartementet består av representanter fra avdelingen for naturvern og kulturminner, avdelingen for vannmiljø, industri- og avfallssaker og avdelingen for internasjonalt samarbeid, luftmiljø og polarsaker.

Henvendelse vedrørende programmet kan rettes til:

Direktoratet for naturforvaltning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel: 73 58 05 00

eller
Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep
0032 Oslo
Tel: 22 57 34 00

Referat

Sagmo Solli, I. M., Flatberg, K. I., Söderström, L., Bakken, S. & Pedersen, B. 1996. Blanksigd og luftforurensninger – fertilitetsstudier. *NTNU Vitensk.mus. Rapp. bot. Ser. 1996-1*: 1-14.

Sporofytter produseres ikke hos blanksigd (*Dicranum majus*) i en del populasjoner i Agder, mens arten ofte har sporofyttproduksjon i Trøndelag. To granskogspopulasjoner, en fra Agder (uten sporofytter) og en fra Trøndelag (med sporofytter) er studert for å finne årsakene til den manglende sporofyttproduksjonen i Agder. Populasjonen i Agder har få perichaetier og mangler fullstendig hanner, mens det er rikelig med hanner og perichaetier i den undersøkte populasjonen i Trøndelag. Det ser ut til at en ytre faktor har påvirket ett eller flere stadier i livssyklusen slik at nye hanner ikke lenger produseres i Agder-populasjonen. Denne faktoren kan være knyttet til lufttransporterte forurensninger.

Ida M. Sagmo Solli, Lars Söderström, Solveig Bakken, Bård Pedersen, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Botanisk institutt, 7055 Dragvoll.

Kjell I. Flatberg, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Vitenskapsmuseet, Botanisk avdeling, 7004 Trondheim.

Abstract

Sagmo Solli, I. M., Flatberg, K.I., Söderström, L., Bakken, S. & Pedersen, B. 1996. *Dicranum majus* and air pollution - fertility studies. *NTNU Vitensk.mus. Rapp. bot Ser. 1996-1*: 1-14.

Some populations of *Dicranum majus* in southern Norway do not produce sporophytes whereas populations in central Norway reproduce frequently. Two spruce forest populations, one from southern Norway (without sporophytes) and one from central Norway (with sporophytes) have been studied to detect the causes for absence of sporophytes in southern Norway. The population studied in southern Norway produces only few perichaetia and no males, while both males and perichaetia are abundant in the population studied in central Norway. It appears that some external factor has disrupted the life cycle so that new males are not longer produced. Airborne pollutants are postulated to be the cause.

Ida M. Sagmo Solli, Lars Söderström, Solveig Bakken, Bård Pedersen, Norwegian University of Science and Technology, Department of Botany, N-7055 Dragvoll, Norway.

Kjell I. Flatberg, Norwegian University of Science and Technology, Museum of Natural History and Archaeology, Department of Botany, N-7004 Trondheim, Norway.

Forord

Bakgrunnen for denne undersøkelsen er Flatberg & Frisvolls (1992) overvåking av moser og moseskader på Sørlandet, 1989–92, der de observerte manglende sporofyttproduksjon hos blanksigd (*Dicranum majus*) og krussigd (*D. polysetum*).

Arbeidet har vært utført som en del av Ida M. Sagmo Solli's hovedfagsoppgave ved Botanisk institutt, NTNU, Trondheim, med Lars Söderström, Solveig Bakken, Kjell I. Flatberg og Bård Pedersen som veiledere.

Prosjektet er delfinansiert gjennom forskningsprosjektet Naturens tålegrenser. Prosjektansvarlige har vært Kjell Ivar Flatberg og Lars Söderström.

Trondheim, februar 1996

Kjell I. Flatberg, Lars Söderström
prosjektansvarlige

Innhold

Referat _____	1
Abstract _____	1
Forord _____	2
Innledning _____	3
Livssyklus og reproduksjonsbiologi _____	4
Målsetning _____	5
Materiale og metoder _____	5
Lokaliteter _____	5
Innsamlingsmetodikk _____	6
Laboratorieundersøkelser _____	6
Resultater _____	6
Diskusjon _____	8
Konklusjon _____	10
Sammendrag _____	11
Summary _____	12
Litteratur _____	13

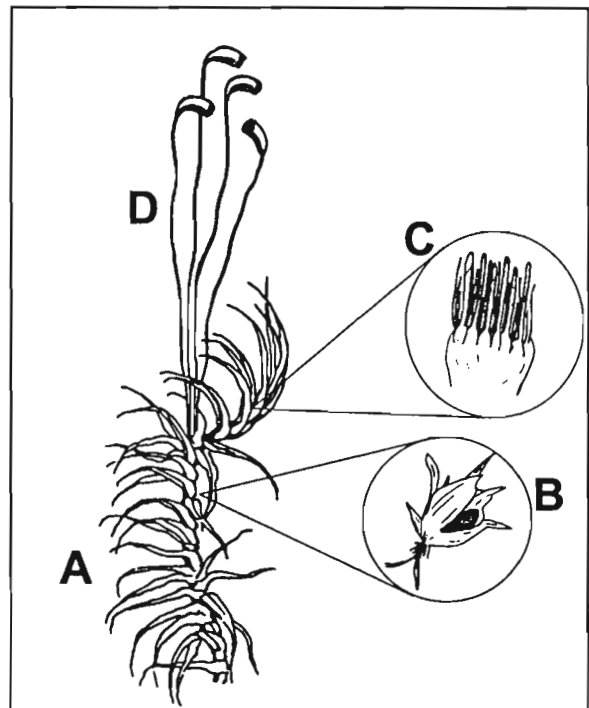
Innledning

Det er tidligere rapportert betydelige morfologiske skader og død av moser på Sørlandet (Frisvoll 1989, Flatberg & Frisvoll 1991, 1992, 1994). Skadene opptrer i størst omfang hos blanksigd (*Dicranum majus* Sm.) og krussigd (*D. polysetum* Sw.) i henholdsvis granskog og furuskog. Ingen tilsvarende skader er observert hos disse mosene i Trøndelag, og Flatberg & Frisvoll (1992) antar at moseskadene på Sørlandet har sammenheng med luftforurensningssituasjonen idet Agder-fylkene mottar langt mer av luftforurensninger enn Trøndelagsfylkene (SFT 1993). Populasjoner av de to artene har, i tilknytning til studier av naturens tålegrenser, vært overvåket i Agder og Trøndelag i perioden 1989–92 (Flatberg & Frisvoll 1994).

Flere undersøkelser (Gemmel 1950, Smith & Ramsay 1982, Longton 1992) har vist at moserarter med rikelig kjønnert reproduksjon, spesielt ved kryssbefruktning, har en større genetisk variasjon enn arter som sjelden eller aldri reproducerer seg kjønnert eller arter som hovedsakelig reproducerer seg ved selvbefruktning. Stor genetisk variasjon hos en art medfører at den lettere kan tilpasse seg forandringer i miljøet enn arter/populasjoner som er genetisk homogene. Gametofyten hos moser er haploide, dvs. at den bare har ett kromosomsett. Dette medfører at seleksjonen virker mest "direkte" på genotypene i og med at eventuelle recessive alleler ikke kan skjules i kombinasjon med dominerende alleler. Mange moser er imidlertid polyploide som medfører at visse gener kan spres recessivt. Dersom ingen nyskaping av gentyper skjer, f. eks. gjennom kjønnert reproduksjon, kommer arten til å utarmes på genetisk variasjon. Den blir dermed dårligere i stand til å svare på en miljøforandring. Uteblitt kjønnert reproduksjon i kombinasjon med miljøforandringer må derfor ses på som svært alvorlig.

I tillegg til forskjeller i skadefrekvens er det observert at blanksigd (*D. majus*) og krus-

sigd (*D. polysetum*) bare sporadisk produserer sporofytter i flere populasjoner i Agder, mens sporofyttproduksjonen er rikelig i Trøndelag (Flatberg & Frisvoll 1992). Flere forfattere rapporterer manglende sporofyttproduksjon i forbindelse med luftforurensninger. Winner (1988) observerte sterile populasjoner av lilundmose (*Brachythecium salebrosum*) i de mest luftforurensede, og særlig de SO₂-forurensede områdene i Canada. Dobben et. al. (1983) rapporterer en tilbakegang i sporehusproduksjonen hos ribbesigd (*D. scoparium*) i Nederland siden 1958, spesielt i områder med høye SO₂-nivå. Winner & Bewley (1978) har registrert nedgang i sporofyttproduksjon hos bl.a. bergsigd (*D. fuscescens*) med økende SO₂-avsetning i Alberta, Canada. Raeymaekers & Glime (1986) viser til redusert sporehusfrekvens hos furumose (*Pleurozium schreberi*) ved behandling med simulert sur nedbør.



Figur 1. Gametofor (A) med dverghann (med antheridium; B), perichaetium (med arkegonier; C) og sporofytter (D).

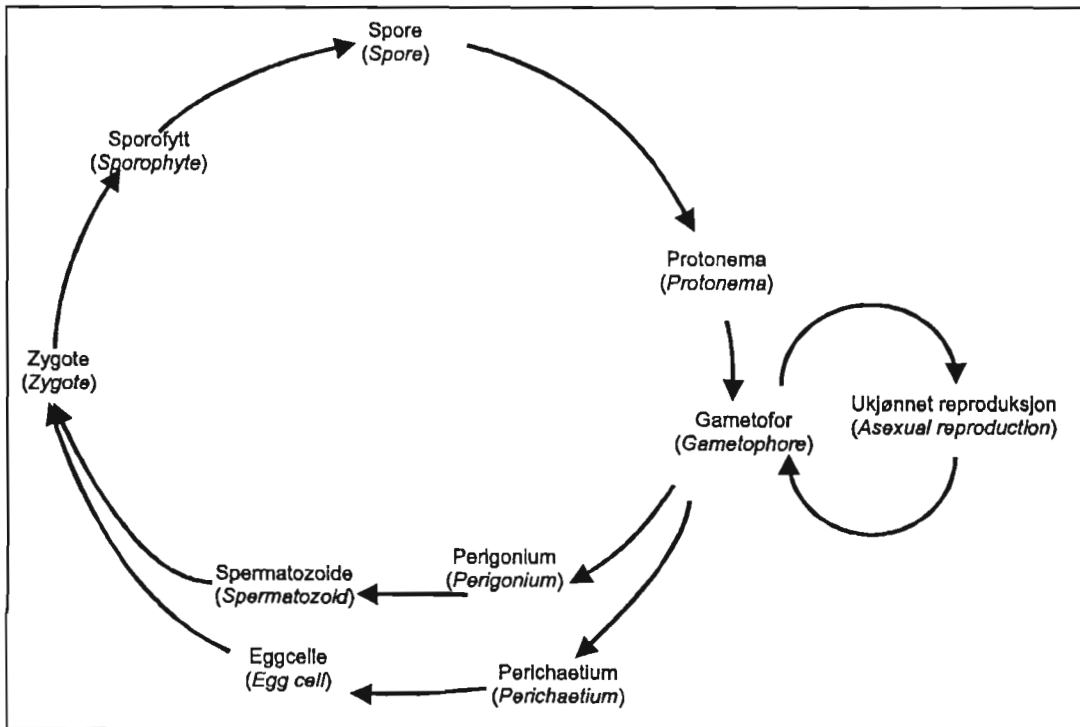
Gametophore (A) with dwarf male (with antheridium; B), perichaetium (with archegonia; C) and sporophytes (D).

Livssyklus og reproduksjonsbiologi

Blanksigd (*Dicranum majus*) og krussigd (*D. polysetum*) er dioike (særbu) bladmoser, dvs. at de har separate hann- og hunnplanter. I *Dicranum*-slekta har dessuten mange arter, deriblant blanksigd (*D. majus*) og krussigd (*D. polysetum*), dverghanner (under 1 mm) som vokser i stengelfilten på hunnplanten. På hver dverghann finnes ett perigonium der ett eller flere hannlige kjønnsorganer, antheridier, sitter samlet (figur 1). Sigdmoser (*Dicranum* spp.) er akrokarpe moser der de hunnlige kjønnsorganene, arkegoniene, sitter samlet i et perichaetium i toppen på mose-skuddet (figur 1). I et slikt perichaetium er det hos blanksigd (*D. majus*) gjennomsnittlig 10–15 arkegonier (Hughes 1980, Sagmo Solli, unpubl.). Gametofytten er haploid (n) og er den dominerende generasjonen i mosenes livssyklus (figur 2). Befruktning av arkegoniene vil resultere i diploide ($2n$) sporofytter som lever hele sitt liv festet til gametoforen. Blanksigd (*D. majus*) og krussigd (*D. polysetum*) er polysete arter, dvs. at flere befruktede arkegonier i ett perichaetium

kan utvikle sporofytter parallelt. Blanksigd (*D. majus*) kan utvikle opptil 6 sporofytter fra samme perichaetium, men vanligvis dannes bare en eller to (Sowter 1951, Hughes 1980, Sagmo Solli, unpubl.). I sporehuset dannes haploide sporer ved reduksjonsdeling. Sporene spres med vinden, og spirer til et protonema som gir opphav til en eller flere nye grønne moseplanter, gametoforer.

Moser er avhengige av vann for at befruktning skal kunne lykkes (Longton 1990), da de hannlige kjønnscellene (spermatozoidene) sprer seg til arkegoniet i en vannfase. Det er en sterk begrensning på hvor langt spermatozoidene kan bevege seg på denne måten, og aktiv spredningsavstand er normalt bare noen få cm (Wyatt 1982). Hanner og hunner må derfor vokse tett sammen for at befruktning skal kunne skje, for eksempel hos den dioike bergsigd (*D. fuscescens*). Monoike (sambu) arter har den fordel at de hannlige og hunnlige kjønnsorganene alltid dannes nær hverandre. Men det øker også graden av selvbefruktning sammenlignet med dioike arter (Longton 1992). Dioike arter med



Figur 2. Livssyklus hos moser. *Life cycle in bryophytes.*

dverghanner i stengelfilten kombinerer det beste av disse to strategiene. Hanner og hunner er nær hverandre (dvs. de er befruktningmessig likestilte med monoike arter), men befruktningen vil alltid være en kryssbefruktning.

Målsetning

En hypotese er at den manglende eller sparsomme sporofyttproduksjonen hos blanksigd (*Dicranum majus*) og krussigd i Agder kan skyldes effekter av luftforurensninger. Ingen av de som har observert manglende sporofyttproduksjon, har sett direkte på hvilke deler av mosens reproduksjon som kan føre til at sporedannelse opphører i en populasjon. Longton (1990) har nevnt flere populasjonsbiologiske årsaker, bl.a. populasjoner av bare ett kjønn, feilslått dannelse av de hannlige eller hunnlige gametangiene, feilslått befruktning eller feilslått sporofyttutvikling. Målsetningen med denne undersøkelsen har derfor vært å finne ut hvilken/hvilke deler av reproduksjonssyklusen som kan ha blitt slått ut slik at sporofytter sjelden utvikles i Agder. Undersøkelsen er ment å være en grunnleggende studie for videre undersøkelser av luftforurensningers påvirkning på mosers reproduksjonsevne der et overordnet mål er å finne tålegrenserelaterte sammenhenger mellom langtransportert luftforurensning og fertilitet hos moser.

Materiale og metoder

Blanksigd (*Dicranum majus*) ble brukt som undersøkelsesobjekt siden den er vanlig i granskoger både i Agder og Trøndelag, mens krussigd (*D. polysetum*) er forholdsvis sjelden i Trøndelag. Det ble benyttet to lokaliteter til undersøkelsen, en i Agder i et område med sterk luftforurensning, og en i Trøndelag med lite luftforurensninger. Norske og vitenskapelige navn på moser følger Frisvoll et al. (1995).

Lokaliteter

Middagsåsen ligger i Klæbu kommune, Sør-Trøndelag (ca. 220 m o.h., UTM-referanse NR 755 218). Undersøkelsesfeltet har en gjennomsnittlig helning på 55° og en eksposisjon på ca. 110°. Nærmeste målestasjoner for nedbør (Løksmyr) og temperatur (Værnes) viser en gjennomsnittlig årsnedbør på 1021 mm og gjennomsnittlig temperatur på 5,3 °C for normalperioden 1961–90 (Aune 1993, Førland 1993). Årsnedbør og gjennomsnittlig temperatur var i 1993 henholdsvis 1318 mm og 5,5 °C (Det norske meteorologiske institutt, upubl.).

Ruenes ligger i Vennesla kommune, Vest-Agder (100–125 m o.h., UTM-referanse MK 427 643). Undersøkelsesfeltet har en gjennomsnittlig helning på 34° og en eksposisjon på ca. 160°. Nærmeste målestasjoner for nedbør og temperatur (Kjevik) viser en gjennomsnittlig årsnedbør på 1299 mm og gjennomsnittlig temperatur på 6,6 °C for normalperioden 1961–90 (Aune 1993, Førland 1993). Årsnedbør og gjennomsnittlig temperatur var i 1993 henholdsvis 1152 mm og 7,0 °C (Det norske meteorologiske institutt, upubl.).

Begge undersøkelsesfeltene er blåbærgranskoger i nordvendte skråninger med smyle (*Deschampsia flexuosa* (L.) Beauv.) som viktigste feltsjiktsart. Bunnsjiktet består av matter av blanksigd (*Dicranum majus*) ispedd flekker med ribbesigd (*D. scoparium* Hedw.), bergsigd (*D. fuscescens* Sm.) og andre barskogsmoser. På feltet i Middagsåsen i Klæbu produserte blanksigd (*D. majus*) rikelig med sporofytter, mens bare en liten flekk med noen få sporofytter ble funnet på Ruenes-feltet i Vennesla våren og høsten 1993.

Data som viser forurensningskomponenter i nedbøren fra de nærmeste bakgrunnsstasjonene til Klæbu og Vennesla, henholdsvis Selbu og Birkenes, viser at forurensnings-

Tabell 1. Våtavsetninger av svovel ($\text{SO}_4\text{-S}$ mg/m^2), nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$ pluss $\text{NH}_4\text{-N}$ mg/m^2) og pH på bakgrunnsstasjonene Birkenes (Agder) og Selbu (Trøndelag) for årene 1990–92 (etter SFT 1993).

Wet depositions of sulphur ($\text{SO}_4\text{-S}$ mg/m^2), nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$ plus $\text{NH}_4\text{-N}$ mg/m^2) and pH at the background stations Birkenes (Agder) and Selbu (Trøndelag) for the years 1990–92 (after SFT 1993).

År	Nitrogen Nitrogen		Svovel Sulphur		pH	
	Birkenes	Selbu	Birkenes	Selbu	Birkenes	Selbu
1990	1721	114	1325	220	4,37	4,84
1991	1328	205	930	240	4,33	4,94
1992	1292	148	991	193	4,37	4,95

belastningen i Vennesla er mye større enn i Klæbu (tabell 1).

Innsamlingsmetodikk

Innenfor hvert av de to undersøkelsesfeltene ble fem blokker à 5×5 m lagt ut med krav om minst 40 % dekning av blanksigd (*Dicranum majus*), to av dem nederst i skråningen der det var fuktigst, to litt lenger opp og en øverst i skråningen der det var tørrest. I hver av blokkene ble 20 ruter à 5×5 cm tilfeldig valgt ut med krav om at mosen ikke skulle være skadet. Mosematten i hver rute ble skåret ut, samlet inn og oppbevart nedfrosset ved -20 °C. Innsamlingen av materialet ble utført to ganger på hver lokalitet; første gang i mai 1993, andre gang i september 1993. De samme 5×5 meters blokkene ble brukt begge gangene, men de tilfeldige rutene som ble valgt i september måtte ha en avstand på minst 10 cm fra de gamle innsamlingsrutene, for å unngå påvirkning fra forrige innsamling.

Laboratorieundersøkelser

Til tross for at det ble samlet inn materiale både våren og høsten 1993, ble bare høstmaterialet undersøkt. Dette er fordi man, på grunnlag av fenologistudier (Sagmo Solli, upubl.), fant at antheridiene og arkegoniene er unge og svært små på våren. Det er derfor vanskeligere å registrere dem på materiale

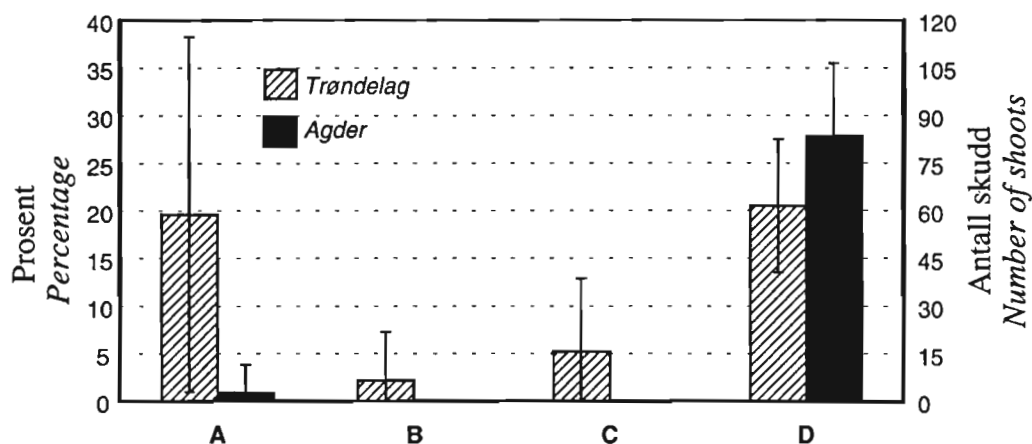
innsamlet om våren enn på høstmaterialet, slik at feilkilden ville vært stor. Likeledes finner befruktning sted først på sensommeren (Sagmo Solli, upubl.), slik at man ikke finner befruktete arkegonier i vårmaterialet.

For hver rute ble totalt antall blanksigdsqudd og antall squdd med sporofytter som spredte sporer høsten 1993, squdd med perichaetier og squdd med dverghanner registrert. På hvert av 10 tilfeldig valgte squdd innen ruta ble antall dverghanner telt og perichaetier med befruktete arkegonier registrert. På hvert av de 10 squddene ble fem hanner tilfeldig valgt for registrering av antheridier.

Resultater

Skuddtettheten var mye høyere i Vennesla enn i Klæbu (gjennomsnittlig 83,4 squdd per rute i Vennesla mot 61,5 i Klæbu; figur 3). Det ble ikke funnet sporofytter eller dverghanner i det innsamlete materialet fra Vennesla mens både sporofytter og dverghanner var vanlig i Klæbu-materialet (2 % resp. 5 % av squddene; figur 3). I Vennesla var det også få squdd med perichaetier (1 %) i forhold til i Klæbu (20 %; figur 3). Alle disse målingene viste stor variasjon mellom rutene innen hver lokalitet.

I Klæbu var det flere ruter med både hanner og perichaetier (51 %) enn ruter som hadde bare perichaetier (3 %) eller bare hanner (35

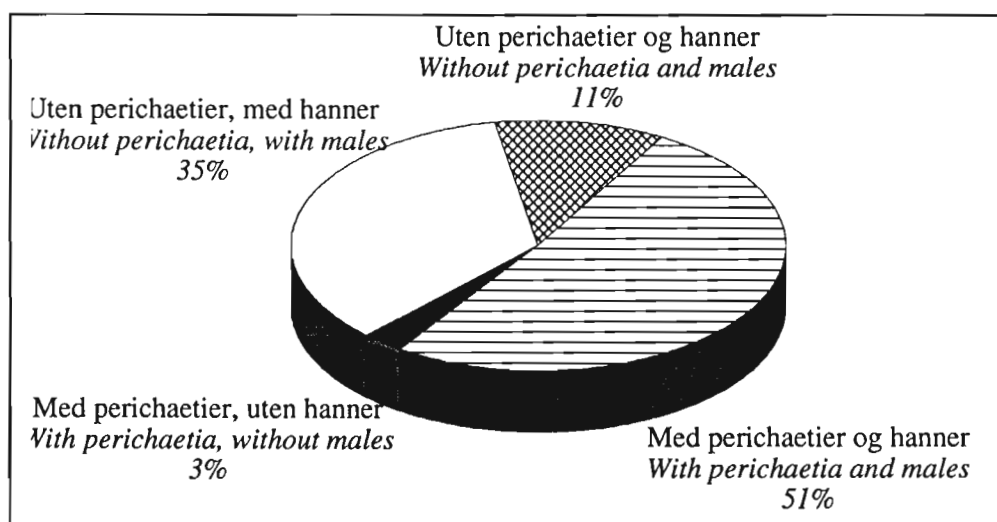


Figur 3. Gjennomsnittlig antall skudd av blanksigd (*Dicranum majus*) (D) og andel skudd med perichaetier (A), sporofytter (B) og hanner (C) per rute i Vennessla og Klæbu. Gjennomsnittlig antall skudd (D) følger høyre skala, mens de andre følger venstre skala.

Average number of shoots of Dicranum majus (D) and proportion of shoots with perichaetia (A), sporophytes (B) and males (C) per plot in Vennessla and Klæbu. Average number of shoots follows the right scale, the other the left scale.

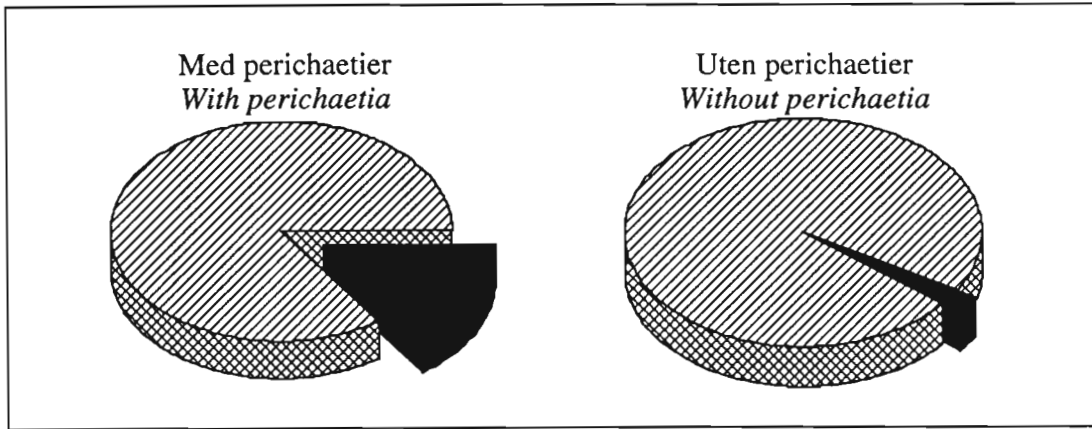
%, figur 4). Hanner forekom signifikant oftere på skudd med perichaetier enn på skudd uten perichaetier (15 % mot 2 %, figur 5), og det var signifikant flere hanner på skudd med perichaetier (gjennomsnittlig 1,8) enn på skudd uten perichaetier (gjennomsnittlig 0,2; Student's t-test: $p < 0,001$).

Det var en signifikant positiv korrelasjon mellom antall hanner og antall befruktede perichaetier i rutene fra Trøndelag (Spearman's korrelasjonskoeffisient $r_s = 0,481$; $p < 0,001$; $n = 244$; figur 6), slik at en større andel perichaetier ble befruktet i ruter med mange hanner enn i ruter med få hanner.



Figur 4. Andel ruter (5 × 5 cm) med både hanner og perichaetier av blanksigd (*Dicranum majus*), bare hanner, bare perichaetier og bare sterile skudd i Klæbu.

Proportion of plots (5 × 5 cm) with both males and perichaetia of Dicranum majus, only males, only perichaetia and only sterile shoots in Klæbu.

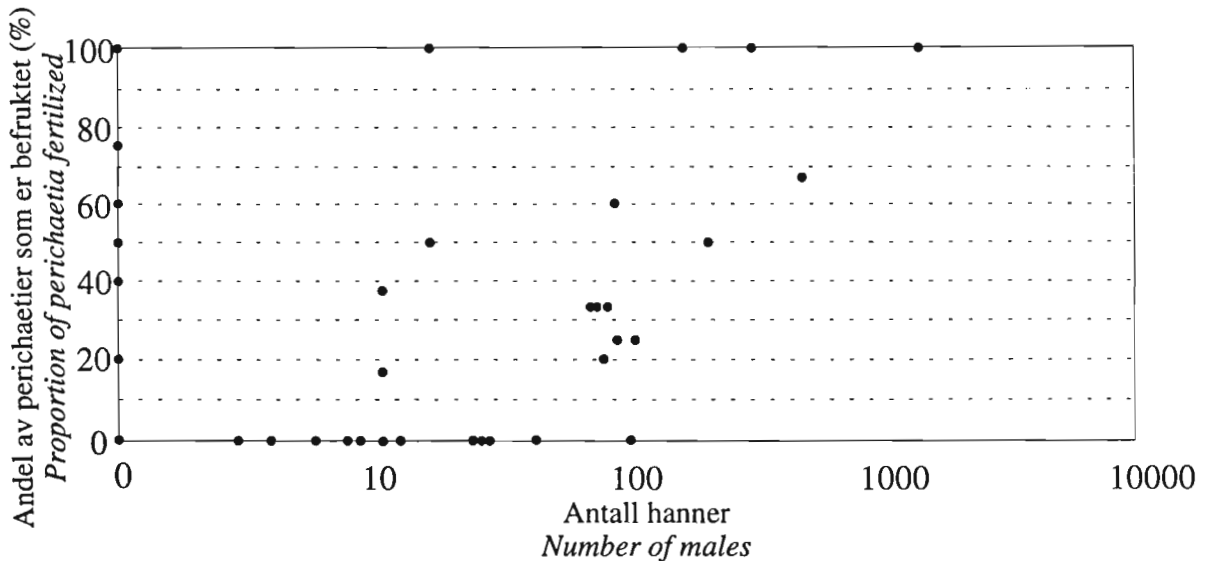


Figur 5. Andel skudd av blanksigd (*Dicranum majus*) med perichaetier som har hanner (15 %) og skudd uten perichaetier som har hanner (2 %) i Klæbu.
Proportion of shoots of Dicranum majus with perichaetia bearing males (15 %) and shoots without perichaetia bearing males (2 %) in Klæbu.

Diskusjon

Den sparsomme forekomsten av sporofytter hos blanksigd (*Dicranum majus*) i Agder kan skyldes fravær av hanner og/eller lav frekvens av perichaetier. Fravær av hanner er ikke noen uvanlig situasjon hos moser.

Mange eksempler på rene ettkjønnspopulasjoner kan fremlegges (se f. eks. Longton & Greene 1969, Longton 1985, 1992). Blanksigd (*D. majus*) og andre arter som har dverghanner er imidlertid spesielle. Siden hannene er små og alltid vokser i filten på hunnplantens stengel eller på blad av hunn-



Figur 6. Sammenhengen mellom antall hanner per rute (5 × 5 cm) og andel perichaetier hos blanksigd (*Dicranum majus*) som er befruktet i Klæbu. Sekstien ruter hadde verken hanner eller befruktete perichaetier. Skalaen på x-aksen er logaritmisk.
Relation between number of males per plot (5 × 5 cm) and proportion of perichaetia of Dicranum majus fertilised in Klæbu. Sixtyone plots had no males and no fertilised perichaetia. The scale on the x axis is logarithmic.

planten, vil det ikke eksistere noen rene hannpopulasjoner, mens rene hunnpopulasjoner kan være vanlig.

Det ser ut til at dverghanner er mer sensitive for ytre påvirkninger enn normale hanner fordi krussigd (*D. polysetum*), som også har sparsom sporofyttproduksjon i Agder (Flatberg & Frisvoll 1992), har dverghanner. Bergsigd (*D. fuscescens*), med normale hanner, produserer derimot rikelig med sporofytter både i Agder og i Trøndelag. Man vet lite om hvilke krav dverghannene setter til lokale forhold og klima sammenlignet med normale hanner. I Storbritannia finner man ikke dverghanner hos bl.a. ribbesigd (*D. scoparium*) i tørre områder, og gjennom dyrkningsforsøk har Briggs (1964) kommet fram til at dverghanner er mer tørkesensitive enn hunnplantene. Dessuten er temperatur og daglengde viktige ytre faktorer for initiering av gametangiedannelse hos en del arter (Richardson 1981, Longton 1990). Klimatiske forskjeller mellom de to lokalitetene skulle derfor kunne forklare mangel på dverghanner og sparsom perichaetiedannelse i Vennesla-materialet.

I 1989 utførte Flatberg & Frisvoll (1992) resiproke transplantasjoner av blanksigd (*D. majus*) mellom Agder og Trøndelag. En av lokalitetene var Ruenes, den samme lokaliteten som i denne undersøkelsen. Sporofyttfri mose fra Agder som ble flyttet til Trøndelag produserte ikke sporofytter årene 1990–92 til tross for at stedegen blanksigd (*D. majus*) produserte rikelig med sporofytter. Mose som ble transplantert fra Trøndelag til Agder fortsatte å produsere sporofytter på Ruenes-lokaliteten i de to påfølgende somrene, samtidig som omgivende stedegen blanksigd (*D. majus*) ikke produserte sporofytter. De nye sporehusene som ble registrert høsten 1991 må være et resultat av befruktning som har foregått sommeren 1991 på lokaliteten, dvs. at både antheridier og perichaetier med arkegonier har blitt dannet på stedet. Dersom dverghannene er funksjonelt ettårige

(se under) så er disse sannsynligvis dannet fra Trøndelag-sporer som ble spredt høsten 1990. Sporofytter hos blanksigd (*D. majus*) er ikke uvanlig i områder bare 60 km nord for Vennesla-området (Åmli; Flatberg, unpubl.). Dette indikerer at blanksigd (*D. majus*) produserer perichaetier og dverghanner med antheridier i områder der klimaet er tilnærmet lik forholdene i de undersøkte områdene. Disse observasjonene kan tyde på at klimatiske faktorer ikke er årsak til at ingen hanner og nesten ingen perichaetier produseres hos stedegen blanksigd (*D. majus*) i Vennesla, eller at en tidligere ugunstig klimaperiode, f.eks. en tørr forsommer, kan ha ført til utrydding av dverghannene (direkte eller indirekte) slik at reproduksjonen har opphørt.

Det er vist at pH kan bestemme initiering av kjønnsorganer (gametangier) hos en del levermoser (Longton 1990). Dersom dette er tilfelle også hos sigdmoser, kan redusert arkegoniedannelse på Vennesla-lokaliteten sammenlignet med Klæbu-lokaliteten skyldes surere nedbør i Agder enn i Trøndelag over en periode på flere år (jf. tabell 1). Siden det transplanterte Trøndelag-materialet fortsatte å produsere sporofytter i Agder i 1990–92, vil dette være mindre sannsynlig. I stedet kan en eller flere episoder med sterkt sur nedbør ha slått ut dverghannene i Agder på et tidligere tidspunkt, f.eks. sommeren 1988, da det ble registrert svært mye skader på blanksigd (*D. majus*) i Agder, også på den aktuelle lokaliteten i Vennesla (Flatberg & Frisvoll 1992, 1994). Det er ikke usannsynlig at de små hannskuddene kan ha dødd av de samme påvirkningene som ga opphav til skader og død hos hunnplantene dette året.

Det ble ikke observert gamle perichaetier på blanksigd (*D. majus*) i Vennesla-materialet, mens svært mange gamle perichaetier ble observert i Klæbu-materialet. Dette indikerer at Vennesla-populasjonen ikke har produsert

perichaetier de siste årene, dermed har heller ingen kjønnen reproduksjon foregått.

Dannelse av dverghanner er avhengig av sporespiring. Det vil si at sviktende sporofyttproduksjon i en blanksigd-populasjon kan forårsake mangel på dverghanner. Dannelse av sporer og sporofytter er til gjengjeld avhengig av at hanner eksisterer slik at de kan befrukte arkegoniene. Med denne undersøkelsen er det vanskelig å kunne si noe om hvor syklusen opprinnelig ble brutt. Dverghanner er sannsynligvis funksjonelt ettårige. Under laboratorieundersøkelsene ble hanner observert ca. 1-1,5 cm under hunnplantenes skuddspiss og, med få unntak, aldri funnet lenger ned på skuddet. Skudd av blanksigd (*D. majus*) vokser inntil ca. 2 cm i året, avhengig av bl.a. fuktighetsforholdene i vekstsesongen (Pakarinen & Rinne 1979, Bakken 1994), og arkegoniene utvikles i toppen av skuddet. Siden spermatozoider fra antheridier sjelden sprer seg mer enn noen få cm er det begrenset hvor funksjonell en hann vil være etter bare ett år selv om den overlever. Allerede året etter at produksjon av dverghanner er opphørt vil man derfor merke fatale følger. Uten funksjonelle hanner i populasjonen vil ingen befruktning forekomme, uten befruktning vil ingen sporofytter dannes og dermed vil heller ingen nye hanner dannes. Kjønnen reproduksjon i populasjonen er dermed opphørt, og kan bare gjenopprettes dersom sporer fra andre populasjoner kommer til og spirer til nye hanner. Et større antall hanner i Klæbu-populasjonen befrukter en større andel arkegonier og gir dermed flere sporofytter enn hva få hanner gjør. Dette indikerer at det er viktig med mange hanner i en populasjon. Dersom det bare er igjen få hanner vil dette gi færre sporofytter, og populasjonen blir mer sensitiv for tilfeldige hendelser.

Konklusjon

Mangel på hanner utelukker kjønnen reproduksjon hos blanksigd (*D. majus*) i Vennesla-lokaliteten idag. Det er usikkert hva som har forårsaket dette. En mulig forklaring er at ytre, ikke konstante omstendigheter kan ha invirket. Forekomsten av skader på moseteppet etter episoder av sur nedbør indikerer at blanksigd (*D. majus*) er sensitiv for slike nedfall. Det finnes få undersøkelser på dverghanner og deres respons på ulike miljøfaktorer (foruten Briggs 1964), men lav pH (sur nedbør) kan være en årsak til mangelen på dverghanner.

Det mangler fortsatt undersøkelser før man kan definere tålegrenser der luftforurensninger gir negativ effekt på reproduksjonsforløpet hos blanksigd (*D. majus*) og andre moser. Det ville derfor vært ønskelig å få bedre kjennskap til dverghanners oppførsel i forhold til normale hanner. I denne sammenhengen må man finne ut hvordan hanner reagerer på nedbør med lav pH, både når det gjelder langtidsvirkninger og hvor lavt pH-nivået må være for å forårsake akutt skade og død. Slike undersøkelser kan utføres som kontrollerte eksperimenter med simulert sur nedbør. Det er også ønskelig å undersøke hva som kreves for å gjenopprette kjønnen reproduksjon når den har opphørt i en populasjon. Slike eksperimenter kan enkelt utføres ved å manipulere sporespredning, slik at sporer spres i ulike mengder i populasjoner uten hanner.

Sammendrag

Det er rapportert betydelige morfologiske skader på moser på Sørlandet (Frisvoll 1989, Flatberg & Frisvoll 1991, 1992, 1994). De to mest skadde artene er blanksigd (*Dicranum majus*) og krussigd (*D. polysetum*). Det er observert at disse artene ikke produserer sporofytter i mange populasjoner i sterkt luftforurensede områder i Agder, mens de produserer rikelig med sporofytter i Trøndelag.

Målet med dette studiet er å finne årsakene til den manglende sporofyttproduksjonen i Agder. To granskog-lokaliteter, en i Vennesla i Agder og en i Klæbu i Trøndelag, ble valgt som undersøkelsesområder. Blanksigd (*D. majus*), en dioik (særbu) akrokarp mose med dverghanner i hunnplantens stengelfilt, ble brukt som undersøkelsesobjekt etter som denne arten opptrer rikelig både i Agders og Trøndelags granskoger.

På begge lokalitetene ble fem 5 × 5 m blokker med minst 40 % dekning av blanksigd (*D. majus*) valgt ut. I hver blokk ble 20 ruter med blanksigd (*D. majus*) à 5 × 5 cm tilfeldig valgt og samlet inn i mai og i september 1993. Det innsamlete materialet skulle ikke ha synlige skader, og rutene som ble valgt i september skulle ikke være nærmere enn 10 cm fra vårens innsamlete ruter.

I hver rute ble antall skudd, antall skudd med sporofytter som spredte sporer høsten 1993, og antall skudd med perichaetier og dverghanner registrert. På hvert av 10 tilfeldig valgte skudd fra hver rute ble antall dverghanner telt og perichaetier med befruktete arkegonier registrert. På hvert av de 10 skuddene ble fem dverghanner tilfeldig valgt for registrering av antheridier. Bare høstmaterialet ble brukt siden fenologistudier (Sagmo Solli, upubl.) viser at gametangier utvikles i løpet av sommeren og at befruktning skjer i juli–august.

Ingen dverghanner og få perichaetier ble funnet i Vennesla-materialet, mens det er rikelig av dem i Klæbu-materialet. Det er lite sann-

synlig at rådende klimatiske forskjeller lå til grunn for disse forskjellene, siden resiproke transplantasjoner (Flatberg & Frisvoll 1992) viste at Trøndelagsmose som ble flyttet til Agder fortsatte å produsere sporofytter mens Agdermose som ble flyttet til Trøndelag ikke produserte sporofytter etter tre år (1989–92).

Det er tidligere observert at sporofyttproduksjonen er redusert i en del områder med sterk luftforurensning (Winner & Bewley 1978, Dobben et al. 1983, Raeymaekers & Glime 1986, Winner 1988). Vennesla-populasjonen av blanksigd (*D. majus*) ligger i et av de områdene i Norge som er mest belastet med langtransporterte luftforurensninger. Transplantasjonseksperimentene indikerer at forurensningsforholdene i et "normalt" år ikke reduserer reproduksjonen hos blanksigd (*D. majus*). Imidlertid varierer surhetsgraden og innholdet av forurensningsstoffer i nedbør i Agder, og en eller flere episoder med ekstremt sur nedbør forut for undersøkelsesperioden kan ha slått ut dverghannene hos blanksigd (*D. majus*) i det aktuelle tilfellet, enten direkte eller indirekte gjennom f.eks. feilslått perichaetiedannelse og sporeproduksjon.

Dverghanner av blanksigd (*D. majus*) er sannsynligvis funksjonelt ettårige. Det vil si at nye hanner må produseres fra sporer hvert år. Dersom reproduksjonen slår feil ett år, vil ingen nye hanner dannes, og dermed vil ingen befruktning skje, og ingen sporofytter vil dannes før sporer fra andre populasjoner kommer til og spirer til nye hanner. Det er vanskelig å si noe om hvilket trinn i reproduksjonssyklusen som har slått feil, men resultatet vil uansett bli at hanner og sporofytter mangler.

Videre studier er nødvendig før en kan etablere tålegrenser for lufttransporterte forurensninger som definerer opphør av reproduksjon. Eksperimentelle studier med simulering av sur nedbør med forskjellig pH er nødvendig. Studier på hva som kreves for å gjenopprette kjønnnet reproduksjon er også ønskelig.

Summary

Severe morphological damage to bryophytes in southern Norway is reported by Frisvoll (1989) and Flatberg & Frisvoll (1991, 1992, 1994). Two of the most damaged species, *Dicranum majus* and *D. polysetum* do not produce sporophytes in many populations in the heavily air polluted areas in Agder, South Norway, while they produce abundant sporophytes in Trøndelag, Central Norway.

The aim of this study is to investigate as detailed as possible the reasons for the lack of sporophytes of *D. majus* in Agder. Two spruce forest localities were chosen, one in Vennesla, Agder, and the other in Klæbu, Trøndelag, with hardly any and with abundant of sporophytes, respectively. *Dicranum majus*, a dioicous acrocarpous moss with dwarf males in the tomentum of the female stems, was used as a model organism as it occurs abundantly at both localities.

At both localities, five 5 × 5 m blocks with at least 40 % cover of *D. majus* were marked. In each block, twenty 5 × 5 cm squares with *D. majus* were randomly collected in May and in September 1993. The collected material should be free from visible damage on the moss and the September squares should not be closer than 10 cm from a previously collected square.

In each square, the number of shoots, number of shoots with sporophytes (those ripe in autumn 1993), and number of shoots with perichaetia and dwarf males, were recorded. The number of dwarf males was counted on each of 10 randomly selected shoots from each square and the occurrence of perichaetia and fertilised archegonia was registered. Five dwarf males were randomly selected from each of the 10 shoots and the occurrence of antheridia was registered. Only the autumn collection was used since phenology studies (Sagmo Solli, unpubl.) showed that the gametangia develops during the summer and fertilisation occurs in July-August.

There was an abundance of dwarf males and perichaetia in material from Trøndelag while no males and few perichaetia were found in the Agder material. It is not likely that this difference is due to climatic reasons since in reciprocal transplantations (Flatberg & Frisvoll 1992), moss material from Trøndelag moved to Agder continued to produce sporophytes while Agder material moved to Trøndelag did not produce any sporophyte during a 3 year period.

Pollution and low pH reduce the sporophyte production in many bryophyte species (Winner & Bewley 1978, Dobben et al. 1983, Raeymaekers & Glime 1986, Winner 1988). The Agder population is situated in one of the areas in Norway most frequently, and most severely, exposed to acid precipitation. The transplantation experiment indicates that the levels of air pollution in a 'normal' year do not reduce reproduction in *D. majus*. However, the level and content of pollution in the rain varies and episodes with very acid rain have been registered. One or a few of these may have been so acid that the dwarf male population has been wiped out.

Dwarf males of *D. majus* are most likely functionally annuals. This means that new males must be produced every year from spores. If reproduction fails one year, no new male will be formed and thus no fertilisation will occur the next year and no new sporophytes will be formed, until distant dispersed spores have formed new males.

It is not possible from these studies to say which steps of the reproduction cycle are most sensitive, and where the break in reproduction occurred. The result will in any case be lack of males and sporophytes. Further studies are required before the critical load of airborne pollutants for reproduction to fail in *D. majus*, can be established. Experimental studies with artificial rain of different acidity are needed. Studies on the requirements needed for re-establishing sexual reproduction are also warranted.

Litteratur

- Aune, B. 1993. Air temperature normals, normal period 1961–1990. *DNMI-rapport 02/93 Klima*. Oslo.
- Bakken, S. 1994. Growth and nitrogen dynamics of *Dicranum majus* under two contrasting nitrogen deposition regimes. *Lindbergia* 19: 63–72.
- Briggs, D. 1964. Experimental taxonomy of some British species of the genus *Dicranum*. *New Phytol.* 64: 366–386.
- Dobben, H.F. van, Witt, T. de & Dam, D. van 1983. Effects of acid deposition on vegetation in the Netherlands. *VDI-Berichte* 500: 225–229.
- During, H.J. 1979. Life strategies of bryophytes: A preliminary review. *Lindbergia* 5: 2–18.
- Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1991. Morfologiske skader hos blanksigd (*Dicranum majus*) og krussigd (*D. polysetum*). I: Flatberg, K.I., Bakken, S., Frisvoll, A.A. & Odasz, A.M., Moser og luftforurensninger. *NINA Oppdragsmelding* 69: 7–19.
- Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1992. Undersøkelser av skader hos to sigdmoser i Agder. *NINA Oppdragsmelding* 134: 1–22.
- Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1994. Moseskader i Agder 1989–92. *NINA Oppdragsmelding* 298: 1–34, pl. 1–20.
- Frisvoll, A.A. 1989. Moseskader i skog i Sør-Norge. *NINA Oppdragsmelding* 18: 1–41.
- Frisvoll, A.A., Elvebakk, A., Flatberg, K.I. & Økland, R.H. 1995. Sjekkliste for norske mosar. Latinsk og norsk namneverk. *NINA Temahefte* 4: 1–104.
- Førland, E.J. 1993. Precipitation normals, Normal period 1961–1990. *DNMI-rapport 39/93 Klima*. Oslo.
- Gemmel, A.R. 1950. Studies in the bryophyta. I. The influence of sexual mechanism on varietal production and distribution of British Musci. *New Phytol.* 49: 64–71.
- Hughes, J.G. 1980. The relationship between the occurrence of polysety and the number of archegonia in female inflorescences of *Dicranum majus* and *D. scoparium*. *J. Bryol.* 11: 337–342.
- Longton, R.E. 1985. Reproductive biology and susceptibility to air pollution in *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. (Musci) with particular reference to Manitoba, Canada. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 11: 51–69.
- Longton, R.E. 1990. Sexual reproduction in bryophytes in relation to physical factors of the environment. I: Chopra, R.N. & Bhatla, S.C., *Bryophyte Development: Physiology and Biochemistry*. CRC Press, Boca Raton, Florida, s. 139–166.
- Longton, R.E. 1992. Reproduction and rarity in British mosses. *Biol. Conserv.* 59: 89–98.
- Longton, R.E. & Greene, S.W. 1969. Relationship between sex distribution and sporophyte production in *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. *Ann. Bot.* 33: 107–126.
- Pakarinen, P. & Rinne, R.J.K. 1979. Growth rates and heavy metal concentrations of five moss species in paludified spruce forests. *Lindbergia* 5: 77–83.
- Raeymaekers, G. & Glime, J.M. 1986. Effects of simulated acid rain and lead interactions on the phenology and chlorophyll content of *Pleurozium schreberi*. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 61: 525–541.
- Richardson, D.H.S. 1981. *The biology of mosses*. Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- SFT (Statens forurensningstilsyn) 1993. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport 1992. *SFT Rapport 533/93*. Oslo.
- Smith, A.J.E. & Ramsay, H.P. 1982. Sex, cytology and frequency of bryophytes in the British isles. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 52: 275–281.
- Sowter, F. A. 1951. The polysetous inflorescence of *Dicranum majus*. *Trans. Br. Bryol. Soc.* 1: 73–74.
- Winner, W.E. 1988. Responses of bryophytes to air pollution. *Bibl. Lichenol.* 30: 141–173.

- Winner, W.E. & Bewley, J.D. 1978. Terrestrial mosses as bioindicators of SO₂ pollution stress. *Oecologia* 35: 221-230.
- Wyatt, R. 1982. Population ecology of bryophytes. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 52: 179 - 198.

Naturens Tålegrenser - Oversikt over utgitte rapporter

- 1 Nygaard, P. H., 1989. Forurensningers effekt på naturlig vegetasjon en litteraturstudie. Norsk institutt for skogforskning (NISK), Ås.
- Uten nr. Jaworowski, Z., 1989. Pollution of the Norwegian Arctic: A review. Norsk polarinstitutt (NP), rapportserie nr. 55. Oslo.
- 2 Henriksen, A., Lien, L. & Traaen, T.S. 1990. Tålegrenser for overflatevann. Kjemiske kriterier for tilførsler av sterke syrer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89210.
- 3 Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G. & Fjellheim, A. 1989. Tålegrenser for overflatevann. Fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89185.
- 4 Bølviken, B. & medarbeidere, 1990. Jordforsuringsstatus og forsuringfølsomhet i naturlig jord i Norge. Norges geologiske undersøkelse (NGU), NGU-rapport 90.156. 2 bind (Bind I: Tekst, Bind II: Vedlegg og bilag).
- 5 Pedersen, H. C. & Nybø, S. 1990. Effekter av langtransporterte forurensninger på terrestriske dyr i Norge. En statusrapport med vekt på SO₂, NO_x og tungmetaller. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Utredning 005.
- 6 Frisvoll, A. A., 1990. Moseskader i skog i Sør-Norge. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 018.
- 7 Muniz, I. P. & Aagaard, K. 1990. Effekter av langtransportert forurensning på ferskvannsdyr i Norge - virkninger av en del sporelementer og aluminium. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Utredning 013.
- 8 Hesthagen, T., Berger, H. M. & Kvenild, L. 1992. Fiskestatus i relasjon til forurensning av innsjøer. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Forskningsrapport 032.
- 9 Pedersen, U., Walker, S.E. & Kibsgaard, A. 1990. Kart over atmosfærisk avsetning av svovel- og nitrogenforbindelser i Norge. Norsk institutt for luftforskning (NILU), OR 28/90.
- 10 Pedersen, U. 1990. Ozonkonsentrasjoner i Norge. Norsk institutt for luftforskning (NILU), OR 28/90.
- 11 Wright, R. F., Stuanes, A. Reuss, J.O. & Flaten, M.B. 1990. Critical loads for soils in Norway. Preliminary assessment based on data from 9 calibrated catchments. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89153.
- 11b Reuss, J. O., 1990. Critical loads for soils in Norway. Analysis of soils data from eight Norwegian catchments. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89153.
- 12 Amundsen, C. E., 1990. Bufferprosent som parameter for kartlegging av forsuringfølsomhet i naturlig jord. Universitetet i Trondheim, AVH (stensil).
- 13 Flatberg, K.I., Foss, B., Løken, A. & Saastad, S.M. 1990. Moseskader i barskog. Direktoratet for naturforvaltning (DN), notat.
- 14 Frisvoll, A.A., & Flatberg, K.I., 1990. Moseskader i Sør-Varanger. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 55.
- 15 Flatberg, K.I., Bakken, S., Frisvoll, A.A., & Odasz, A.M. 1990. Moser og luftforurensninger. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 69.
- 16 Mortensen, L.M. 1991. Ozonforurensning og effekter på vegetasjonen i Norge. Norsk landbruksforsk. 5:235-264.
- 17 Wright, R.F., Stuanes, A.O. & Frogner, T. 1991. Critical Loads for Soils in Norway Nordmoen. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89153.

- 18 Pedersen, H.C., Nygård, T., Myklebust, I. og Sæther, M. 1991. Metallbelastninger i lirype. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 71.
- 19 Lien, L., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann evertebrater og fisk. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Rapport 0-89185,2.
- 20 Amundsen, C.E. 1992. Sammenligning av parametre for å bestemme forsurningsfølsomhet i jord. NGU-rapport 91.265.
- 21 Bølviken, B., R. Nilsen, J. Romundstad & O. Wolden. 1992. Surhet, forsurningsfølsomhet og lettløselige basekationer i naturlig jord fra Nord-Trøndelag og sammenligning med tilsvarende data fra Sør Norge. NGU-rapport 91.250.
- 22 Sivertsen, T. & medarbeidere. 1992. Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1991-15.
- 23 Lien, L., Raddum, G.G. & A. Fjellheim. 1992. Critical loads of acidity to freshwater. Fish and invertebrates. Norwegian Institute for Water Research (NIVA), Rapport O-89185,3.
- 24 Fremstad, E. 1992. Virkninger av nitrogen på heivegetasjon. En litteraturstudie. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 124.
- 25 Fremstad, E. 1992. Heivegetasjon i Norge, utbredelseskart. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 188.
- 26 Flatberg, K.I. & Frisvoll, A. 1992. Undersøkelser av skader hos to sigdmoser i Agder. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 134.
- 27 Lindstrøm, E.A. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Fastsittende alger. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport-2.
- 28 Brettum, P. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Planteplankton. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport-3.
- 29 Brandrud, T.E., Mjelde, M. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Makrovegetasjon. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport-1.
- 30 Mortensen, L.M. & Nilsen, J. 1992. Effects of ozone and temperature on growth of several wild plant species. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 6: 195-204.
- 31 Pedersen, H.C., Myklebust, I., Nygård, T. & Sæther, M. 1992. Akkumulering og effekter av kadmium i lirype. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 152.
- 32 Amundsen, C.E. 1992. Sammenligning av relativ forsurningsfølsomhet med tålegrenser beregnet med modeller, i jord. Norges geologiske undersøkelse. NGU-rapport 92.294.
- 33 Frogner, T., Wright, R.F., Cosby, B.J., Esser, J.M., Håøya, A.-O. & Rudi, G. 1992. Map of critical loads for coniferous forest soils in Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-91147.
- 34 Henriksen, A., Lien, L., Traaen, T.S. & Taubøll, S. 1992. Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89210.
- 35 Lien, L. Henriksen, A. & Traaen, T.S. 1993. Tålegrenser for sterke syrer på overflatevann -Svalbard. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90102.
- 36 Henriksen, A., Hesthagen, T., Berger, H.M., Kvenild, L., Taubøll, S. 1993. Tålegrenser for overflatevann - Sammenheng mellom kjemisk kriterier og fiskestatus. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-92122.
- 37 Odasz, A.M., Øiesvold, S., & Vange, V. 1993. Nitrate nutrition in *Racomitrium lanuginosum* (Hedw.)Brd., a bioindicator of nitrogen deposition in Norway. Direktoratet for naturforvaltning. Utredning for DN 1993-2.

- 38 Espelien, I.S. 1993. Genetiske effekter av tungmetaller på pattedyr. En kunnskapsoversikt. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Utredning 051.
- 39 Økland, J. & Økland, K.A. 1993. Database for bioindikatorer i ferskvann - et forprosjekt. Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI), Zoologisk Museum, Oslo, Rapport 144, 1993.
- 40 Aamlid, D. & Skogheim, I. 1993. Nikkel, kopper og andre metaller i multer og blåbær fra Sør-Varanger, 1992. Rapport Gkogforsk 14/93. 14/93.
- 41 Kålås, J.A., Ringsby, T.H. & Lierhagen, S. 1993. Metals and radiocesium in wild animals from the Sør-Varanger area, north Norway. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 212.
- 42 Fløisand, I. & Løbersli, E. (red.) 1993. Tilførsler og virkninger av lufttransporterte forurensninger (TVLF) og Naturens tålegrenser. Sammendrag av foredrag og postere fra møte i Stjørdal, 15.-17.februar 1993. Norsk institutt for luftforskning (NILU), OR 17/93.
- 43 Henriksen, A. & Hesthagen, T. 1993. Critical load exceedance and damage to fish populations. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-89210.
- 44 Lien, L., Henriksen, A. & Traaen, T.S. 1993. Critical loads of acidity to surface waters, Svalbard. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90102.
- 45 Løbersli, E., Johannessen, T. & Olsen, K.V (red.) 1993. Naturens tålegrenser. Referat fra seminar i 1991 og 1992. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1993-6.
- 46 Bakken, S. 1993. Nitrogenforurensning og variasjon i nitrogen, protein og klorofyllinnhold hos barskogsmosen blanksigd (*Dicranum majus*). Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN 1994-1.
- 47 Krøkje, Å. 1993. Genotoksisk belastning i jord. Effektstudier, med mål å komme fram til akseptable grenser for genotoksisk belastning fra langtransportert luftforurensning. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN 1994-2.
- 48 Fremstad, E. 1993. Heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*) som indikator på nitrogenbelastning. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Oppdragsmelding 239.
- 49 Nygaard, P.H. & Ødegaard, T.H. 1993. Effekter av nitrogen gjødsling på vegetasjon og jord i skog. Rapport Skogforsk 26/93.
- 50 Fløisand, I. og Johannessen, T. (red.) 1994. Langtransporterte luftforurensninger. Tilførsler, virkninger og tålegrenser. Sammendrag av foredrag og postere fra møte i Grimstad, 7.-9.3.94. Norsk institutt for luftforskning NILU OR: 17/94
- 51 Kleivane, L. Skåre, J.U. & Wiig, Ø. 1994. Klorerte organiske miljøgifter i isbjørn. Forekomst, nivå og mulige effekter. Norsk Polarinstitutt Meddelelse nr. 132.
- 52 Lydersen, E., Fjeld, E. & Andersen, T. 1994. Fiskestatus og vannkjemi i norske innsjøer. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) O-93172
- 53 Schartau, A.K.L. (red.) 1994. Effekter av lavdose kadmium-belastning på littorale ferskvanns-populasjoner og -samfunn. Norsk institutt for naturforskning (NINA) Forskningsrapport 055.
- 54 Mortensen, L. (1994). Variation in ozone sensitivity of *Betula pubescens* Erh. from different sites in South Norway. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN, Nr. 1994-6.
- 55 Mortensen, L. (1994). Ozone sensitivity of *Phleum alpinum* L. from different locations in South Norway. Direktoratet for naturforvaltning (DN). Utredning for DN, Nr. 1994-7.
- 56 Frogner, T., Wright, R.F., Cosby, J.B. and Esser, J.M. (1994). Maps of critical loads and exceedance for sulfur and nitrogen to forest soils in Norway. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) O-91147.
- 57 Flatberg, K.I. & Frisvoll, A.A. 1994. Moseskader i Agder 1989-92 (1994). Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 298.

- 58 Hesthagen, T. & Henriksen, A. (1994). En analyse av sammenhengen mellom overskridelser av tålegrenser for overflatevann og skader på fiskebestander. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 288.
- 59 Skåre, J.U., Wiig, Ø. & Bernhoft, A. (1994). Klorerte organiske miljøgifter; nivåer og effekter på isbjørn. Norsk Polarinstitutt Rapport nr. 86 - 1994.
- 60 Tørseth, K. & Pedersen, U. 1994. Deposition of sulphur and nitrogen components in Norway. 1988-1992. Norsk institutt for luftforskning (NILU): OR 16/94.
- 61 Nygaard, P.H. 1994. Virkning av ozon på blåbær (*Vaccinium myrtillus*), etasjehusmose (*Hylocomium splendens*), furumose (*Pleurozium schreberi*) og krussigd (*Dicranum polysetum*). Rapport Skogforsk 9/94.
- 62 Henriksen, A. & Lien, L. 1994. Tålegrenser for overflatevann: Metode og usikkerheter. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-94122.
- 63 Hilmo, O. & Larssen, H.C. 1994. Morfologi hos epifyttisk lav i områder med ulik luftkvalitet. ALLFORSK Rapport 2.
- 64 Wright, R.F. 1994. Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-94112.
- 65 Hesthagen, T., A. Henriksen & Kvenild, L. 1994. Overskridelser av tålegrenser for overflatevann og skader på fiskebestander i norske innsjøer med spesiell vekt på Troms og Finnmark. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 298.
- 66 Sagmo Solli, I.M., Flatberg, K.I., Söderström, L., Bakken, S. & Pedersen, B. 1996. Blanksigd og luftforurensninger - fertilitetsstudier. NTNU Vitensk.mus. Rapp. bot. Ser. 1996-1.
- 67 Stuanes, A. & Abrahamsen, G. 1996. Utredning om kunnskapsgrunnlaget for definisjon av tålegrenser i skog. Rapport Skogforsk (in prep).
- 68 Ogner, G. 1995. Tålegrenser for skog i Norge med hensyn til ozon. Aktuelt fra Skogforsk 3-95.
- 69 Thomsen, M., Nellemann, C. Frogner, T., Henriksen A., Tomter, S. & Mulder, J. 1995. Tilvekst og vitalitet for granskog sett i relasjon til tålegrenser og forurensning. Norsk institutt for skogforskning (NISK) (in prep).
- 70 Tomter, S. M. & Esser, J. 1995. Kartlegging av tålegrenser for nitrogen basert på en empirisk metode. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS). Rapport nr 10/95.
- 71 Pedersen, H.Chr. (red.). 1995. Kadmium og bly i liryte: akkumulering og cellulære effekter. Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning (NINA-NIKU) Oppdragsmelding 387
- 72 Bakken, S. & Flatberg, K.I.F. 1995. Effekter av økt nitrogendeposisjon på ombrotrof myrvegetasjon. En litteraturstudie. ALLFORSK Rapport 3.
- 73 Sogn, T.A., Stuanes, A.O. & Abrahamsen, G. 1995. Akkumulering av nitrogen - en kritisk parameter for beregning av tålegrenser for nitrogen i skog. Rapport fra Skogforsk 21/95.
- 74 Nygaard, P.H. & Eldhuset, T. 1996. Forholdet mellom basekationer og aluminium i jordløsning som kriterium for tålegrenser i skogsjord. Norsk institutt for skogforskning (NISK). Rapport fra Skogforsk 1/96
- 75 Mortensen, L. 1993. Effects of ozone on growth of several subalpine plant species. Norw. J. Agric. Sci. 7: 129-138.
- 76 Mortensen, L. 1994. Further studies on the effects of ozone concentration on growth of subalpine plant species. Norw. J. Agric. Sciences 8:91-97.
- 77 Fløisand, I. & Løbersli, E. (red.) 1996. Lufttransporterte forurensninger - tilførsler, virkninger og tålegrenser. Norsk institutt for luftforskning (NILU) OR 2/96.

- 78 Thomsen, M.G., Esser, J., Venn, K. & Aamlid, D. 1996. Sammenheng mellom træs vitalitet og næringsstatus i nåler og humus på skogovervåkingsflater i Sørøst-Norge (in prep).
- 79 Tørseth, K., Mortensen, L. & Hjellbrekke, A.-G. 1996. Kartlegging av bakkenær ozon etter tålegrenser basert på akkumulert dose over 40 ppb. Norsk institutt for luftforskning (NILU) OR 12/96.

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjon

K. NORSKE VIDENSK. SELSK. MUS. RAPP. BOT. SER. 1974-86
 UNIV. TRONDHEIM VITENSK. MUS. RAPP. BOT. SER. 1987-1995
 NTNU VITENSK.MUS. RAPP. BOT. SER. 1996-

- 1974 1 Klokk, T. Myrundersøkelser i Trondheimsregionen i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 30 s. kr 20,-
 2 Bretten, S. Botaniske undersøkelser i forbindelse med generalplanarbeidet i Snillfjord kommune, Sør-Trøndelag. 24 s. utgått
 3 Moen, A. & T. Klokk. Botaniske verneverdier i Tydal kommune, Sør-Trøndelag. 15 s. utgått
 4 Baadsvik, K. Registreringer av verneverdig strandengvegetasjon langs Trondheimsfjorden sommeren 1973. 65 s. kr 40,-
 5 Moen, B.F. Undersøkelser av botaniske verneverdier i Rennebu kommune, Sør-Trøndelag. 52 s. utgått
 6 Sivertsen, S. Botanisk befarings i Åbjøravassdraget 1972. 20 s. utgått
 7 Baadsvik, K. Verneverdig strandbergvegetasjon langs Trondheimsfjorden - foreløpig rapport. 19 s. kr 20,-
 8 Flatberg, K. I. & B. Sæther. Botanisk verneverdige områder i Trondheimsregionen. 51 s. utgått
- 1975 1 Flatberg, K. I. Botanisk verneverdige områder i Rissa kommune, Sør-Trøndelag. 45 s. utgått
 2 Bretten, S. Botaniske undersøkelser i forbindelse med generalplanarbeidet i Åfjord kommune, Sør-Trøndelag. 51 s. kr 40,-
 3 Moen, A. Myrundersøkelser i Rogaland. Rapport i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 127 s. kr 40,-
 4 Hafsten, U. & T. Solem. Naturhistoriske undersøkelser i Forradalsområdet - et suboceanisk, høytliggende myrområde i Nord-Trøndelag. 46 s. kr 20,-
 5 Moen, A. & B. F. Moen. Vegetasjonskart som hjelpemiddel i arealplanleggingen på Nerskogen, Sør-Trøndelag. 168 s., 1 pl. kr 60,-
- 1976 1 Aune, E. I. Botaniske undersøkingar i samband med generalplanarbeidet i Hemne kommune, Sør-Trøndelag. 76 s. kr 40,-
 2 Moen, A. Botaniske undersøkelser på Kvikne i Hedmark, med vegetasjonskart over Innerdalen. 100 s., 1 pl. utgått
 3 Flatberg, K. I. Klassifisering av flora og vegetasjon i ferskvann og sump. 39 s. kr 20,-
 4 Kjelvik, L. Botaniske undersøkelser i Snåsa kommune, Nord-Trøndelag. 55 s. kr 40,-
 5 Hagen, M. Botaniske undersøkelser i Grøvuområdet i Sunndal kommune, Møre og Romsdal. 57 s. kr 40,-
 6 Sivertsen, S. & Å. Erlandsen. Foreløpig liste over Basidiomycetes i Rana, Nordland. 15 s. kr 20,-
 7 Hagen, M. & J. Holtén. Undersøkelser av flora og vegetasjon i et subalpint område, Rauma kommune, Møre og Romsdal. 82 s. kr 40,-
 8 Flatberg, K. I. Myrundersøkelser i Sogn og Fjordane og Hordaland i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 112 s. kr 40,-
 9 Moen, A., L. Kjelvik, S. Bretten, S. Sivertsen & B. Sæther. Vegetasjon og flora i Øvre Forradalsområdet i Nord-Trøndelag, med vegetasjonskart. 135 s., 2 pl. kr 60,-
- 1977 1 Aune, E. I. & O. Kjærem. Botaniske undersøkingar ved Vefnsavassdraget, med vegetasjonskart. 138 s. 4 pl. kr 60,-
 2 Sivertsen, I. Botaniske undersøkelser i Tydal kommune, Sør-Trøndelag. 49 s. kr 20,-
 3 Aune, E. I. & O. Kjærem. Vegetasjon i planlagte magasin i Bjøllådalen og Stormdalen, med vegetasjonskart i 1:10 000, Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk delrapport nr. 1. 65 s., 2 pl. kr 60,-
 4 Baadsvik, K. & J. Suul (red.). Biologiske registreringer og verneinteresser i Litlvatnet, Agdenes kommune i Sør-Trøndelag. 55 s. kr 40,-
 5 Aune, E. I. & O. Kjærem. Vegetasjonen i Saltfjellområdet, med vegetasjonskart Bjøllådal 2028 II i 1:50 000. Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk delrapport nr. 2. 75 s., 1 pl. kr 60,-
 6 Moen, J. & A. Moen. Flora og vegetasjon i Tromsdalen i Verdal og Levanger, Nord-Trøndelag, med vegetasjonskart. 94 s., 1 pl. kr 60,-
 7 Frisvoll, A. A. Undersøkelser av mosefloraen i Tromsdalen i Verdal og Levanger, Nord-Trøndelag, med hovedvekt på kalkmosefloraen. 37 s. kr 20,-
 8 Aune, E. I., O. Kjærem & J. I. Koksvik. Botaniske og ferskvassbiologiske undersøkingar ved og i midtre Rismålsvatnet, Rødøy kommune, Nordland. 17 s. kr 20,-

- 1978 1 Elven, R. Vegetasjonen ved Flatisen og Østerdalsisen, Rana, Nordland, med vegetasjonskart over Vesterdalen i 1:15 000. Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk delrapport nr. 3. 83 s., 1 pl. kr 60,-
- 2 Elven, R. Botaniske undersøkelser i Rien-Hyllingen-området, Røros, Sør-Trøndelag. 53 s. kr 40,-
- 3 Aune, E. I. & O. Kjærem. Vegetasjonsundersøkingar i samband med planene for Saltdal-, Beiarn-, Stor-Glomfjord- og Melfjordutbygginga. Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk delrapport nr. 4. 49 s. kr 20,-
- 4 Holten, J. I. Verneverdige edellaauvskoger i Trøndelag. 199 s. kr 40,-
- 5 Aune, E. I. & O. Kjærem. Floraen i Saltfjellet/Svartisen-området. Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk delrapport nr. 5. 86 s. kr 40,-
- 6 Aune, E. I. & O. Kjærem. Botaniske registreringar og vurderingar. Saltfjellet/Svartisen-prosjektet. Botanisk sluttrapport. 78 s., 4 pl. kr 60,-
- 7 Frisvoll, A. A. Mosefloraen i området Borrsåsen-Barøya-Nedre Tynes ved Levanger. 82 s. kr 40,-
- 8 Aune, E. I. Vegetasjonen i Vassfaret, Buskerud/Oppland med vegetasjonskart 1:10 000. 67 s., 6 pl. kr 60,-
- 1979 1 Moen, B. F. Flora og vegetasjon i området Borrsåsen-Barøya-Kattangen. 71 s., 1 pl. kr 40,-
- 2 Gjærevoll, O. Oversikt over flora og vegetasjon i Oppdal kommune, Sør-Trøndelag. 44 s. kr 20,-
- 3 Torbergesen, E. M. Myrundersøkelser i Oppland i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 68 s. kr 40,-
- 4 Moen, A. & M. Selnes. Botaniske undersøkelser på Nord-Fosen, med vegetasjonkart. 96 s., 1 pl. kr 60,-
- 5 Kofoed, J. -E. Myrundersøkingar i Hordaland i samband med den norske myrreservatplanen. Supplerande undersøkingar. 51 s. kr 40,-
- 6 Elven, R. Botaniske verneverdier i Røros, Sør-Trøndelag. 158 s., 1 pl. kr 60,-
- 7 Holten, J. I. Botaniske undersøkelser i øvre Sunndalen, Grødalen, Lindalen og nærliggende fjellstrøk. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 1. 32 s. kr 20,-
- 1980 1 Aune, E. I., S. Aa. Hatlelid & O. Kjærem. Botaniske undersøkingar i Kobbelv- og Hellemo-området, Nordland med vegetasjonskart i 1:10 000. 122 s., 1 pl. kr 60,-
- 2 Gjærevoll, O. Oversikt over flora og vegetasjon i Trollheimen. 42 s. kr 20,-
- 3 Torbergesen, E. M. Myrundersøkelser i Buskerud i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 104 s. kr 40,-
- 4 Aune, E. I., S. Aa. Hatlelid & O. Kjærem. Botaniske undersøkingar i Eiterådalen, Vefsn og Krutvatnet, Hattfjelldal. 58 s., 1 pl. kr 60,-
- 5 Baadsvik, K., T. Klokk & O. I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll, 16. - 18.3 1980. 279 s. kr 60,-
- 6 Aune, E. I. & J. I. Holten. Flora og vegetasjon i vestre Grødalen, Sunndal kommune, Møre og Romsdal. 40 s., 1 pl. kr 60,-
- 7 Sæther, B., T. Klokk & H. Taagvold. Flora og vegetasjon i Gaulas nedbørfelt, Sør-Trøndelag og Hedmark. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 2. 154 s., 3 pl. kr 60,-
- 1981 1 Moen, A. Oppdragsforskning og vegetasjonskartlegging ved Botanisk avdeling, DKNVS, Museet. 49 s. kr 20,-
- 2 Sæther, B. Flora og vegetasjon i Nesåas nedbørfelt, Nord-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 3. 39 s. kr 20,-
- 3 Moen, A. & L. Kjelvik. Botaniske undersøkelser i Garbergselva/Rotla-området i Selbu, Sør-Trøndelag, med vegetasjonskart. 106 s., 2 pl. kr 60,-
- 4 Kofoed, J. -E. Forsøk med kalibrering av ledningsevne målere. 14 s. kr 20,-
- 5 Baadsvik, K., T. Klokk & O. I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 15.-17.3.1981. 261 s. kr 60,-
- 6 Sæther, B., S. Bretten, M. Hagen, H. Taagvold & L. E. Vold. Flora og vegetasjon i Drivas nedbørfelt, Møre og Romsdal, Oppland og Sør-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 4. 127 s. kr 40,-
- 7 Moen, A. & A. Pedersen. Myrundersøkelser i Agder-fylkene og Rogaland i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 252 s. kr 60,-
- 8 Iversen, S. T. Botaniske undersøkelser i forbindelse med generalplanarbeidet i Frøya kommune, Sør-Trøndelag. 63 s. kr 40,-
- 9 Sæther, B., J. -E. Kofoed & T. Øiaas. Flora og vegetasjon i Ognas og Skjækraas nedbørfelt, Nord-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 5. 67 s. kr 20,-

- 10 Wold, L. E. Flora og vegetasjon i Toås nedbørfelt, Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 6. 58 s. kr 40,-
- 11 Baadsvik, K. Flora og vegetasjon i Leksvik kommune, Nord-Trøndelag. 89 s. kr 40,-
- 1982 1 Selnes, M. og B. Sæther. Flora og vegetasjon i Sørlivassdraget, Nord-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 7. 95 s. kr 40,-
- 2 Nettelbladt, M. Flora og vegetasjon i Lomsdalsvassdraget, Helgeland i Nordland. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 8. 60 s. kr 40,-
- 3 Sæther, B. Flora og vegetasjon i Istras nedbørfelt, Møre og Romsdal. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 9. 19 s. kr 20,-
- 4 Sæther, B. Flora og vegetasjon i Snåsavatnet, Nord-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 10. 31 s. kr 20,-
- 5 Sæther, B. & A. Jakobsen. Flora og vegetasjon i Stjørdalselvas og Verdalselvas nedbørfelt, Nord-Trøndelag. Botaniske undersøkelser i 10-årsverna vassdrag. Delrapport 11. 59 s. kr 40,-
- 6 Kristiansen, J. N. Registrering av edellauvkoger i Nordland. 130 s. kr 40,-
- 7 Holten, J. I. Flora og vegetasjon i Lurudalen, Snåsa kommune, Nord-Trøndelag. 76 s., 2 pl. kr 60,-
- 8 Baadsvik, K. & O. I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 14.-16.3.1982. 259 s. kr 60,-
- 1983 1 Moen, A. og medarbeidere. Myrundersøkelser i Nord-Trøndelag i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 160 s. kr 40,-
- 2 Holten, J. I. Flora- og vegetasjonsundersøkelser i nedbørfeltene for Sanddøla og Luru i Nord-Trøndelag. 148 s. kr 40,-
- 3 Kjærem, O. Fire edellauvskogslokalteter i Nordland. 15 s. kr 20,-
- 4 Moen, A. Myrundersøkelser i Sør-Trøndelag og Hedmark i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 138 s. kr 40,-
- 5 Moen, A. & T. Ø. Olsen. Myrundersøkelser i Sogn og Fjordane i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 37 s. kr 20,-
- 6 Andersen, K. M. Flora og vegetasjon ved Ormsetvatnet i Verran, Nord-Trøndelag. 37 s., 1 pl. kr 60,-
- 7 Baadsvik, K. & O. I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 7.-8.3.1983. 131 s. kr 40,-
- 1984 1 Krovoll, A. Undersøkelser av rik løvskog i Nordland, nordlige del. 40 s. kr 20,-
- 2 Granmo, A. Rike løvskoger på Ofotfjordens nordside. 46 s. kr 20,-
- 3 Andersen, K. M. Flora og vegetasjon i indre Visten, Vevelstad, Nordland. 53 s., 1 pl. kr 60,-
- 4 Holten, J. I. Flora- og vegetasjonsundersøkelser i Raumavassdraget, med vegetasjonskart i M 1:50 000 og 1:150 000. 141 s., 2 pl. kr 60,-
- 5 Moen, A. Myrundersøkelser i Møre og Romsdal i forbindelse med den norske myrreservatplanen. 86 s. kr 40,-
- 6 Andersen, K. M. Vegetasjon og flora i øvre Stjørdalsvassdraget, Meråker, Nord-Trøndelag. 83 s., 2 pl. kr 60,-
- 7 Baadsvik, K. & O. I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 18.-20.3.1984. 107 s. kr 40,-
- 1985 1 Singaas, S. & A. Moen. Regionale studier og vern av myr i Sogn og Fjordane. 74 s. kr 40,-
- 2 Bretten, S. & A. Moen (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1985. 139 s. kr 40,-
- 1986 1 Singaas, S. Flora og vegetasjon i Ormsetområdet i Verran, Nord-Trøndelag. Supplerende undersøkelser. 25 s. kr 20,-
- 2 Bretten, S. & O. I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1986. 132 s. kr 40,-
- 1987 1 Bretten, S. & O. I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1987. 63 s. kr 40,-
- 1988 1 Bretten, S. & O. I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1988. 133 s. kr 40,-
- 1989 1 Wilmann, B. & A. Baudouin. EDB-basert framstilling av botaniske utbredelseskart. 21 s. + 10 kart. kr 20,-
- 2 Bretten, S. & O. I. Rønning (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1989. 136 s. kr 40,-
- 1990 1 Singaas, S. Botaniske undersøkelser i vassdrag i Trøndelag for Verneplan IV. 101 s. kr 40,-

- 1991 1 Singsaas, S. Konesjonspålagte botaniske undersøkelser i reguleringssonen ved Storglomfjordutbygginga, Meløy, Nordland. 35 s. kr 20,-
- 2 Bretten, S. & A. Krovoll (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvold 1990 og 1991. 168 s. kr 40,-
- 1992 1 Bretten, S. & A. Krovoll (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvold 1992. 100 s. kr 40,-
- 1993 1 Arnesen, T., A. Moen & D.-I. Øien. Sølendet naturreservat. Oversyn over aktiviteteten i 1992 og sammendrag for DN-prosjektet "Sølendet". 62 s. kr 40,-
- 2 Krovoll, A. & A. Moen (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1993. 76 s. kr 40,-
- 1994 1 Moen, A. & R. Binns (eds.). Regional variation and conservation of mire ecosystems. Summary of papers. 61 s. kr 40,-
- 2 Moen, A. & S. Singsaas. Excursion guide for the 6th IMCG field symposium in Norway 1994. 159 s. kr 100,-
- 3 Flatberg, K. I. Norwegian Sphagna. A field colour guide. 42 s. 54 pl. utgått
- 4 Aune, E. I. & A. Moen. (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1994. 50 s. kr 40,-
- 5 Arnesen, T. Vegetasjonsendringer i tilknytning til tråkk og tilrettelegging av natursti i Sølendet naturreservat. 49 s. kr 40,-
- 1995 1 Singsaas, S. Botaniske undersøkelser for konesjonssøknad i forbindelse med planer om overføring av Nesåa, Nord-Trøndelag. 56 s. kr 40,-
- 2 Holien, H. & T. Prestø. Kartlegging av nøkkelbiotoper for trua og sårbare lav og moser i kystgranskog langs Arnevik-vassdraget, Åfjord kommune, Sør-Trøndelag. 32 s. kr 20,-
- 3 Aune, E. I. & A. Krovoll (red.). Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1995. 81 s. kr 40,-
- 4 Singsaas, S. Botaniske undersøkelser med skisse til skjøtselsplan for Garbergmyra naturreservat, Meldal, Sør-Trøndelag. 31 s. kr 20,-
- 5 Prestø, T. & H. Holien. Floraundersøkelser i Øggdalen, Holtålen kommune, Sør-Trøndelag - grenser for framtidig landskapsvernområde og konsekvenser for skogsdrift. 24 s. kr 20,-
- 6 Mathiassen, G. & A. Granmo. The 11th Nordic mycological Congress in Skibotn, North Norway 1992. 77 s. kr 100,-
- 7 Holien, H. & T. Prestø. Inventering av lav- og mosefloraen ved Henfallet, Tydal kommune, Sør-Trøndelag, 26 s. kr 20,-
- 8 Holien, H. & S. Sivertsen. Botaniske registreringer i Storbekken, Lierne kommune, Nord-Trøndelag, 24 s. kr 20,-
- 1996 1 Sagmo Solli, I.M., Flatberg, K.I., Söderström, L., Bakken, S. & B. Pedersen. Blanksigd og luftforurensninger - fertilitetsstudier, 14 s. kr 20,-

