

13
/ 00



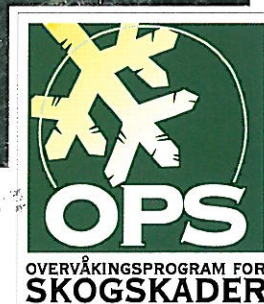
Rapport

fra skogforskningen

Norsk institutt for skogforskning, Høgskolevn. 12, 1432 Ås
Institutt for skogfag, NLH, Postboks 5044, 1432 Ås

Skogskader og skogovervåking i Norge

Årsrapport for Overvåkingsprogram for skogskader 1999



Dan Aamlid, Svein Solberg, Gro Hysten og Kjetil Tørseth

Rapport fra skogforskningen

- ✓ Rapport fra skogforskningen inneholder førstegangs publiserte artikler beregnet på norske og nordiske lesere
- ✓ Tabell- og figurtekster skrives på norsk
- ✓ Sammendrag skrives på norsk
- ✓ Engelske manuskripter eller omfattende arbeider med mye grunn-data kan publiseres i en underserie - *Supplement*.

Norsk institutt for skogforskning (NISK) er utgiver av serien, i et samarbeid med Institutt for skogfag, NLH.

Tilrettelegging av manus for trykking, ajourhold av abonnenter, innkreving av abonnementsavgift, distribusjon av heftene og lagerhold skjer på NISK. Bestilling av abonnement og enkelt-eksemplar av seriene skjer til NISK.

Redaktør for serien er forskningsdirektør Bjørn R. Langerud, NISK

En forfatterinstruks er tatt inn på siste omslagsside.

Layout og sats: Karin Westereng, NISK

ISBN 82-7169-952-0
ISSN 0803-2858

Norsk institutt for skogforskning (NISK)
Høgskoleveien 12,
1432 Ås

Tlf.: 64 94 90 00
Fax: 64 94 29 80
E-post: nisk@nisk.no
Internett: <http://www.nisk.no/>

OVERVÅKINGSPROGRAM FOR SKOGSKADER

Formålet er å klarlegge skadeomfang på norsk skog, vise utviklingstendenser over tid, og å belyse i hvilken grad langtransporterte luftforurensninger fører til skogskader i Norge. Programmet skal foreta kritisk vurdering og utvikling av eksisterende og eventuelt nye metoder for overvåking av endringer i skogens vekst og vitalitet, samt i jordsmonnets egenskaper. Den internasjonale rapporteringen og det internasjonale samarbeidet om skogskadeovervåking som Norge har forpliktet seg til, skal følges opp av programmet.

Det norske "Overvåkingprogram for skogskader" (OPS) ble startet opp i 1984. I dette programmet deltar i dag tre institusjoner, Norsk institutt for skogforskning (NISK), Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) og Norsk institutt for luftforskning (NILU). Representanter fra disse institusjonene, sammen med representanter for Landbruksdepartementet (LD) og Statens Forurensningstilsyn (SFT) sitter i et koordinerende utvalg for Overvåkingprogrammet, som har sekretariatet ved NISK. I tillegg er det etablert en vitenskapelig referansegruppe.

Overvåkingprogrammet går inn som en del av den internasjonale skogovervåkingen som er etablert under FNs økonomiske kommisjon for Europa (ECE). Den felles europeiske instruks er lagt til grunn for den norske virksomheten som er satt inn på flere hovedområder:

1. - **Intensive skogøkologiske studier.** Det er anlagt faste flater i hvert fylke. NISK har ansvaret for alle registreringene av skogøkologisk art, og utfører analyser knyttet til jord, jordvann, bestandsnedbør og vegetasjon. De faste intensive flatene er primært lagt i produktiv blåbærgranskog. Flatene er subjektivt valgt, og en rekke forutsetninger er lagt til grunn for flatevalget.
2. - **Måling av forurensninger i skog.** NILU står ansvarlig for målinger av kvaliteten på luft og nedbør i tilknytning til de faste flatene. Selv om det ikke er fullt måleprogram på alle stasjoner har NILU andre stasjoner rundt om i landet, slik at forurensningsforholdene i Norge er godt kartlagt.
3. - **Landsomfattende representative registreringer av skogens tilvekst og vitalitet.** NIJOS er ansvarlig for gjennomføringen av årlige systematiske takseringer av skogen i Norge. Flater er lagt i barskog i forband 9x9 km, og i bjørkeskog i forband 18x18 km.
4. - **Skogoppsynets overvåkingsflater.** Disse er anlagt for supplerende klarlegging av tidstrender. Skogbruksstaten i fylkene står ansvarlig for registreringene, mens NISK har ansvaret for planlegging, opplæring, analyse og rapportering av resultatene. Flatene er subjektivt valgt ut i representative skogbestand innen hvert skogbrukssjefdistrikt, og trærne vurderes hver høst.

Informasjon om Overvåkingprogrammet finnes på
WWW.NISK.NO/OPS

Forsiden: Trulldalen
Foto: Dan Aasmund

Skogskader og skogovervåking i Norge
Årsrapport for Overvåkingsprogram for skogskader 1999

*(Forest damage and forest monitoring in Norway - Annual report of
The Norwegian Monitoring Programme for Forest Damage 1999)*

*Dan Aamlid, NISK
Svein Solberg, NISK
Gro Høyen, NIJOS
Kjetil Tørseth, NILU*



Sammendrag

Overvåkingsprogram for skogskader (OPS) har vært i drift siden 1986. Formålet har vært å overvåke skogtilstanden i forhold til luftforurensninger. Registreringer blir utført i to landsdekkende flatenett og et nett av intensive overvåkingsflater.

Skogens tilstand, basert på vurderinger av trekroner har i mange år vært nedadgående (reduisert kronetetthet og flere misfargete trær), særlig for granskogen. Denne tendensen kan imidlertid være i ferd med å snu. Resultatene for de to siste årene har vist en liten forbedring. På landsbasis er det ikke registrert unormal avdøing av trær.

Resultater fra skogøkologiske undersøkelser på intensivflater, som er representative for mye av skogen rundt om i Norge, viser at skogøkosystemet er stabilt og har en rimelig god status.

Skogens helsetilstand avhenger i stor grad av jordsmonn, trealder, klima, skadegjørere og andre naturlige stressfaktorer. Når trær skranter skyldes dette ofte et samspill mellom alder, klima, voksestedsbetingelser og sykdommer. Tilførsler av luftforurensninger vil komme i tillegg til, og i samspill med disse forholdene. Bidraget fra forurensningene er vanskelig å fastslå fordi denne påvirkningen oftest er svært liten i forhold til de andre forholdene. Men dette betyr ikke at luftforurensningenes mulige predisponerende betydning må utelukkes. I fremtiden vil trolig eventuelle utslag av et endret klima spille en større rolle.

Nøkkelord: Skogskader, skogovervåking, forurensning

Key words: Forest damage, Forest monitoring, Air pollution

Innhold

1. Innledning.....	3
2. Materiale og metoder	4
3. Resultater	6
3.1 Kronetilstand	6
3.2 Tilførsel av forurensninger i skog	8
3.3 Kjemisk innhold i nåler	9
3.4 Kjemisk innhold i jord	9
3.5 Kjemisk innhold i jordvann	10
3.6 Strøfall	10
3.7 Vegetasjon	10
4. Diskusjon	11
5. Konklusjon	13
6. Forest damage condition in Norway. Status 1999	13
7. Etterord	14
8. Litteratur	14

1 Innledning

Trær og annen vegetasjon (busker, lyng, urter, moser og lav) er utsatt for en rekke påvirkninger. Noen av disse fører til skader og sykdommer. Når påvirkningene gir kjente og spesifikke symptomer er det mulig å finne årsakssammenhengen. Eksempler på dette er skader forårsaket av frost, tørke, angrep av sopp, dyr eller insekter. Noen luftforurensninger i tilstrekkelig høye konsentrasjoner kan også gi spesifikke symptomer (røykskader forårsaket av fluorider eller svoveldioksid), mens lavere konsentrasjoner av luftforurensninger gir lite spesifikke symptomer. De forholdene som påvirker skogens helsetilstand kan derfor ytre seg på mange forskjellige vis.

Naturen i Norge utsettes for forurensninger fra atmosfæren. Utslippene av forurensninger er både naturlige og skapt av mennesker (antropogene). De menneskeskaptene utslippene har stort sett økt i takt med den industrielle aktiviteten i Europa, og er i hovedsak forårsaket av forbrenning av fossilt brensel og ulike industriprosesser. Dette har medført forhøyede tilførsler av svovel, nitrogen og tungmetaller til atmosfæren. I tillegg forekommer det enkelte episoder med høye konsentrasjoner av bakkenært ozon. De viktigste forurensningskildene har vært industri i Storbritannia, Tyskland og fra de nordlige delene av de tidligere østblokklandene. Norge bidrar selv i liten grad til luftforurensningene i bakgrunnsområder i Norge. Midt-Norge og Nord-Norge, med unntak av Finnmark, er blant de minst forurensede områdene i Europa.

I Norge er konsentrasjonene av svoveldioksid (SO_2) og nitrogenoksider (NO_x) stort sett for lave til å gi direkte skade på planter, bortsett fra i grenseområdene mellom Norge og Russland, hvor SO_2 har forårsaket skader på trær og annen vegetasjon. De konsentrasjoner av bakkenært ozon som er målt kan muligens ha gitt skader, eller i det minste påvirke plantene negativt. De indirekte virkninger gjennom jordforsuring kan eventuelt utløse aluminium eller andre stoffer som skader rotsystemene eller forårsaker næringsmangel (Abrahamsen et al. 1993), men det er lite trolig eller svært usikkert om slike skader forekommer i Norge (de Wit 2000).

De "nye skogskadene" ble beskrevet tidlig i 1980-årene som diffuse skadesymptomer som ikke kunne henføres til noen bestemt årsak, men de ble satt i sammenheng med luftforurensninger (Schütt et al. 1983). Skogskadeovervåking ble etter hvert satt i gang i de fleste europeiske land for å følge utviklingen av disse skadesymptomene. Retningslinjer for overvåkingsarbeidet ble gitt i forbindelse med etableringen av det europeiske samarbeidsprogrammet under Langtransportkonvensjonen: *International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests)*, som er etablert under FN's økonomiske kommisjon for Europa (ECE).

Formålet med denne rapporten er å gi en samlet fremstilling av resultatene av skogskadeovervåkingen i Norge frem til og med 1999.

2 Materiale og metoder

Overvåkingsprogram for skogskader (OPS) ble etablert i 1985 og kom i drift i 1986 (Fig. 1). Det inngår som en del av den internasjonale skogskadeovervåkingen. En felles europeisk instruks er lagt til grunn for virksomheten (Manual 1986, 1989, 1994, 1998). Til registrering av skogens generelle sunnhet benyttes hovedsakelig kriteriene kronetetthet og kronefarge. I tillegg registreres mange andre forhold som mål på skogens sunnhet, deriblant trærnes tilvekst.

Registreringen av kronetetthet og kronefarge utføres ved visuell bedømmelse av trærne. Dette er en relativ enkel og billig måte å registrere skogens sunnhetstilstand på. Ulempen er at resultatet er gitt av summen av alle de påvirkninger som den undersøkte skogen har vært utsatt for over kortere eller lengre tid. Dess flere årsaksforhold som kan klarlegges (naturlige som menneskeskapte), dess sikrere bør man kunne skille ut betydningen av de resterende årsaksforhold, heri inkludert virkningen av luftforurensningene. Det er derfor viktig med en videst mulig klarlegging av effekten av alle disse påvirkningene på skogøkosystemet.

De første landsdekkende registreringer av kronetetthet ble utført av Landskogstakseringen i 1984. Fra 1989 har Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) hatt ansvaret for å gi en årlig tilstandsrapport av vitaliteten til gran og furu. Det metodiske opplegget har ikke blitt vesentlig endret i perioden, men vitalitetsregistreringer av bjørkeskog kom med i 1992. Registreringene i barskog utføres på trær i faste observasjonsflater som er lagt ut i et 9x9 km forband. I bjørkeskog er forbandet for flatene 18x18 km (Fig. 2). I tillegg har skogoppsynet siden 1988 utført registreringer på et stort antall flater (Fig. 2). Disse flatene er spesifikt valgt ut i skog med forskjellig alder (hogstklasse III, IV, V og ekstrem skog). Norsk institutt for skogforskning (NISK) har etablert og driver intensivovervåking på 17 flater, etablert i perioden 1986–1989 (Fig. 2). I tillegg til vitalitetsregistreringer på trærne utføres det på disse flatene mange andre analyser knyttet til skogøkosystemet. Norsk institutt for luftforskning (NILU) måler kvaliteten på luft og nedbør i tilknytning til overvåkingsflatene. Hensikten med registreringene er å beskrive årlige variasjoner og eventuelle forandringer i skogøkosystemet. Det er ikke foretatt vesentlige endringer av forsøksopplegget siden oppstarten. Den norske skogens sunnhetstilstand er dermed rimelig bra dokumentert gjennom disse oppleggene, som til sammen hvert år registrerer mer enn 50000 trær på mer enn 1700 flater (Tabell 1, Fig. 2). Nærmere beskrivelse av det norske skogovervåkingsprogrammet og de metoder som benyttes finnes i Aamlid et al. (1991), Horntvedt et al. (1992) og Venn et al. (1993, 1995).

Tabell 1. Antall trær i de tre ulike nett av observasjonsflater (*Number of trees in the different observation systems*)

	Landsrepresentativ	Skogoppsynet	Intensive flater
Gran	3875	33827	2452
Furu	2879	2574	343
Bjork	1798		58

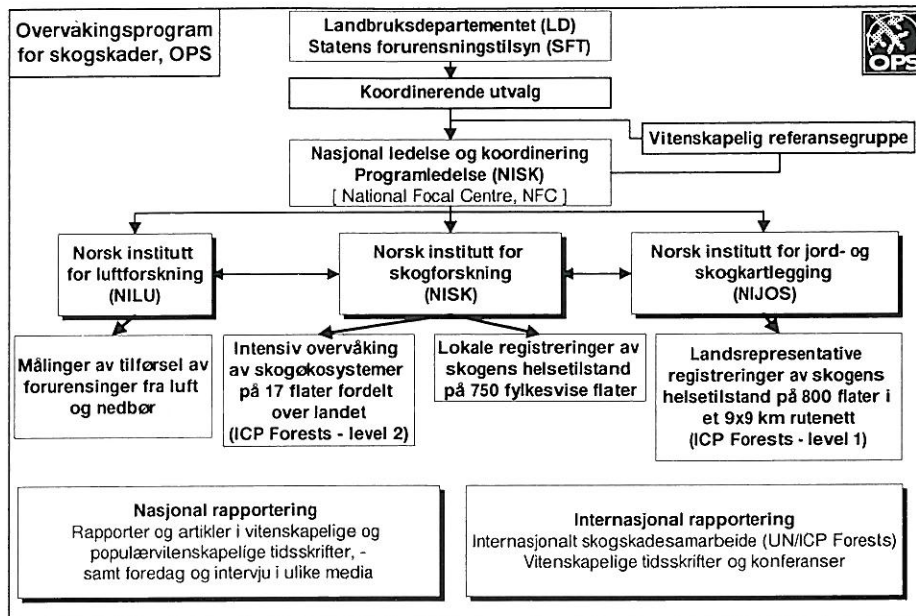


Fig. 1 Organiseringsen av Overvåkingsprogram for skogskader (OPS) (*The structure of the Norwegian Monitoring Programme for Forest Damage (OPS)*).

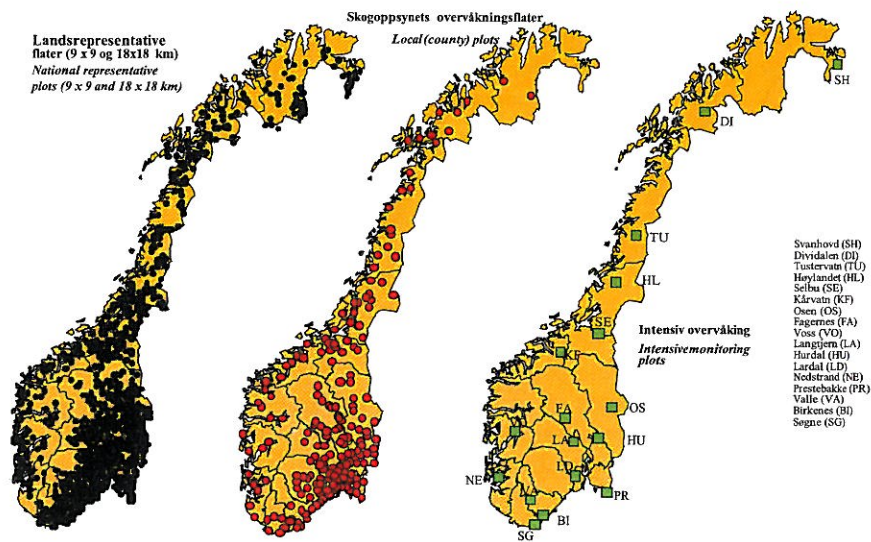


Fig. 2. Skogovervåkingsflatene i Norge (*The plots for monitoring forest damage in Norway*)

3 Resultater

3.1. Kronetilstand

I 1999 var andelen av bartrær med fulltette kroner (kronetetthet > 90%) 40,1%. Andelen av bartrærne som hadde svakt reduserte kroner var 35,6% mens de resterende trærne hadde moderat til sterkt reduserte kroner. Andelen bjørk med fulltette kroner var 14,5% mens 40,8% var svakt utglisnet. I perioden 1989-1997 var det en jevn nedgang i kronetetthet for grantrær på de landsrepresentative flatene, men fra og med 1998 har kronetettheten økt igjen. Kronetetthet for gran økte med 1,4 prosentpoeng fra 1997 til 1998, og med 1,2 prosentpoeng fra 1998-1999. Gjennomsnittlig kronetetthet for gran er nå 80,6%. (Tabell 2). Forbedringen i kronetetthet for gran ser ut til å omfatte enkelte spredte områder i Sør- og Midt-Norge. Årsakene til den positive endringen i kronetetthet for gran er ikke klarlagt. For furu har det også vært en forbedring i kronetetthet på 0,5 prosentpoeng fra 1997 til 1998, og 1,1 prosentpoeng fra 1998 til 1999. Gjennomsnittlig kronetetthet er nå 82,4%. For bjørk har det derimot blitt registrert reduksjon på til sammen 0,5 prosentpoeng (74,0%) de to siste årene.

Registreringene på flater i regi av skogoppsynet (Groeggen 1999) har vist en jevn nedgang i kronetetthet for gran i perioden 1988-1999 (Tabell 3).

På de intensivt overvåkte flatene ble det samlet sett registrert en økning i kronetetthet siste året, for første gang siden opprettelsen i 1986.

I 1999 var 19,2% av trærne på Level 1 registrert som misfarget mot 23,5% i 1998. Generelt har andelen av grantrær med misfarging økt i perioden 1989-1999, men det har vært variasjoner fra år til år. Det er spesielt de eldre trærne som har vært misfarget. (Fig. 3).

På skogoppsynets flater (fylkesvise flater) har kronefarge variert fra år til år. Fra 1998 til 1999 var det en økning i andelen grantrær registrert med misfarging i Sørøst-Norge og i Nord-Norge. Samlet økte andelen grønne trær (<10% misfarging) økte med 1,9 prosentpoeng. På de intensive flatene var det betydelig færre trær med misfarging i 1999 enn året før.

Det var i 1999 betydelige angrep av granrustsopp (*Chrysomyxa abietis*) også i Sør-Norge, og det er trolig en viktig årsak til den økte omfang av gulfarging her. Når det ikke var tilsvarende økning i gulfarging på de intensive flatene, kan det skyldes at det er få flater og at granrustsoppen tilfeldigvis hadde lite angrep på dem. I tillegg kommer at de intensive flatene er gjennomgående eldre skog som er høyt oppkvikstet, og angrep av granrustsopp kommer ikke så ofte opp i den øvre del av krona som bedømmes.

I enkelte områder i fjellbjørkeskogen i Sør-Norge var det store angrep av bjørkemåler. Konglemengden på gran var stor over hele landet i 1999. Registreringen viste at 0,2% av trærne var døde siden i fjor. Det er små variasjoner for furu og bjørk. Dette anses som normalt og samsvarer med tidligere år.

Tabel 2. Gjennomsnittlig kronetthet (%) på de landsrepresentative flatene for gran, furu og bjørk i perioden 1989-1998 (Mean crown density (%) at the Level 1 plots 1989-1999)

År	Gran (<i>Picea abies</i>) 9x9 km	Furu (<i>Pinus sylvestris</i>) 9x9 km	Bjørk (<i>Betula pubescens/pendula</i>) 18x18 km
1989	85,0	85,6	-
1990	84,8	86,0	-
1991	82,6	86,1	-
1992	81,8	83,3	73,8
1993	81,9	83,6	72,8
1994	81,1	83,2	70,6
1995	79,6	83,1	71,5
1996	79,0	82,5	72,7
1997	78,0	80,8	74,5
1998	79,4	81,3	73,8
1999	80,6	82,4	74,0

-: ikke igangsatt

(Data fra Hylén 2000, Se www.nisk.no/ops for oppdaterte data)

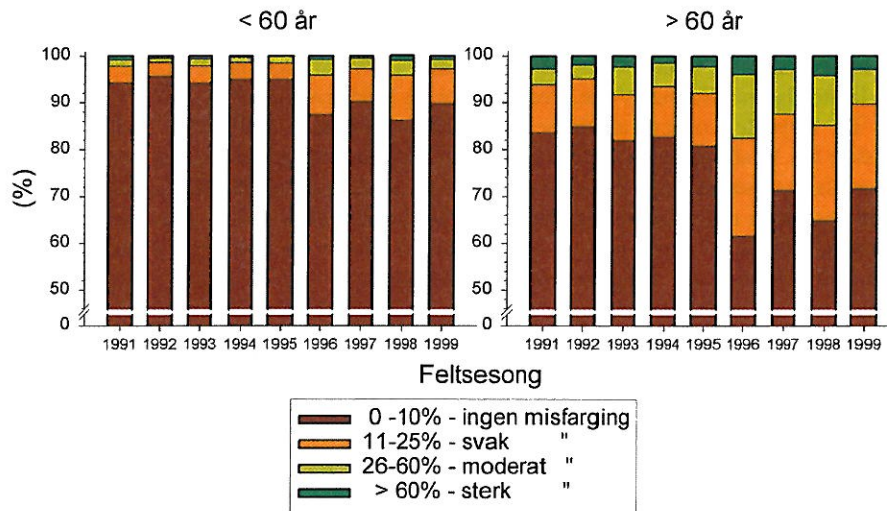


Fig. 3. Prosentvis fordeling av gran, yngre og eldre enn 60 år, i misfargingsklasser per sesong (Percentage distribution of Norway spruce by two classes of age by classes of discoloration per year)

Tabell 3. Gjennomsnittlig kronetetthet (%) på fylkesvise flater (FLF) for gran (*Picea abies*) etter år og hogsklasse/flatetype. (Mean crown density (%) measured on the national (county) plots)

År	Hogsklasse/Flatetype			
	III	IV	V	Ekstrem
1988	93,2	90,4	87,6	79,9
1989	92,2	89,2	86,4	79,6
1990	93,6	88,9	85,5	78,0
1991	93,8	89,2	86,2	78,9
1992	93,5	88,8	85,6	78,4
1993	93,2	87,9	84,4	77,4
1994	92,6	87,7	84,6	76,7
1995	92,3	87,5	84,2	75,8
1996	91,5	86,3	82,5	74,1
1997	91,0	85,8	81,9	74,4
1998	91,1	86,0	82,1	73,8
1999	90,3	85,5	81,3	74,4

(Data fra OPS, se <http://www.nisk.no/skogovervaking/> og www.nisk.no/ops for oppdaterte data)

3.2. Tilførsel av forurensninger i skog

Nedbørtilførselen til de fleste flatene var større i 1999 enn året før. Det medførte større tilførsel av blant annet svovel og nitrogen, for eksempel på fire av de fem sørligste flatene (Søgne, Valle, Prestebakke og Nedstrand).

De høyeste konsentrasjonene av luftforurensninger er målt i områdene nær kysten fra Vest-Agder til Østfold. På grunn av fordelingen av nedbør er imidlertid avsetningene størst langs kysten fra Aust-Agder og vestover til Hordaland. Den mest sure nedbøren er for både frittfallende og bestandsnedbør målt i den sørligste flaten (Søgne, pH 4,3), mens den er minst sur på flater fra midt-Norge til Troms. I grenseområdene mot Russland er konsentrasjonene (og til dels avsetningene) av svovel og tungmetaller store på grunn av industriaktivitet på Kola-halvøya. Minst tilførsel av forurensninger er det på strekningen fra Møre og Romsdal til Vest-Finnmark. Detaljer om langtransportert luftforurensning for 1999 er gitt av Aas et al. (2000).

Beregninger basert på målte konsentrasjoner i luft og avsetningshastigheter for gasser og partikler tyder på en andel av tørravsetninger i størrelsesorden 10-30% av totalavsetningen, unntatt i Finnmark. Dette bekreftes ved OPS' analyser av nedbør i trebestand på de intensive flatene (Solberg et al. 1999). For det enkelte skogbestand kan imidlertid tørravsetningene variere betydelig på grunn av ulike forhold som treslag og skogstruktur, hvor sterk eksponeringen er for vind, frekvens av våte overflater, og om det er andre forurensninger tilstede. Konsentrasjonene av ozon er episodisk høye i den perioden av året da skogen er fysiologisk aktiv, og typisk i høytrykksituasjoner over det nordlige sentral-Europa. Konsentrasjonene av ozon i Norge var imidlertid relativt lave i 1999.

I den perioden som OPS har målt forurensningsbelastningen i skog har det vært en nedgang i tilførselen av sulfat på de mest belastede flatene.

På grunn av tørravsetninger av svovel var svovelnedfallet inne i skog større enn utenfor på mange flater. Den frittfallende nedbøren hadde stort sett noe høyere konsentrasjoner av uorganisk nitrogen enn nedbør inne i bestand (kronedrypp). Derimot var totaldeposisjonen av nitrogen på de fleste flatene høyere i kronedrypp enn i nedbør, på grunn av produksjon av organisk nitrogen i kronen.

3.3. Kjemisk innhold i nåler

Kjemiske analyser av næringskonsentrasjoner i nåler viste at det stort sett var normale forhold, med noe lave nitrogenkonsentrasjoner. Det var også noe lave fosfor-verdier. I løpet av overvåkingsperioden har det vært betydelige variasjoner, slik at ingen trend kan sies å være observert.

Tabell 4. Konsentrasjon av makronæringsstoffer (mg/g tørrstoff) i årets barnåler (1999) på intensive flater (*Concentrations of macronutrients in current needles (mg/g dry weight) in 1999, Level II plots*).

Flate/plot	Ca	Mg	K	N	P	S
SG	3.7	1.4	7.4	13.5	1.4	0.98
BI	2.7	1.4	8.2	13.9	1.6	1.02
PR	2.9	1.2	6.6	13.0	1.7	0.89
VA	4.6	1.2	8.3	12.7	1.4	0.93
NE	3.2	1.2	7.2	12.8	1.2	0.91
LD	4.5	1.3	6.7	13.1	1.5	0.91
HU	4.2	1.2	6.0	11.1	1.3	0.82
LA	3.1	1.2	6.9	9.6	1.2	0.68
VO	3.4	0.9	7.6	11.4	1.4	0.83
FA	5.6	1.1	7.3	11.3	1.5	0.76
OS	6.3	1.0	8.2	10.9	1.9	0.81
KF (furu)	2.5	1.1	6.5	10.0	1.2	0.73
SE	4.1	1.0	7.2	10.0	1.4	0.76
HL	3.2	1.1	8.3	12.0	1.5	0.85
TU	2.5	0.9	8.1	9.9	1.4	0.72
DI	3.8	1.2	8.5	12.3	2.0	0.99
SH (furu)	1.9	1.3	6.2	12.3	1.9	1.26

Flatekoder, se fig. 2 (*Plot codes, See Fig. 2*)

3.4. Kjemisk innhold i jord

Kjemisk analyse av jord fra intensive flater skjer med lange tidsintervall. I 1998 ble det ikke utført slike analyser. Neste prøvetaking søkes utført samtidig i alle deltakerlandene i det internasjonale programmet. Siste foretatte analyse viste at det var svært små endringer i de kjemiske egenskapene for jordsmonnet i de fem første årene etter flateetableringen. (Jensen & Frogner 1994, Jensen 1995).

3.5. Kjemisk innhold i jordvann

Analyser av jordvann har vist at det er betydelige variasjoner i jordvannets kjemiske innhold og sammensetning fra år til år i perioden 1986-1999. Konsentrasjonene av kalsium (Ca), magnesium (Mg) og ikke-marint sulfat (SO₄-S), samt pH, har gått ned på noen av flatene i perioden. De flatene som mottar den sureste nedbøren har også hatt den laveste pH i jordvannet, men en nedgang i pH forekommer også på flater med mye lav tilførsel av sur nedbør. Nedgangen i pH beror sannsynligvis til stor del på andre faktorer enn sur nedbør. Konsentrasjonen av uorganisk nitrogen i jordvann har generelt vært lav på alle flater. Konsentrasjonen av aluminium varierer over tid, men er så lav at toksiske effekter på planterøtter er lite sannsynlig. Et molart konsentrasjonsforhold mellom Ca og Al i jordvann på 1,0 blir ofte brukt som øvre grenseverdi for mulige skader på trerøtter. For de fleste prøvene fra humussjiktet var dette forhold oftest større enn 1,0, mens mange prøver fra mineraljorden hadde lavere verdier. De flatene som ligger nær kysten har som forventet hatt et høyere innhold av sjøsalter (natrium og klorid) enn de flatene som ligger lenger inn i landet.

3.6. Strøfall

Strøfall registreres systematisk på alle de intensive flatene og har variert fra år til år. Det var noe mindre i 1999 enn i 1998. Gjennomsnittlig strøfall i de siste årene har vært ca 240 gram per kvadratmeter per år, hvorav noe over halvparten har vært nåler. Litt over 2/3 i finstrøet har bestått av nåler, hvorav ca 1/4 var grønne da de falt ned.

Nitrogenkonsentrasjonene i finstrøet (nåler, lav og lignende) var i 1999 høyest på de sørligste flatene BI, PR og SG, mens kalsiumkonsentrasjonene var høyest i strø fra Fagernes og Osen, og høyeste magnesiumkonsentrasjoner var høyest i finstrø fra Søgne og Osen.

3.7. Vegetasjon

Gjentatte analyser av markvegetasjonen på de intensive flatene har vist at det har skjedd endringer i bunnvegetasjonen for noen gras- og mosearter på enkelte flater. Forhold som fuktighet (nedbør og tørke), populasjonsbiologi til den enkelte art, samt forurensninger og ikke minst patologiske organismer, virker inn på sammensetningen av vegetasjonen. For eksempel har sopp *Valdensinia heterodoxa* forårsaket stort bladfall hos blåbær på enkelte flater. På flatene som ble analysert på nytt i 1998 og 1999 (Birkenes, Prestebakke og Kårvatn) var smyle (*Deschampsia flexuosa*) den vanligste grasarten og den hadde nedgang i forhold til forrige gangs registrering (på Birkenes hele 65%). Dekningen av de viktige skogmosene etasjemose (*Hylocomium splendens*) og furumose (*Pleurozium schreberi*) hadde derimot økt på Birkenes og Prestebakke. I Kårvatn var det små og lite signifikante endringer i graminid- og mosedekningen i 1999 i forhold til forrige registrering. Nedgangen i dekingen av blåbær har trolig sammenheng med påvirkning fra *V. heterodoxa*. Tross disse endringene ser det ut til at felt- og bunnsjiktet i skog på de intensive flater holder seg forholdsvis stabilt.

4 Diskusjon

Overvåkingen av skogtrær siden 1989 har vist at det har vært en nedgang i kronetetthet i perioden 1989 til 1997, mens etter 1997 har det vært en liten oppgang. Registreringene for bjørkeskog har vist en noe varierende trend. Utviklingen i trærnes kronetetthet kan bare delvis forklares av metodiske feilkilder eller ved at trærne som overvåkes er blitt eldre. De beskrevne endringene er ikke dramatiske.

En gjennomgang av øvrige kriterier viser blant annet at det ikke har vært noen forhøyet dødelighet av trær på landsbasis. De registrerte verdiene ligger på et forventet nivå. Imidlertid kan den reelle påvirkningen på trærne være større enn det registreringene skulle tilsi, siden det er grunn til å anta at det skjer en underestimert av tilstanden (Hornvedt 1993).

De norske resultatene har samsvart med en generell utvikling ellers i Europa, med en generell forbedring av kronetilstanden for bartrær i løpet av de siste årene. I forhold til de andre nordiske landene har Norge noe høyere andel av trær med betydelig utglisning (Fig. 4).

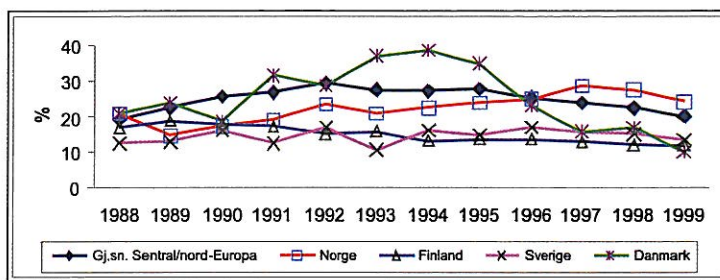


Fig. 4. Andel (%) trær 25 -100 % utglisning i Sentral- og Nord-Europa, Danmark, Finland, Sverige og Norge 1988 - 1999 (Data fra UN/ECE-EC 2000). (Percentage of trees with 25-200% defoliation in Central- and North Europe, Denmark, Finland, Sweden and Norway (Data from UN/ECE-EC 2000)).

Vurdert ut fra andre kriterier, slik som nålekjemi, tyder resultatene så langt på at barnålene har lave verdier for flere elementer. Spesielt er nivåene for nitrogen lave, men også for andre elementer (fosfor) er det målt lave verdier (Solberg et al. 2000).

Aluminiuminnholdet i jordvannet var noe høyere i de sørligste flatene enn i andre flater i landet, men likevel lavt i forhold til områder lenger sør i Europa. Det er antatt at en kritisk grense for rotskader ligger på rundt 8 mg/l. (Göransson & Eldhuset, 1991), men det kan være grunn til å anta at negative effekter inntreffer ved lavere nivåer.

Ca/Al- forholdet er lavt (< 1) for enkelte flater, men den negative betydningen av dette blir likevel liten på grunn av den lave Al-konsentrasjonen. Betydningen av dette kriteriet er dessuten omdiskutert (Løkke et al. 1996, de Wit 2000).

Det er stort sett registrert lave konsentrasjoner av sulfat i jordvannet, og utvasking av basekationer blir tilsvarende lavt. Den regelmessige tilførsel av sjøsalter kan bidra til å forhindre mangel på magnesium i de kystnære skogene. På alle

intensivflatene er det registrert en utvasking av viktige næringsselementer fra kronene. Det faller mindre nitrogen til bakken inne i skogbestand enn utenfor, slik det har vært vanlig i norsk skog. Den lave nitratkonsentrasjonen i jordvannet som er funnet på alle flater, tyder på at tilført nitrogen i liten grad lekker ut fra jordplantesystemet. Dette tyder på at nitrogenet tas opp i barmassen eller holdes tilbake i trekronene av andre grunner, eksempelvis av organismer som lav og alger på greiner og nåler. Det er grunn til å anta at nitrogennedfallet foreløpig har blitt tatt opp og har hatt positiv virkning på skogens tilvekst, men ikke nødvendigvis har vært positiv for økosystemet som helhet. Det er fortsatt uklart om nitrogenopptaket har, eller vil føre til, økt omfang av tradisjonelle skogskader, eksempelvis frostskafer.

De registrerte endringene i vegetasjonen på noen av de intensive flatene kan henge sammen med langsiktige endringer, hvor mange forhold spiller inn. Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger over tid kan spille en rolle. Utviklingen i tresjiktet, og ytre påvirkninger som tørke, insekt- og soppangrep (Aamlid 2000) er sannsynligvis likevel de viktigste faktorene. Slike faktorer er også viktige for de variasjoner som er registrert for strøfall på flatene. Episoder med sterk vind, særlig om høsten, eller tørke gir vanligvis stort strøfall. Strøfallets mengde varierer en del fra år til år. Over tid har det for en del flater vært nokså konstant, men variasjonen fra det ene året til det andre kan være betydelige.

Den generelle nedgangen i trærnes vitalitet som er registret siden 1989, men forbedret de siste årene, skyldes sannsynligvis mest et samspill mellom et ustabil klima, magre voksestedsbetingelser og sykdommer. Høy trealder, soppangrep og marginale vekstbetingelser har naturligvis også stor betydning for trærnes helse-tilstand. Luftforurensningene som særlig har rammet den sørlige del av landet, kan ha svekket trærne slik at de har blitt mer skadet av tørke, frost, insekter eller sopper. I enkelte spesielt forsuringfølsomme områder kan en derfor ikke se bort fra at luftforurensning i samspill med klimatisk og edafisk stress har vært medvirkende til dagens skogtilstand.

De utløsende faktorer for nedsatt vitalitet er imidlertid de barske klimatiske forhold som skogen i Norge befinner seg i, spesielt mot fjellet og mot nord. Sommer-tørke i Sørøst-Norge og sterke stormer langs kysten tidlig på 1990-tallet har dessuten hatt innvirkning. Særlig misfargingen ser ut til å være relatert til tørke. For en del av granskogen i Sør-Norge kan mangel på nitrogen og andre næringsstoffer være en forklaring på misfarging av nåler. I en del områder er det stedvis registrert mye gulfarging av grannåler som en følge av granrust (*Chrysomyxa abietis*).

De registreringene som er blitt foretatt gir ikke nødvendigvis det rette uttrykket for de predisponerende påvirkningene. Det må trolig bestemte utløsende faktorer til for at synlige symptomer skal bli dannet. De virkninger på skogtilstanden som er registret som en følge av spesielle værforhold (hyppig sommertørke og ekstreme vintre), bør føre til økt oppmerksomhet på betydningen av eventuelle klimaendringer i tillegg til forurensninger.

De norske resultatene samsvarer med resultater fra våre naboland og mange land ellers i Europa. Den europeiske skogtilstandsrapporten (UN/ECE-EC 2000) slår fast at selv om det i dag ikke er noe bevis for at luftforurensninger er årsak til den nedgang i skogens helsetilstand som blir rapportert er det fortsatt behov for overvåking, kunnskap og oppmerksomhet omkring temaet. Det blir også viktig fremover og sette fokus på biologisk mangfold og effekter av klima på skog.

5 Konklusjon

Registreringer av trærnes kronetetthet og kronefarge har pågått siden 1988. Fram til 1997 viste disse registreringene at det var en nedgang i kronetetthet og at det ble flere misfargete trær, særlig for granskogen. Denne tendensen har imidlertid snudd. Resultatene for de to siste årene (1998 og 1999) viste en forbedring i forhold til foregående år. I store trekk samsvarer de norske resultatene for kronetilstand med utviklingen ellers i Europa. Det er ikke registrert unormal avdøing av trær på landsbasis. Alle forhold tatt i betraktning synes det derfor rimelig å anta at de undersøkte skogøkosystemene i Norge har en rimelig god status.

Skogens helsetilstand avhenger i stor grad av jordsmonn, trealder, klima, skadegjørere og andre naturlige stressfaktorer. Tilførsler av luftforurensninger vil komme i tillegg til, og i spill med disse forholdene. Nedgangen og variasjon i trærnes kronetilstand som er registret i den tid overvåkingen har pågått skyldes sannsynligvis mest et spill mellom et ustabil klima, magre voksestedsbetingelser og sykdommer. Det må trolig bestemte utløsende forhold til for at synlige ytringer skal bli dannet. Sommertørke kan vise seg å være en slik utløsende faktor under sørnorske forhold. Bidraget fra forurensningene er meget vanskelig å fastslå, men deres betydning kan likevel ikke utelukkes. I fremtiden vil også eventuelle utslag av et endret klima spille en rolle for skogens helsetilstand.

6 Forest damage condition in Norway. Status 1999.

The Norwegian Monitoring Programme for Forest Damage has run since 1995. Its main objective has been to monitor forest condition in relation to air pollution. Surveys of forests are performed on plots in a nation-wide representative grid network (Level 1 in the UN/ECE ICP Forests system), in a network of local county-wise plots, and in a network of intensively monitored plots (Level 2 in the UN/ECE ICP Forests system).

Vitality indicators have shown a declining trend as reported earlier, expressed as reduced crown density and more of discoloured trees, particularly in spruce forests. However, results from last two years have shown a slight improvement in tree crown condition.

Tree mortality in excess of normal is not recorded. Forest condition generally depends upon soil, tree age, climate, pests and diseases, and other natural impact. The observed decreased crown density since 1989 is likely a caused by a harsh climate, poor soil conditions and forest diseases. Air pollution loads, add to and interact with these factors. Most likely initiating factors are needed to produce visual symptoms. Summer drought is possibly such a factor of relevance to Norway. The actual effect of the air pollution component is therefore difficult to estimate; however, its importance is not excluded. In future, possible effects of a changed global climate should also be considered.

Considering these results it is reasonable to presume that most Norwegian forest ecosystems generally are still in a satisfactory condition.

7 Etterord

Årsrapporten er utarbeidet på grunnlag av rapporter fra Overvåkingsprogram for skogskader og på innspill fra dets medarbeidere ved de deltagende institusjonene. Rapportens konklusjoner er basert på data frem til og med 1999. Detaljer fra de ulike delområdene innenfor Overvåkingsprogram for skogskader er dessuten publisert av programmets medarbeidere i egne rapporter.

Programmet er finansiert av Landbruksdepartementet, Miljøverndepartementet/SFT, og ved egeninnsats fra de utførende institusjonene.

Alle som på en eller annen måte har bidratt i overvåkingsarbeidet og rapporteringen av dette takkes med dette for innsatsen.

8 Litteratur

- Abrahamsen, G., Stuanes, A.O. & Tveite, B. 1993. (Ed.) Long-Term Experiments with Acid Rain in Norwegian Forest Ecosystems. Ecological Studies 104. 342 pp.
- de Wit, H. 2000. Solubility controls and phyto-toxicity of aluminium in a mature Norway spruce forest. Doctor Scientarum Thesis 2000:14, Agricultural University of Norway. 37pp + Annex I-VI.
- Göransson, A. & Eldhuset, T.D. 1991. Effects of aluminium on growth and nutrient uptake of small *Picea abies* and *Pinus sylvestris* plants.
- Groeggen, T. 1999. Skogoppsynets overvåkingsflater. Vitalitetsregistreringer 1999. Rapport fra skogforskningen 14/99:1-5.
- Hornthvedt, R. 1993. Crown density of spruce trees related to needle biomass. Forest Ecology and Management 59:225-235.
- Hornthvedt, R., Aamlid, D., Rørå, A. & Joranger, E. 1992. Monitoring programme for forest damage. An overview of the Norwegian programme. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 6: 1-17.
- Hylen, G. 2000. Landsrepresentativ overvåking av skogens vitalitet i Norge 1989-1999: Statistikk. National monitoring of forest vitality in Norway 1989-1999: Statistics. NIJOS-rapport 1/2000. 66 pp.
- Jensen, A. 1995. Jordstatus på intensivt overvåket forskningsflater. Endringer etter 5 år. 1988-1993. Rapp. Skogforsk. 5/95:1-18.
- Jensen, A. & Frogner, T. 1994. Jordstatus på intensivt overvåket forskningsflater. Endringer etter 5 år. 1987-1992. Rapp. Skogforsk. 8/94:1-23.
- Løkke, H., Bak, J., Falkengren-Grerup, U., Finlay, R.D., Ilvesniemi, H., Nygaard, P.H. and Starr, M., 1996. Critical loads of acidic deposition of forest soils: is the current approach adequate? *Ambio* 25 510-516.
- Manual (ICP Forests) 1986. Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Programme Coordinating Centres/UN ECE, Hamburg/Geneva. 96 pp.
- Manual (ICP Forests) 1989. Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Programme Coordinating Centres/UN ECE, Hamburg/Geneva. 90 pp.
- Manual (ICP Forests) 1994. Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Programme Coordinating Centres/UN ECE, Hamburg/Geneva. 177 pp.

- Manual (ICP Forests) 1998. Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Programme Coordinating Centres/UN ECE, Hamburg/Geneva. Part I-VIII.
- Schütt, P.W., Blaschke, H., Lang, K. J., Schuck, H. J. & Summerer, H. 1983. So stirbt der Wald. BLV Verlagsgesellschaft, München. 127 pp.
- Solberg, S., Berg, I. A., Breivik, K., Groeggen, T., Moshau, E., Tørseth, K. & Aamlid, D. 1999. Intensive skogovervåkingsflater. Resultater fra 1998. Aktuelt fra skogforskningen 5/99.
- Solberg, S., Andreassen, K., Clarke, N., Røsberg, I., Tørseth, K., Aamlid, D. & Aas, W. 2000. Intensive skogovervåkingsflater. Resultater fra 1999. Aktuelt fra skogforskningen X/00.
- UN/ECE-EC (United Nations Economic Commission for Europe - European Commission) 2000. Forest condition in Europe. Results of the 1999 crown condition survey. 2000 Technical Report. EC-UN/ECE, Brussels, Geneva. 86pp. + Annexes (I-V).
- Venn, K., Aamlid, D., Sletnes, A.I. & Joranger, E. 1993. Skogskadesituasjonen i Norge. Status 1992. Rapp. Skogforsk 18/93:1-46.
- Venn, K., Aamlid, D., Sletnes, A.I. & Tørseth, A. I. 1995. Skogskadesituasjonen i Norge. Status 1994. Rapp. Skogforsk 23/95:1-19.
- Aamlid, D. 2000. Infections of *Valdensinia heterodoxa* and *Pucciniastrum vaccinii* on bilberry (*Vaccinium myrtillus*). Implications for monitoring ground vegetation. *Forest Pathology* 30 (3):135-139
- Aamlid, D., Solheim, H. & Venn, K. 1991. Skogskader. Veiledning i overvåking av skogskader. Norsk institutt for skogforskning, Ås. 53 pp.
- Aas, W., Tørseth K, Solberg, S., Berg, T. & Manø S 2000. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1999. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 797/00. TA-1725/2000. NILU OR 23/00:1-145.

Oppdatert liste over publikasjoner der data fra OPS er brukt, finnes på Internett
<http://www.nisk.no/ops/Publika.htm>

Kontaktpersoner for OPS

OPS: Program ledelse / NFC Norway
Dan Aamlid
NISK
Tel: 64 94 90 00

OPS: Luft og nedbør
Kjetil Tørseth
NILU
Tel 63 89 80 00

OPS: Landsrepresentativ overvåking
Gro Hysten
NIJOS
Tel 64 94 97 00

OPS: Intensiv økosystem overvåking
Svein Solberg
NISK
Tel 64 94 90 00

OPS: Lokale overvåkingsflater
Svein Solberg
NISK
Tel 64 94 90 00

Se også www.nisk.no/OPS

Rapport fra skogforskningen

Utkommet i 2000:

- 1/00: *Øystein Dale og Morten Nitteberg*: Skogsdrift med snøscooter. Trekkrefter for ulike snøscootere, utstyrsstudier, praktiske metodeforsøk. En delrapport fra prosjektet: Skogbehandling og driftssystemer tilpasset boreal regnskog og verneskog.
- 2/00: *Stein Magnesen*: Vekst og overleving hos sitkagran fra skogfrøplantasjer og plantefelt på Vestlandet.
- 3/00: *Bernt-Håvard Øyen*: Naturlig avgang i gran- og furuskog.
- 4/00: *Helge Braastad og Bjørn Tveite*: Tynning i granbestand. Effekten på tilvekst, dimensjonsfordeling og økonomi.
- 5/00: *Ketil Kohmann*: Voksbehandling av rothalsen på skogplanter som alternativ til insekticider som brukes mot insektgnag etter utplanting.
- 6/00: *Per Otto Flåte og Birger Eikenes*: Osp som byggemateriale.
- 7/00: *Kjell Vadla*: Virkesegenskaper hos fuglekirsebær (*Prunus avium L.*).
- 8/00: *Svein Solberg, Kjell Andreassen, Tone Groeggen*: Tilvekst på skogoppsynets overvåkingsflater 1991-96 (Forest yield on forest officers' monitoring plots 1991-1996 in Norway).
- 9/00: *Jørn Lileng og Øystein Dale*: Aktivitetsnivået i vanskelig terreng – i Norge.
- 10/00: *Hans Nyeggen og Jan-Ole Skage*: Juletrekvaliteter etter kontrollerte krysninger med gran fra Stange frøplantasje.
- 11/00: *Helge Braastad og Bjørn Tveite*: Ungskogpleie i granbestand. Effekten på tilvekst, diameterfordeling, kronhøyde og kvisttykkelse.
- 12/00: *Ingvald Røsberg og Dan Aamlid*: Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann – Årsrapport 1999.

-
- **Supplement 15:** *Svendsrud, A.:* Tabeller for beregning av verdien av skogbestand.
- **Supplement 16:** *Nicholas Clarke and Anne Camilla Bergkvist:* Methods for the fractionation of organic nitrogen in natural waters