

# **Overvåkingsprogram for skogskader**

## **Årsrapport 2004**

*Norwegian monitoring programme for forest damage*  
*Annual report 2004*

Dan Aamlid

Skogforsk

Kjell Andreassen

Skogforsk

Gro Hysten

NIJOS

Wenche Aas

NILU

## Sammendrag

Aamlid, D., Andreassen, K., Hysten, G., & Aas, W. 2005. Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 2004. *Norwegian monitoring programme for forest damage. Annual report 2004*. Rapp Skogforsk. **7/05: 1-22**.

Gjennomsnittlig kronetetthet for landet økte for gran og furu, mens den gikk svakt tilbake for bjørk sammenliknet med året før. Det ble imidlertid observert avtagende kronetetthet for gran på Østlandet.

Utviklingen av kronefarge for gran fulgte stort sett det samme regionale mønsteret som ble observert for kronetetthet, med økende misfarging på Østlandet. I resten av landet var det ingen klare tendenser for gran. Totalt for landet økte andelen gule misfargede bjørketrær, mens andelen gul furu var på samme nivå som året før. Det er de eldste trærne som har mest misfarging.

Avdøingen var i gjennomsnitt omtrent som i tidligere år. For gran var det en liten økning på Østlandet i antall nye døde trær.

Skogens helsetilstand, registrert ved kronetetthet, misfarging og avdøing, påvirkes i stor grad av klimatiske forhold, enten direkte som ved tørke, frost og vind, eller indirekte ved at det påvirker omfanget av soppsykdommer og insektangrep. Det ble registrert få sopp- og insektangrep i løpet av registreringsperioden. I skogovervåkingen med permanente felt vil også økt alder bidra til negative trender over tid. Langtransporterte luftforurensninger kan komme i tillegg til eller virke sammen med klimatiske forhold. I 2004 ble det ikke registrert noe unormalt skadeomfang i skogen.

**Nøkkelord:** Skogens helsetilstand, overvåking, skogskader  
*Key words:* Forest health, monitoring, forest damage

## **Innhold**

<b>Sammendrag</b> .....	2
<b>1. Innledning</b> .....	4
<b>2. Materiale og metoder</b> .....	5
<b>3. Resultater</b> .....	8
3.1 Trærs vitalitet .....	8
3.2 Spesielle skader i 2004 .....	11
3.3 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger .....	11
3.4 Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog .....	14
3.5 Vegetasjon .....	15
<b>4. Diskusjon</b> .....	17
<b>5. Tilstanden i den norske skogen i forhold til andre land i Europa</b> .....	19
<b>6. Konklusjon – skogtilstanden</b> .....	20
<b>Litteratur</b> .....	21

## 1. Innledning

Omkring 1980 var det utbredt bekymring for skader av langtransporterte luftforurensninger på skog. Dahl & Skre (1971) hadde framsatt en hypotese om at tilveksten i skog i Norge på følsomme voksesteder ville bli redusert med 1,5 prosent på grunn av sur nedbørs utvasking av kalsium fra jordsmonnet. Rundt 1980 fikk rapporter om «Skogdøden», eller de «nye skogskadene» i Mellom-Europa mye oppmerksomhet. Det ble hevdet at disse skadene var utbredt og akselererende. De ble beskrevet som en rekke nye symptomer som ikke kunne henføres til noen bestemt årsak, men måtte oppfattes som en sykdom i skogøkosystemet forårsaket av luftforurensninger. I motsetning til denne oppfatningen hadde det norske SNSF-programmet (Sur nedbørs virkning på skog og fisk) vist at skader på skog i Norge forårsaket av sur nedbør var lite sannsynlig, men at man ikke kunne utelukke langtidseffekter, som magnesiummangel på grunn av jordforsuring (Abrahamsen et al. 1993).

I begynnelsen av 1980-tallet satte de fleste europeiske land i gang skogskadeovervåking med hensikt å få en oversikt over skadene og følge utviklingen over tid. Arbeidet ble underlagt FN's konvensjon om langtransporterte, grenseoverskridende luftforurensninger, og ble organisert i programmet ICP-Forests (International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests). I Norge er det Overvåkingsprogram for skogskader (OPS) som på oppdrag av myndighetene utfører skogovervåkingen, som del av det internasjonale samarbeidet i ICP-Forests. OPS ble etablert i 1984/1985 og kom i drift med egne observasjoner fra 1986. Formålet til OPS er å klarlegge skadeomfanget på norsk skog, og vise utviklingstendenser over tid og belyse i hvilken grad langtransporterte luftforurensninger fører til skogskader i Norge. Norsk institutt for skogforskning (Skogforsk) koordinerer og leder arbeidet med skogovervåkingen på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet og Statens forurensningstilsyn (SFT). I tillegg til Skogforsk deltar Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) og Norsk institutt for luftforskning (NILU), samt skogoppsynet hos fylkesmannen og i landets kommuner. Metodene for observasjoner og målinger er koordinert av det europeiske programmet, og registreringsmetodikken er dermed den samme over hele Europa (Tabell 1).

Det er tre aktuelle hovedhypoteser for hvordan skog (i Norge) kan skades av langtransporterte luftforurensninger:

- direkte skader av ozon eller svoveldioksid (i Pasvik) i luft
- indirekte ved aluminiumforgiftning som følge av jordforsuring
- indirekte ved magnesiummangel som følge av jordforsuring

Formålet med denne rapporten er å gi en samlet fremstilling av resultatene fra OPS til og med 2004. For mer detaljert informasjon vises det til rapporter fra de utøvende institutter, se litteraturliste.

## 2. Materiale og metoder

Overvåkingen i OPS omfatter registreringer på tre landsdekkende sett av overvåkingsflater i skog (Fig. 1), samt at OPS inngår i den nasjonale overvåkingen av tilførsler av langtransporterte luftforurensninger. Metodene i skogovervåkingen har fulgt de europeiske anbefalingene som er nedfelt i håndboken; *Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests* (Anon. 1998). Luftforurensningsprogrammet følger EMEP-manualen (EMEP 1996). Enighet og felles bruk av metoder er grunnleggende for internasjonal overvåking, og helt essensielt for å bruke resultater i internasjonal lovgivning.

Grunnleggende registrering på alle observasjonsflater som inngår i programmet, og som er obligatorisk for å delta i det europeiske programmet (ICP-Forests), er observasjoner av «trænes vitalitet» ved visuell kronebedømmelse, det vil si registrering av kronetetthet, kronefarge og skader.

Antall flater i Norge som observasjonene har vært utført på har variert. I de senere år har det vært en reduksjon i antall, slik at nettet av flater er blitt mer glissent, og dessuten med noe lavere prøvetakingshyppighet og færre observasjoner.

**Landsrepresentative flater** (LF) er som navnet sier landsomfattende og inngår i den europeiske overvåkingen, ICP-Forests Level I flater (Hysten & Larsson 2005). LF driftes av Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS). Fra 1989 til 2000 ble kronetilstandsregistreringer utført for alle gran- og furutrær som stod på flater som lå i et  $9 \times 9$  km rutenett i hele landets skogareal. Registreringer i dette nettet ble delvis nedlagt før feltsesongen i 2001. Bjørk som stod på flater i et  $18 \times 18$  km nett ble overvåket fra 1992 til og med 2001. Fra 2002 har den nasjonale overvåkingen av gran-, furu- og bjørkeskog bestått av detaljerte kroneregistreringer for alle trær på et utvalg av flatene i  $9 \times 9$  km nettet. I tillegg kommer registreringer av kronetetthet og kronefargen til prøvetrærne av gran og furu i landsskogtakseringens flatenett ( $3 \times 3$  km). Utvalget av flater er foretatt slik at tidsserier kan presenteres, og gjør det derfor mulig å sammenligne resultater over tid. De første registreringene ble utført av Landskogstakseringen i 1984. Flater i bjørkeskog har vært med siden 1992. Tilvekst registreres periodisk. I 2004 ble 1571 flater og 8831 trær oppsøkt og registrert.

**Skogoppsynets flater** (SF), tidligere kalt *fylkesvise lokale overvåkingsflater* (FLF), er et nasjonalt opplegg som startet i 1988. Registreringene utføres av skogoppsynet ved de kommunale landbrukskontor og Fylkesmannens miljøvernavdelinger, mens Skogforsk har ansvaret for det faglige og for rapporteringen. Det utføres årlig kronebedømmelse, samt tilvekstregistreringer i femårsperioder. Det er i alt ca 600 flater med ca 35000 trær i fire typer produksjonsskog. Flatene er subjektivt utvalgt, i produktive skogbestand, hovedsakelig gran, i fire alders- eller utviklingstrinn; hogstklasse III (yngre produksjonsskog), IV (eldre produksjonsskog), V (gammel skog), samt de såkalte ekstremflater (gammel skog hvor utglisning og misfarging er utbredt).

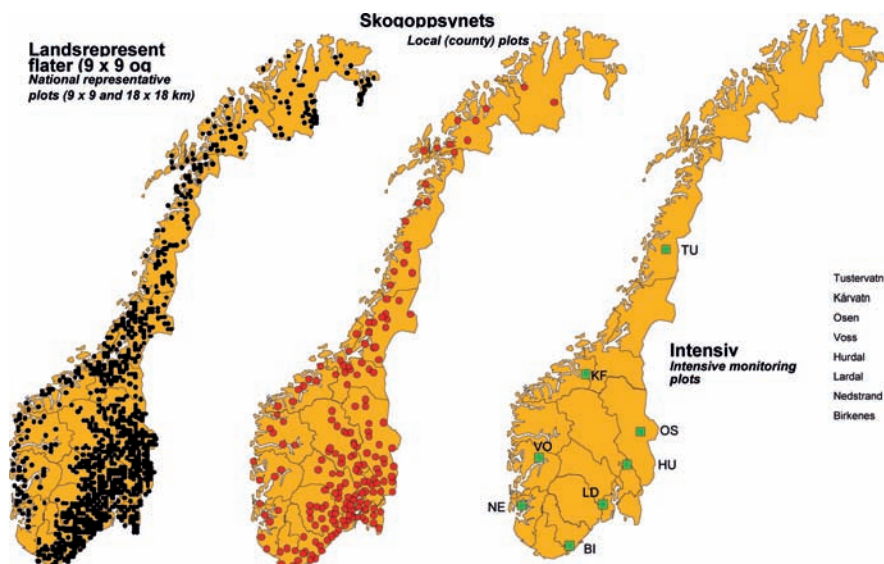
**Intensive flater** (IF), driftes av Skogforsk, og inngår i den europeiske overvåkingen, ICP-Forests Level II flater (Andreassen et al. 2005). Intensiv overvåking (Level II i ICP-Forests programmet) skjer på fast definerte flater på ca 2500 kvadratmeter, i homogen skog. En Level II flate i ICP-Forests programmet kalles intensivt overvåket fordi det på disse flatene inngår et større og mer avansert registrerings- og måleprogram for

å fremskaffe mange ulike typer data for å kunne gi en mer omfattende og detaljert informasjon om skogøkosystemet. Disse dataene er også viktige i det internasjonale samarbeidet der data fra Level II flatene gir grunnlag for vurderinger av skogøkosystemet på europeisk nivå.

Flatene ble etablert i homogen skog i nesten alle fylker i perioden 1986–1989. I 2004 var det 8 flater i drift. Registreringer på disse flatene skal fremskaffe mange ulike typer data for å kunne gi en omfattende og detaljert informasjon om skogøkosystemet. Kronevurdering og jordanalyser er obligatorisk. I tillegg utføres analyser av kjemisk innhold i luft, nedbør, jordvann og barnåler, samt observasjon av skogsvegetasjon. Enkelte registreringer utføres årlig, mens noen målinger foretas med en til to ukers mellomrom. Når disse målingene vurderes sammen kan mulige effekter av luftforurensninger avdekkes. Målinger og observasjoner av strøfall, fenologi og meteorologi inngår også i det europeiske programmet, men for tiden ikke i OPS.

Målinger i det nasjonale overvåkingsprogrammet for forurensningsutvikling i luft og nedbør, atmosfæriske tilførsler, utføres av Norsk institutt for luftforskning (NILU) på et tjuetalls stasjoner i Norge (Aas et al. 2005). OPS inngår i dette, og mange av lokalitetene ligger i nærheten av de intensive overvåkingsflatene.

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), samt på programmets Internettsider: <http://www.skogforsk.no/ops>



Figur 1. De tre settene av overvåkingsflater i 2004; fra venstre landsrepresentative flater, skogoppsynets overvåkingsflater og intensive overvåkingsflater.

Tabell 1. Observasjoner innen OPS i 2004 jevnført med internasjonale anbefalinger

Flatetype	LF – Level I (1536 flater)	IF – Level II (8 flater)	SF (600 flater)	ICP-Forests
Flatestørrelse	250 m <sup>2</sup>	2500 m <sup>2</sup>	Variabel	Level I har fire klustre av 4 trær i et 16 × 16 km nett. Level II: min 2500 m <sup>2</sup> i homogen skog.
Kronetetthet	Alle flater, obs en gang årlig	Alle flater, obs en gang årlig	Alle flater, obs en gang årlig	Alle flater, obs en gang årlig
Kronefarge	Alle flater, obs en gang årlig	Alle flater, obs en gang årlig	Alle flater, obs en gang årlig	Alle flater, obs en gang årlig
Tilvekst	Alle flater, hvert femte år	Alle flater, obs en gang hvert femte år	Alle flater, en gang hvert femte år	Alle Level II, flater. Ikke med på Level I
Jordkjemi	Alle flater, en gang	Alle flater, minst en gang	Alle flater på Sør-Østlandet en gang	Alle flater
Barnålkjemi	45 flater, en gang	Alle flater, annet hvert år	Alle flater på Sør-Østlandet en gang	Alle flater på Level II hvert annet år
Nedbør i skog	*	Alle flater, kontinuerlig.	*	Noen flater (****), kontinuerlig
Jordvann i skog	*	Alle flater, kontinuerlig	*	Noen flater, kontinuerlig
Vegetasjon	*	Alle flater, hvert femte år	*	Alle flater, hvert femte år
Strøfall	*	15 års tidsserie. Avsluttet i 2002	*	Noen flater, valgfri
Meteorologi **	*	**	*	Noen flater, kontinuerlig
Luftkjemi	*	***	*	Noen flater, kontinuerlig
Fenologi **	*	**	*	Noen flater, valgfri
* kun Level II	*** Norge måler luftkjemi i SFT's «sur nedbør program» (NILU).			
** kun delvis på en flate i Norge	**** Med noen flater menes omtrent 10 % av totalt antall Level II flater i landet			

### 3. Resultater

#### 3.1 Trærs vitalitet

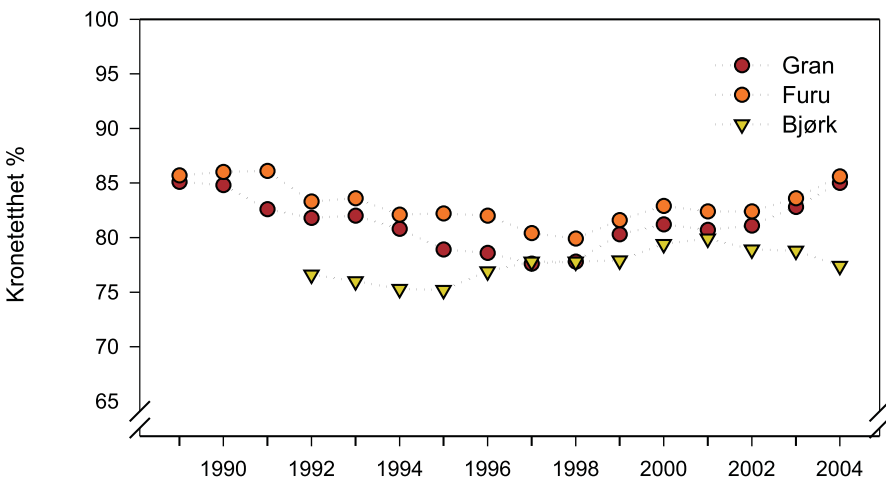
**Resultatene fra skogovervåkingen i Norge i 2004 viser at skogens helsetilstand, landet sett under ett, er lite endret fra foregående år.**

I den landsrepresentative overvåkingen ble 92,6 % av alle oppsøkte trær i 2004 registrert som levende og 0,2 % som døde. 6,6 % av trærne var undertrykte, 0,2 % hadde stambrekke, 0,2 % hadde tørrtopp og 0,3 % var avvirket. Kronetilstandsregistreringer ble utført på alle levende trær som tilfredstilte kravene til overvåkingstrær; 3571 gran-, 2664 furu- og 1941 bjørketrær.

Gjennomsnittlig kronetetthet var for gran 85,0 %, furu 85,6 % og for bjørk 77,4 %. For gran og furu representerte dette en økning på ca 2 prosentpoeng. For bjørk var kronetettheten 1,2 prosentpoeng lavere enn året før. Fra 1989 til 1997 var det en årlig nedgang i kronetetthet for gran og furu. De siste 6 års registreringene viser en økning av kronetettheten for gran og furu, mens den for bjørk har avtatt siden 2001 da den hadde sin høyeste verdi (Fig. 2).

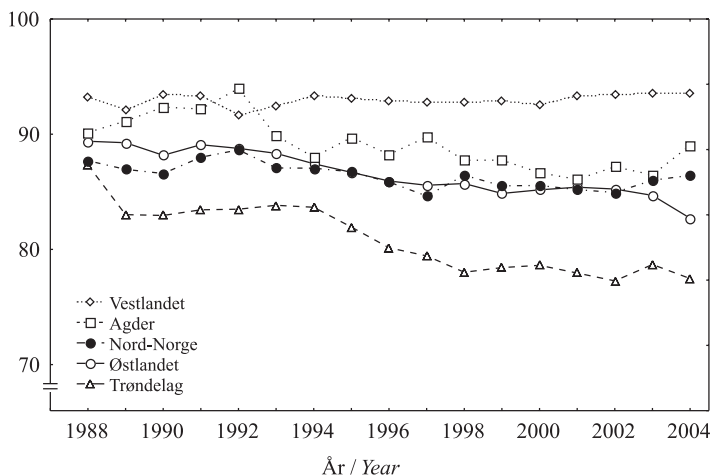
Eldre trær har generelt lavere kronetetthet enn yngre trær. Andelen trær med fulltete kroner var for gran 52,5 %, furu 42,0 % og for bjørk 28,4 %. Dette representerer en økning for gran og furu på henholdsvis 4 og 8 prosentpoeng sammenlignet med resultatene for 2003. Bjørka er på samme nivå som året før.

Kronetettheten i 2004 på skogoppsynets overvåkingsflater viste en nedgang på Østlandet (3 %) og i Trøndelag (2 %) (Fig. 3). Nord-Norge og Agder-fylkene hadde en økning (1–4 %), mens på Vestlandet kunne vi ikke registrere noen endringer. Ser vi på kronefarge og mortalitet var det tydelige regionale forskjeller med en redusert andel grønne trær og økt mortalitet på Østlandet. Øvrige landsdeler hadde en forbedring av kronefarge og mortalitet. I Trøndelag var imidlertid mortaliteten uendret fra året før.



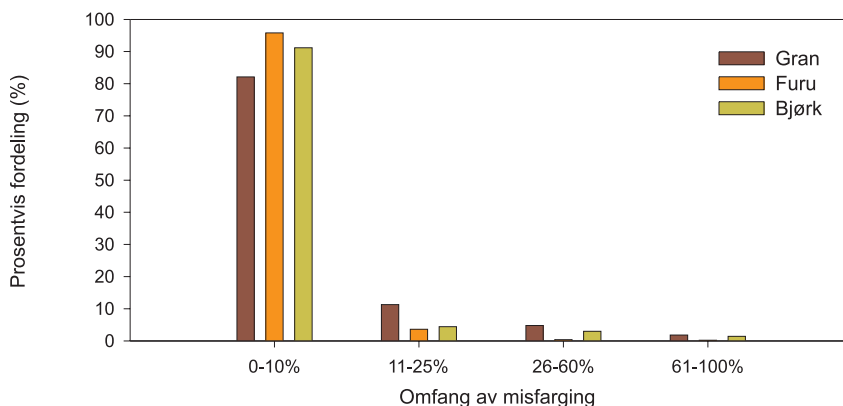
Figur 2. Utvikling i kronetetthet på landsrepresentative flater for gran, furu og bjørk.



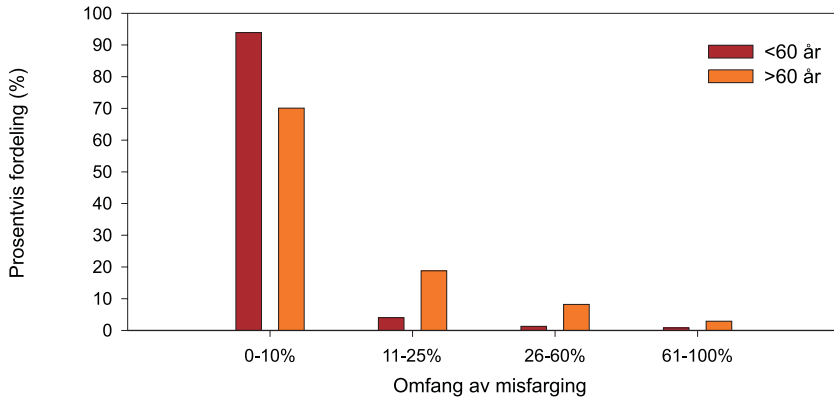


Figur 3. Utvikling av gjennomsnittlig kronetetthet for granflatene fordelt på landsdel, skogoppsynets flater.

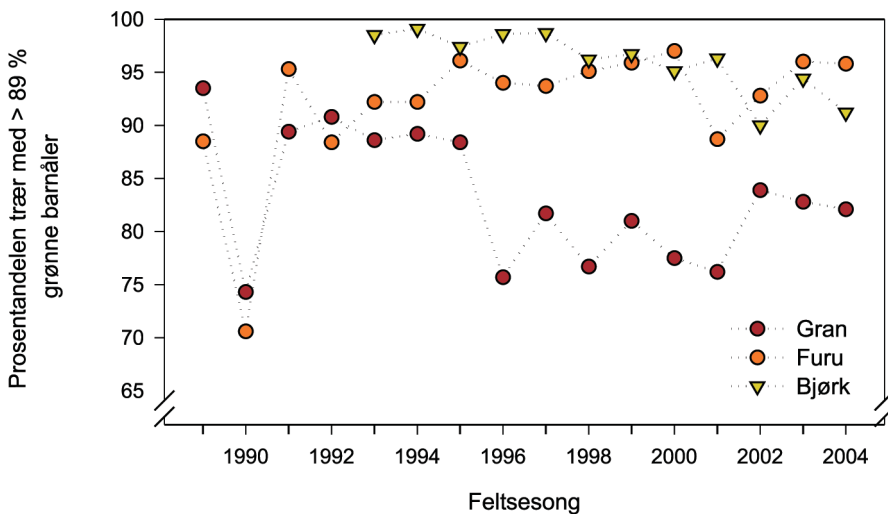
Andelen grantrær med grønn kronefarge (prosentandel trær med  $\geq 90\%$  grønne barnåler) var 82,1 % som er 0,7 % lavere enn året før (Fig. 4). Det er hovedsakelig eldre trær som er misfarget (Fig. 5). Misfargingen hos furu var på samme nivå som året før, mens bjørk hadde mer misfarging. For bjørk var reduksjonen i andelen trær med grønn kronefarge på 3,2 prosentpoeng til 91,2 %, (Fig. 4). Utviklingen av misfarging over tid for gran, furu og bjørk er gitt i Fig. 6



Figur 4. Omfang av kronemisfarging for gran, furu og bjørk på landsrepresentative flater i 2004.



Figur 5. Omfang av kronemisfarging for gran yngre og eldre enn 60 år for Landsrepresentative flater.



Figur 6. Utvikling av kronefarge, prosentandel trær med  $\geq 90$  % grønne barnåler/blad for gran, furu og bjørk i landets skogareal.

På 38,3% av trærne ble det registrert lauvspisende insekter. Det er ikke registrert så store angrep på lauvet siden registreringene av slike skader startet i 1997.

Generelt sett ble det ikke registrert unormal skogdød i 2004. På landsbasis var dødeligheten for alle treslag 0,2% siste år. Eldre bjørk hadde en dødelighet på 0,9%.

**På de intensive flatene** har trærnes kronetetthet og skader vært relativt stabil de siste årene for landet sett under. Fra 2003 til 2004 ble det likevel observert en svak nedgang i kronefarge, særlig for gran på Sør- og Østlandet med en redusert andel grønne trær fra 94 til 92 %.

### 3.2 Spesielle skader i 2004

– fra Skogskader på Internett» – Se også <http://www.skogforsk.no/skogskade/> for siste nytt.

#### Rød furubarveps

Sørlige deler av Østfold (Halden/Rakkestad/Aremark) samt Åsnes i Hedmark ble angrepet av rød furubarveps (*Neodiprion sertifer*) i 2004. I Østfold har angrepet pågått i 2–3 år, mens angrepet i Hedmark er av nyere dato. Rød furubarveps kan med ujevne års mellomrom angripe furu der den eter nålene. Trærne svekkes og tilveksten blir redusert, men trærne dør sjelden. Blir imidlertid treet svekket av andre skadegjørere i tillegg kan det dø.

### 3.3 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger

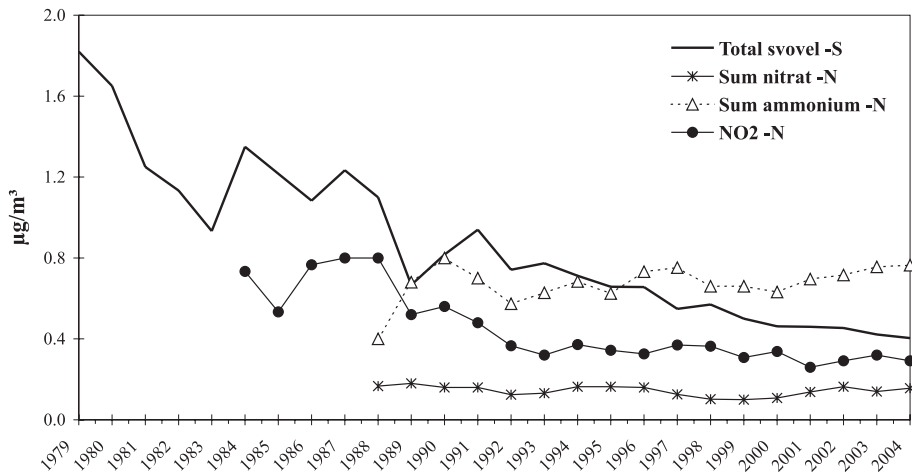
I 2004 ble svovel og nitrogenforbindelser i luft målt på 7 stasjoner på fastlands-Norge, hvorav fem er tilknyttet OPS flater, innholdet av kalium, natrium, kalsium, magnesium og klorid i luft ble i tillegg også bestemt. Prøver ble tatt døgnlign eller ukentlig (Søgne).

Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid var høyest langs kysten i Sør-Norge og i Finnmark, representert med Søgne på  $0,29 \mu\text{g S} \cdot \text{m}^{-3}$  og Karasjok med  $0,32 \mu\text{g S} \cdot \text{m}^{-3}$ . Stasjonen Karasjok er ikke tilknyttet OPS programmet, men er representativ for regionen. Sulfatkonsentrasjonen er høyest i Sør-Norge. Månedsmiddelet av  $\text{SO}_2$  og  $\text{SO}_4^{2-}$  var gjennomgående høyest i vintermånedene, med maksimum mars-april. Alle stasjonene i Sør-Norge, fra Søgne til Kårvatn og til dels Tustervatn, har fanget opp en stor episode med høye  $\text{SO}_2$ - og  $\text{SO}_4$ -konsentrasjoner i perioden 15.–20. april. Også høye konsentrasjoner er observert i nedbør i denne perioden. Man ser i tillegg høye  $\text{NH}_4$ - og  $\text{NO}_3$ -konsentrasjoner, dvs. langtransport av  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  og  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  fra kontinentet. De høyeste døgnmiddelverdier, årsmiddel- og prosentkonsentrasjonene av  $\text{NO}_2$  observeres på stasjonene i Sør- og Øst-Norge. Høyeste årsmiddelverdier for «sum nitrat» hadde Søgne med  $0,31 \mu\text{g N} \cdot \text{m}^{-3}$ , mens høyeste årsmiddelverdier for «sum ammonium» hadde Skreådalen med  $1,01 \mu\text{g N} \cdot \text{m}^{-3}$ . Dette skyldes bl.a. påvirkning fra lokal landbruksaktivitet

Den totale avsetningen av nitrogen og svovel er summen av det som avsettes i form av nedbør (våtavsetning) og avsetningen av gasser og partikler (tørravsetning). Tørravsetningen av svovel- og nitrogenkomponenter er markert større om sommeren enn om vinteren i alle landsdelene unntatt i Finnmark p.g.a høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. Bidraget av tørravsatt svovel til den totale avsetningen var 16–45 % om sommeren og 3–23 % om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark. I Finnmark er tørravsetningsbidraget meget høyt på grunn av høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør (hhv.

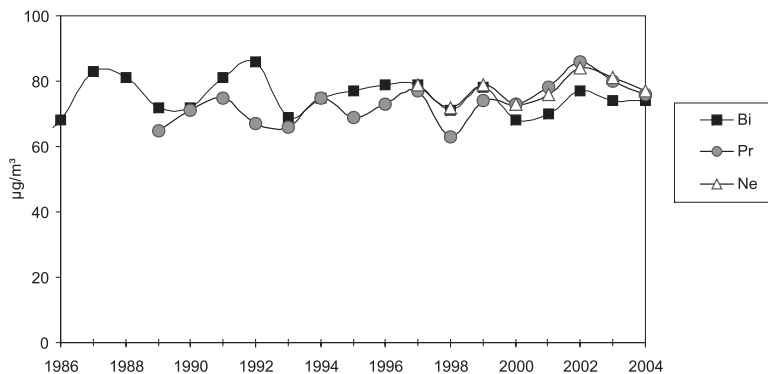
39 % tørravsetning om sommeren og 60 % om vinteren). Tørravsetningen for nitrogenkomponentene bidrar for det meste relativt mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren.

Endringer i luftens innhold av svovel- og nitrogenforbindelser samsvarer rimelig med rapporterte endringer i utslipp i Europa (EMEP, 2004). Fra 1980 var den gjennomsnittlige observerte reduksjonen av  $\text{SO}_2$  konsentrasjonen i Norge mellom 81 % og 94 % og for sulfatpartikler mellom 66 % og 75 %. Årsmiddelkonsentrasjonen av nitrogenforbindelsene i luft viser ingen markert tendens siden målingene startet i 1986, utenom en relativt tydelig nedgang for  $\text{NO}_2$  etter 1990, Figur 7.



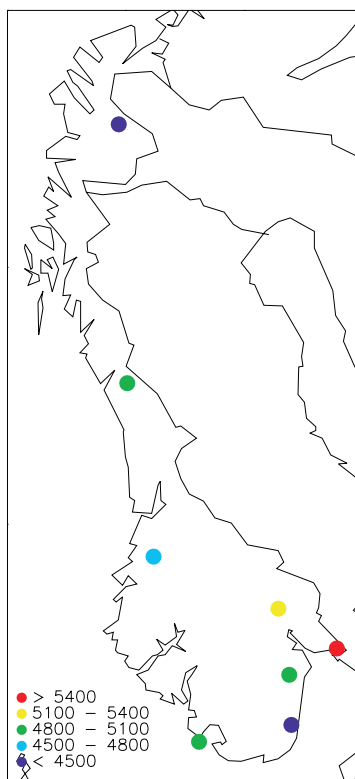
Figur 7. Midlere årlige konsentrasjoner i luft av total svovel ( $\text{SO}_2 + \text{SO}_4^{2-}$ ), oksidert nitrogen ( $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3$ ), redusert nitrogen ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) og  $\text{NO}_2$  på fem norske bakgrunnstasjoner.

I 2004 ble ozonkonsentrasjonen målt med UV monitor på åtte OPS flater inklusive Prestebakke som ikke lenger har skogobservasjoner. Det benyttes flere ulike kriterier for å vurdere mulige effekter av ozon på skog og vegetasjon. Norske anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av plantevekst er de samme som tålegrensene fastsatt av ECE (1996). Tålegrensene skal reflektere vegetasjonens vekstsesong. Vekstsesongens lengde varierer med planteslag og breddegrad, og 6-månedersperioden april-september er valgt som vekstsesong. EUs ozondirektiv fastsetter også grenseverdier for beskyttelse av plantevekst. I tillegg er det under UN ECE utarbeidet kriterier basert på akkumulert eksponering over terskelverdien 40 ppb ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Accumulated exposure over the threshold of 40 ppb, betegnes AOT40). I EUs nye ozondirektiv (EU, 2002) benyttes også grenseverdier for vegetasjon basert på AOT40. AOT40 beregnes som summen av differansen mellom timemiddelkonsentrasjonen og 40 ppb for hver time der ozonkonsentrasjonen overskrider 40 ppb.



Figur 8. Middelkonsentrasjon av ozon for sju timer (kl 09–16) i vekstsesongen (1. april – 1. okt.) fra 1986 til 2004.

Det var ingen overskridelser av grenseverdien for vegetasjon på  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2004. Grenseverdien på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 7-timers middel for kl. 09–16 i vekstsesongen (april–september) ble overskredet i hele landet i 2004. Middelverdien var størst på Sandve ( $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), men det er generelt liten variasjon i denne parameteren over landet. Ozonkonsentrasjonene påvirkes i stor grad av meteorologiske forhold og har variert betydelig fra år til år. Fig. 8. viser 7-timers middelverdien på tre stasjoner for perioden 1986–2004. Figuren viser at det er en del variasjon fra år til år, og at det ikke er noen markert endring i denne parameteren over perioden. Grenseverdien på 8-timers middel over  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble overskredet på alle stasjoner gjennom hele 6-månedersperioden april–september. Sandve hadde flest døgn med overskridelse, 178, dvs nesten samtlige dager i denne 6-måneders perioden. Grenseverdien for landbruksvekster (AOT40 = 3000 ppb-timer fra 15. mai – 15. aug) og grenseverdien på skog (10.000 ppb-timer beregnet for dagslystimer i perioden 1. april – 1. oktober) Fig. 9, ble derimot ikke overskredet på noen av stasjonene.



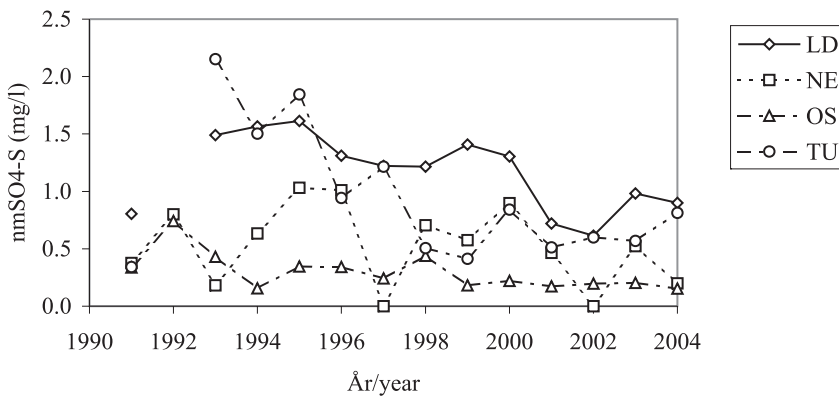
Figur 9. Eksponeringsdoserer (AOT40) for perioden 1. april – 1 oktober 2004 (ppb-timer).

### 3.4 Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog

**Nedbør i skog** – Langtidstrenden for nedbør i skog er positiv med mindre tilførsler av forsurende stoffer, spesielt av  $\text{SO}_4$ . Tilførselen av forsurende stoffer til Norge er imidlertid i tillegg til utslipp og vindretning også avhengig av nedbørmengde. Mye av de variasjonene vi har sett i resultatene de siste årene kan derfor tilskrives meteorologiske forhold. Feltene sør i landet hadde generelt lavere pH og høyere konsentrasjoner av nitrat, ammonium og ikke-marint sulfat i deposisjon enn feltene lengre nord. Tilførsel av antropogent sulfat (menneskeskapt) og nitrogenforbindelser har holdt seg relativt konstant de siste 6–7 årene.

**Jordvann** – Jordvannet samles inn hver uke i den frostfrie og telefrie delen av året, mens for de kjemiske analysene blir disse prøvene slått sammen slik at de representerte en 4 ukers periode. pH i jordvann var generelt lavest på flatene i Sør-Norge, og høyest i Nord-Norge. Om dette skyldes sur nedbør eller indikerer et naturlig surere jordsmonn sør i landet er vanskelig å si med den relativt korte tidsserien vi har.

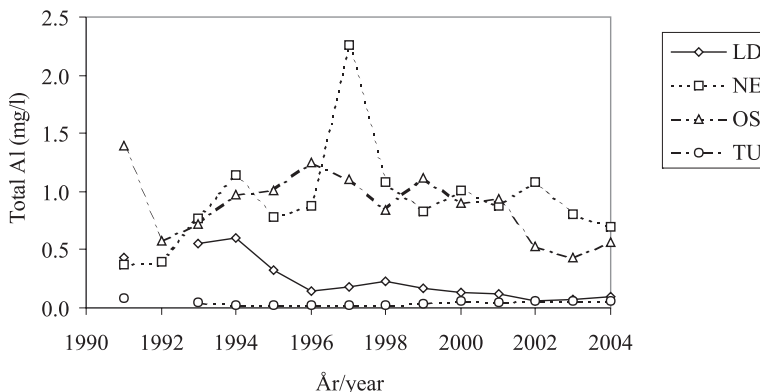
Konsentrasjoner av ikke-marint sulfat varierte betydelig, men det er en avtagende tendens på flatene lengst sør i landet (Fig. 10).



Figur 10. Langtidstrender i ikke-marint  $\text{SO}_4$ -S jordvann fra 15 cm-sjiktet på Lardal, Nedstrand, Osen og Tustervatn.

Gjennomsnittskonsentrasjoner av nitrat i jordvann var nær deteksjonsgrensen på alle flater. Risikoen for uakseptabel avrenning av nitrat synes derfor å være liten. Nitratlekkasje kan imidlertid forekomme naturlig som for eksempel under snøsmeltingen om våren.

Konsentrasjoner av både totalt og labilt aluminium (et estimat på de giftige Al-forbindelsene) var i 2004 godt under hva som regnes som toksiske grenser, og det ble ikke målt konsentrasjoner over 1,5 mg/l (Fig. 11).



Figur 11. Langtidstrender for konsentrasjon av totalt aluminium i jordvann fra 15 cm-sjiktet på fire intensive flater: Lardal, Nedstrand, Osen og Tustervann.

### 3.5 Vegetasjon

Vegetasjonen på de intensive overvåkingsflatene er blitt fulgt siden etableringen i 1986. Det ble da etablert 10 ruter á 1 × 1 m langs ytterkanten av hver overvåkingsflate. Ved andre gangs registrering i 1991–93 ble antall ruter utvidet til 50 pr flate. I 2002 ble det i tillegg etablert flere størruter på flatene for å oppfylle siste revisjon av ICP-Forests manualen. Det store antallet ruter antas å dekke variasjonen i felt- og bunnvegetasjonen på flatene. Vegetasjonen registreres ved å anslå den enkelte arts dekningsgrad i prosent.

I 2004 ble det foretatt registreringer av frekvens og dekning av enkeltarter på de fire flatene Lardal, Hurdal, Osen og Kårvatn.

#### Artsgrupper

I tabell 2 er det satt opp dekningsprosenten for grupper av arter på flatene som ble revurdert i 2003 og i 2004. Framstillingen i artsgrupper jamner ut noe av artsvariasjonen mellom flatene. For 2004 var det bare i Hurdal at artsgruppen «lyng» viste statistisk sikre forskjeller i dekningsprosent fra forrige registrering i 1999. Det andre sikre tilfellet er moser, der det på flatene i Hurdal og Osen var en sikker nedgang fra 1999 til 2004.

For «gras» var det en økning i dekningsprosenten på alle flater unntatt for Kårvatn. Artsgruppen «bregner» viste en nedgang i dekningsprosenten fra 1999 til 2004 på alle flatene, unntatt i Lardal der det var en ubetydelig økning i bregnemengden. For «moser» ble det på alle flatene registrert en nedgang i 2004 i forhold til 1999. Lav er bare registrert i større mengder på Kårvatn, men her var det omtrent ingen endring i deknningen.

#### Arter

Mengden av blåbær (*Vaccinium myrtillus*) viste tilbakegang både i Lardal og Osen siden forrige registrering i 1999, mens den økte i Hurdal og på Kårvatn. Økningen i Hurdal var meget stor, fra 17 % til 41 %. Tyttebær (*Vaccinium vitis-idea*) viste både framgang

og tilbakegang i forhold til 1999. Den største endringen var i Osen der dekningen av tyttebær sank fra 8 % til 6,9 %. Den høye dekningen av lyngplanter i Lardal, Hurdal og Osen begrenser imidlertid antall og mengde av andre arter. Linnea (*Linnea borealis*) er en typisk art i miljøer med mye lyng og arten gikk fram på alle flater, men mest i Hurdal og i Osen der dekningen i 2004 var 3,1 % og 4,8 %. Maiblom økte også på de tre flatene, men mest i Osen der mengden ble nesten fordoblet (4,3 % dekning i 2004). På Kårvatn fantes ikke maiblom.

Det er et høyere artstall av både gras og urter på Kårvatn enn på de øvrige flatene som ble reanalysert i 2004. Flere av disse artene viste imidlertid tilbakegang, og blant annet ble mengden av stormarimjelle (*Melampyrum pratensis*) halvert på Kårvatn. På denne flaten med høy bregnedekning, var bjønnkam (*Blechnum spicant*) den viktigste bregnen og denne hadde en liten nedgang. De to viktigste lavene var grå og hvit reinlav, men disse er nokså stabile med ubetydelig endringer på Kårvatn.

Tabell 2. Deknings- % for grupper av arter som sum av enkelarter. \* for statistisk sikre forskjeller ( $p < 0,05$ ) mellom første (1998, 1999) og andre registreringstidspunkt (2003, 2004).

Flate	År	Lyng	Gras <sup>a)</sup>	Bregner	Urter	Moser <sup>b)</sup>	Lav
LD	2004	48,8	2,0	0,1	1,2	83,7	0,0
LD	1999	53,3	1,6	0,0	0,9	86,7	0,0
HU	2004	* 45,0	1,7	2,4	8,4	* 75,1	0,0
HU	1999	28,0	1,4	2,6	7,3	84,8	0,0
OS	2004	43,0	3,6	1,4	11,0	* 67,9	0,0
OS	1999	47,5	2,7	1,7	8,5	76,4	0,0
KF	2004	62,6	6,0	10,1	8,2	47,9	7,2
KF	1999	59,1	6,4	10,6	8,9	54,1	7,3
BI	2003	35,3	4,3	0,0	0,8	61,0	0,1
BI	1998	37,0	2,6	0,0	0,7	61,0	0,1
VO	2003	38,2	4,2	4,4	6,4	90,6	0,2
VO	1998	43,7	3,1	5,9	6,0	90,8	0,2
HL	2003	* 34,8	5,7	15,5	26,9	* 59,4	0,0
HL	1998	26,4	5,7	18,8	29,5	71,2	0,0
TU	2003	41,7	3,5	7,3	11,2	57,1	0,3
TU	1998	40,4	3,2	10,2	13,1	61,4	0,2

a) inkl. siv-,starr-og grasfamilien

b) inkl. moser og levermoser

Mosemengden viste betydelige endringer fra 1999 til 2004, og for furumose (*Pleurozium schreberi*) var det en klar tilbakegang på alle flatene og med størst tilbakegang i Hurdal. Etasjemose (*Hylocomium splendens*) hadde en stor, men ikke-signifikant tilbakegang i Osen (fra 50,3 % til 43,2 %). På de øvrige flatene var det kun mindre endringer.



Også for sigdmoser (*Dicranum* spp.) som gruppe var det nedgang i dekningsprosent på tre av flatene: Lardal, Hurdal og Kårvatn. Denne nedgangen var signifikant i Hurdal der deknningen ble redusert fra 20 % til 12 % fra 1999 til 2004.

Mellom registreringene i 1999 og 2004 hadde tre arter gått ut: Myk kråkefot (*Lycopodium clavatum*) og tågebær (*Rubus chamaemorus*) i Hurdal og tornemoser (*Mnium* spp.) på Osen. Seks arter ble registrert som nye på felta. Det var i feltsjiktet dunbjørk (*Betula pubescens*), rogn (*Sorbus aucuparia*) og linnea i Lardal. I Hurdal ble en kransemoseart (*Rhytidiadelphus* sp.) funnet, og på Kårvatn ble duskull (*Eriophorum angustifolium*) og kystjammemose (*Plagiothecium undulatum*) registrert for første gang.

#### 4. Diskusjon

Omfanget av skogskader i Norge synes ikke å være unormalt stort, selv om det er usikkerhet rundt dette, fordi vi ikke har data fra langt tilbake i tid som kunne fungert som referanser. Det er registrert en stabil helsetilstand i norske skoger de siste årene, selv om soppangrep i noen år har hatt usedvanlig stort omfang. Skogens vitalitet, vurdert ved kronetetthet og kronefarge, samt mortalitet, har ikke endret seg vesentlig gjennom overvåkingsperioden. Imidlertid har det vært regionale forskjeller i tilstand og utvikling, der spesielt Trøndelag og det indre Østlandet har skilt seg ut i negativ retning både for gran, furu og bjørk. Dødeligheten for alle de registrerte treslagene var omtrent som i tidligere år. Generelt fører de fleste typer stress og skader, inkludert skader hvor luftforurensninger kan ha virket predisponerende, til redusert kronetetthet eller misfarging. Kronebedømmelsen er imidlertid subjektiv og beheftet med feilkilder. Dette fører til usikkerhet når den virkelige variasjonen i rom og tid er liten. I Norge synes kronebedømmelsen å gi en grov, men rimelig god beskrivelse av trærnes vitalitet og utviklingen over tid. Denne vurderingen er basert på analyser av kontrollregistreringer av observasjoner, sammenligninger av resultater fra forskjellige datasett og korrelasjonsanalyser mellom kronebedømmelsesvariable og tilvekst (Solberg 1999).

Østlandet, og til dels Sørlandet, hadde i 1989–97 en periode med nedgang i kroneetetthet, mye misfarging og høy mortalitet, men denne utviklingen har snudd de siste årene. De siste fem årene har det vært en stabilisering av tilstanden, og på de landsrepresentative flatene har det endog vært påvist en svak bedring av kronetettheten. En sannsynlig årsak til nedgangen var tørkesomrene i disse områdene av landet i 1989, 1991, 1992, 1994 og til dels i 1997. Disse somrene ble etterfulgt av en iøynefallende misfarging og påfølgende avdøing av barnåler, – konsentrert over relativt kort tid i september og oktober. Dette er kjente symptomer på langvarig tørkestress, og kan forklare mye av den forbigående gulfargen og nedgangen i kronetetthet i perioden 1989–97 (Solberg 2004). Målinger av strøfallet på de intensivt overvåkede flatene har gjenspeilt disse periodene med nålefalling. Avdøingen var også gjennomgående høyere i disse landsdelene i denne perioden, og besto hovedsakelig av spredte barkbilleangrep på gran i gammel skog, særlig i Vestfold. Dette er et område som har vært rammet hardt også tidligere av tørkeskader og barkbilleangrep. At tørke er en stressfaktor i denne landsdelen viser også den sterke sammenhengen mellom tørkestress i juni og redusert tilvekst (Solberg et al. 2003, Andreassen et al. 2005).

Trøndelag er den landsdelen som har lavest kronetetthet. Årsakene til dette er ukjent, men noe av forklaringen kan være gjentatte angrep av granrustsopp, mye gammel skog, og mye skog på voksesteder nær kysten og nær skoggrensa, og som dermed er utsatt for sterke klimatiske påkjenninger. Den sterke tørken i 2002 kan ha vært en årsaksfaktor. Et annet eksempel på en sterk klimatisk påkjenning er stormen i januar 1992, som førte til kraftig nålefall og spredt avdøing.

Det geografiske mønsteret i skogens vitalitet, og variasjonene over tid, samsvarer ikke med det geografiske mønsteret en skulle forvente å finne ved skader av luftforurensninger landet sett under ett. Norge har et geografisk mønster for tilførsler av luftforurensninger, som er tilnærmet uendret fra år til år; – i hovedsak er mengdene størst i sør. Den avtakende tilførselen mot nord er tydeligst for tilførsler av sur nedbør, i betydningen forurensninger oppløst i nedbør, sulfat, nitrogen-forbindelser og sterk syre ( $H^+$ ). At skogsjorda i det sørligste Norge generelt har lav tålegrense for sur nedbør pga at jorddekke er tynt og i stor grad består av mineraler som forvitrer seint, bidrar også til at en forventer eventuelle effekter først sør i landet.

Klimatiske forhold har betydelig innvirkning også på de vannkjemiske forholdene i skogøkosystemet. Særlig er høye konsentrasjoner av aluminium i stor grad et resultat av sjøsaltilførsler gjennom *ionebytteprosesser*. Tilførsel (deposisjon) av langtransportert svovel med nedbøren har avtatt sterkt siden midten av 1970-tallet, og tilførslene er nå omtrent halvert. Sulfatkonsentrasjonen i jordvannet har avtatt tilsvarende.

Konsentrasjoner av forurensninger i luft og av mulig toksisk aluminium i jordvann på de intensive flatene er generelt lavere enn grenseverdier for skadelige effekter på skog. Men det er fortsatt usikkerhet omkring eventuelle effekter, fordi måletidsseriene i så henseende er korte. Jordforsuringen vil være gradvis tiltakende over tid, og at effekter dermed kan komme på lengre sikt. Denne tidsforsinkelsen, sammen med at tilførslene av sur nedbør er sterkt redusert de siste 30 årene, bidrar også til at det er usikkert om en eventuell jordforsuring i de mest utsatte områdene fortsatt pågår. Men vi kan ikke se bort fra at det finnes påvisbare effekter av sur nedbør på svært følsomme lokaliteter. Analysene av vegetasjon viser at det er relativt store forskjeller mellom to analysetidspunkt på to N-belastede flater. N-belastningen kan være en faktor, men ikke minst værforhold og andre endringer i vekstbetingelser er sannsynlige årsaker. Når det gjelder ozon er det usikkerhet, fordi en eventuell effekt på skog ikke er styrt av ozonbelastningen alene, men av et samspill mellom ozonbelastning og værforhold.

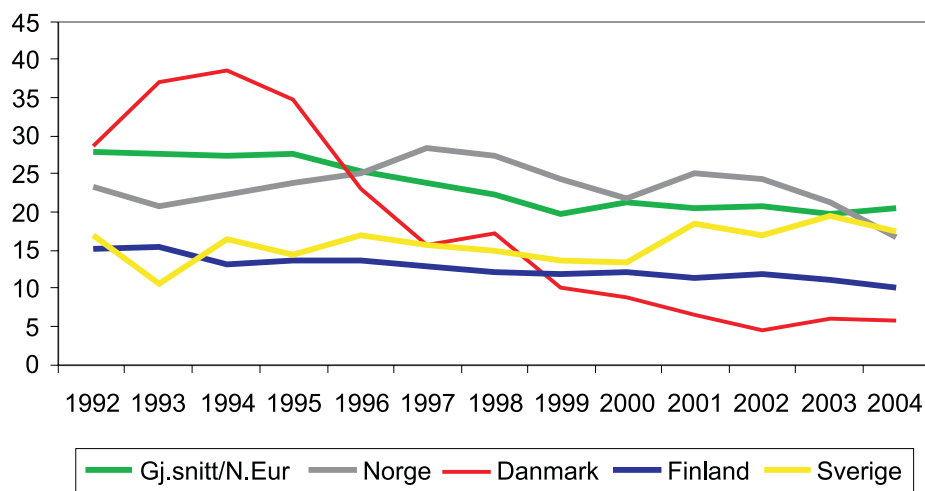
Årsakene til variasjonene i skogens vitalitet er usikre, men resultatene av overvåkingen så langt, sammenholdt med registreringer av skogskader, tyder på at skogskadebildet i stor grad er styrt av værforholdene og skadegjørere, og kan sees som regionale mønstre som endrer seg noe fra år til år. Klimatiske forhold kan gi skader direkte, eller de kan legge grunnlag for sopp- og insektangrep. Soppene granrust (*Chrysomyxa abietis*), furuas knopp- og greintørke (*Gremmeniella abietina*) og bjørkerust har hatt omfattende angrep de siste årene, og disse angrepene er i stor grad klimatisk styrt. En del av forklaringen er at fuktig vær, slik vi har hatt mye av i Sør-Norge de siste årene, legger til rette for spore-spredning og -etablering. Enkelte skadetyper er av kronisk art, og kan forklare vedvarende misfarging og kroneutglisning. I en sveitsisk undersøkelse ble det funnet sterk sammenheng mellom rotkjuke og begge disse kronevariablene (Schmid-Haas 2002).

Det er i OPS ikke funnet tegn på at langtransporterte luftforurensninger har ført til skader på skog (Solberg & Tørseth 1997, Solberg et al. 2002). Nye tålegrenseberegninger for Norge, med forbedrede estimater for forvittringshastighet, tyder også på at sur nedbør, gjennom jordforsuring, ikke ville ha vært noen nevneverdig stressfaktor for skog på sikt (Larssen & Høgåsen 2003). Dette gjelder også dersom tilførselene av sur nedbør hadde forblitt på det høye nivået det var på 1970-tallet. Tolkningen av dette er at forvitringen av mineralmateriale i skogsjorda er en langsiktig kilde av basekationer til jordvannet, som er stor nok til å erstatte tapet av basekationer pga sur nedbør og hogst. Det er imidlertid fortsatt usikkerhet, som gjør at effekter ikke *definitivt* kan utelukkes. Det er særlig usikkerhet knyttet til kriteriet for skader på trær, samt at det kan finnes følsomme lokaliteter som ikke er fanget opp i dagens datasett.

## 5. Tilstanden i den norske skogen i forhold til andre land i Europa

I løpet av de siste årene har kronetilstanden for bartrær i Europa generelt endret seg i positiv retning, men med en liten forverring i fjor. Det har blitt færre trær med utglisning større enn 25 %. Denne trenden gjelder også for de nordiske landene (Fig. 12). Utviklingen i den norske skogtilstanden tilsvarer derfor den utviklingen som har funnet sted i europeiske land Norge kan sammenlignes med. Den europeiske rapporten fra ICP-Forests peker på flere mulige årsaker til forbedringen som er observert. Det legges spesielt vekt på innvirkninger ulike værforhold har på skog.

De europeiske rapportene kan leses på <http://www.icp-forests.org/Reports.htm>



Figur 12. Andel trær med 25–100 % utglisning i sammenlignbare land i Nord-Europa, Norge, Danmark, Sverige og Finland. (Data fra [www.icp-forests.org](http://www.icp-forests.org))

## 6. Konklusjon – skogtilstanden

*Skogtilstanden har totalt sett bedret seg de siste årene. Den negative trenden for skog i perioden 1989–1997 ser dermed ut til å være snudd, men årsaken til endringen er usikker. Bedrede vekstbetingelser som følge av værforhold kan spille en rolle. Luftforurensninger antas å svekke trærne slik at de lettere kan bli påvirket av værforhold og andre skadegjørere.*

De siste årene har trærnes kronetilstand vært relativt stabil. Kronetilstanden er betinget av en rekke faktorer og ulike stresspåvirkninger, slik som aldring, sjukdommer (for eksempel ulike sopper), vekstbetingelser og klimastress (tørke og frost). Når trær skranter eller blir sjuke skyldes dette ofte et samspill av slike naturlige påvirkninger. De variasjonene vi har sett de siste årene skyldes ofte sopp og insektskader som igjen er betinget av klimatiske forhold. Tilførsler av luftforurensninger kan komme i tillegg eller i samspill med disse påvirkningene. Bidraget fra forurensningene er vanskelig å fastslå fordi denne påvirkningen har vært svært liten i forhold til de andre påvirkningsfaktorene. I fremtiden vil eventuelle utslag av et endret klima trolig spille en større rolle. Resultater fra skogøkologiske undersøkelser viser at det er betydelige variasjoner fra år til år i enkelte målinger. Disse variasjonene er innenfor det som er normalt i boreal barskog.

*Norwegian monitoring programme for forest damage. Annual report 2004*

Crown condition has been stable for the last years. Crown condition is determined by a number of factors and stresses, such as age, diseases (e.g. various fungi), growth conditions and climatic stress (drought and frost). When trees show signs of poor health, this is often due to an interaction of some of these natural causes. The variation we have seen the last years are mainly caused by fungi and insect attacks that were largely due to a combination of climatic stress on trees and a favourable climatic environment for the fungi and insects. Effects of air pollutants may come in addition to or interaction with these factors. The effect of pollutants on forest condition is hard to estimate, because their effect has been small compared with those of other factors. In the future, effects of climate change may play a larger role. Results from ecological investigations on the intensive monitoring plots suggest that the forest environment is stable, and that there are, as usual, large fluctuations from year to year in some measurements, within the normal variation for coniferous forests.

### Etterord

OPS er finansiert av Landbruks- og matdepartementet, Miljøverndepartementet/SFT, og ved egeninnsats fra de utførende institusjonene. Vi takker alle som har bidratt med sitt arbeid for å muliggjøre denne rapporten, inklusive andre forskere og teknikere ved de deltakende institusjonene, skogoppsynet og lokale stasjonsholdere.

## 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.
- Andreassen, K., Clarke, N., Røsberg, I., Timmermann, V., Aas, W. Intensiv skogovervåking i 2004. Resultater fra ICP Forests Level 2 flater i Norge. Intensiv forest monitoring in 2004. Results from ICP Forests Level 2 plots in Norway. Aktuelt fra Skogforsk 8/05: 1-20 s.
- Andreassen, K., Solberg, S., Tveito, O.E. and Lystad, S.L. (2005): Regional differences in climatic responses of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) growth in Norway. Forest Ecology and Management, submitted, 14 pp.
- Anon. 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, ICP Forests. Hamburg/Geneva. Part I-VIII.
- Dahl, E. & Skre, O. 1971. En undersøkelse over virkningen av sur nedbør på produktiviteten i landbruket. p. 27–40 i: Konferens om avsvalling, Publ 1971 (1). Nordforsk, Miljøvårdsverket, Helsingfors.
- ECE (1996) Manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded. Geneva, Convention on long-range transboundary air pollution
- EMEP (1996) Manual for sampling and chemical analysis. Kjeller (EMEP/CCC Report 1/95).
- EMEP (2004) Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe. Norwegian Meteorological Institute, EMEP Status report 1/2004.
- EU (2002) Directive 2002/3/EC of the European Parliament and of the Council of 12 February 2002 relation to ozone in ambient air. Official Journal of the European Communities, L 067, 09/03/2002, 14–30.
- Horntvedt, 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. & Larsson, J. Y. 2005. Landsrepresentativ overvåking av skogens vitalitet i Norge 1989–2004. National monitoring of forest vitality in Norway 1989–2004. NIJOS rapport 1/05: 1–66.
- Larsen, T & Høgåsen, T. 2003. Tålegrenser og overskridelser av tålegrenser i Norge. Naturens tålegrenser. Fagrapport nr 116. NIVA rapport LNR 4722–2003, 1–24.
- Schmid-Haas, P. 2002. Zur Waldinventur gehört die Überwachung der Vitalität. Schweiz. Z. Forstwes. 153(2): 68–75.
- Solberg, S., Andreassen, K., Lystad, S. L. 2003. Norway spruce growth after the June 1992 drought. Submitted manuscript, 13 pp.
- Solberg, S. & Tørseth, K. 1997. Crown condition of Norway spruce in relation to S and N deposition and soil properties in Southeast Norway. Environmental Pollution 96/1: 19–27.
- Solberg, S. 1999. Forest health monitoring: Evaluation of methods, trends and causes based on a Norwegian nationwide set of monitoring plots. Dr.agric thesis. Norsk institutt for skogforskning. Ås. 33 s. Annexes.
- Solberg, S. 2004. Summer drought, – a driver for crown condition and mortality of Norway spruce in Norway. Forest Pathology 34: 93–104
- Solberg, S., Kvindesland, S., Aamlid, D. & Venn, K. 2002. Crown condition and needle chemistry of Norway spruce in relation to critical loads of acidity in South-East Norway. Water, Air, and Soil Pollution. 140: 157–171.
- 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., Solheim, H. & Venn, K. 1991. Skogskader. Veiledning i overvåking av skogskader. Norsk institutt for skogforskning, Ås. 53 pp.

Aas, W., Solberg, S., Berg, T., Manø, S. and Yttri K.E. (2005). Overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 2004. Kjeller, Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 26/2005 SFT Rapport 929/2005. 160s

## Rapport fra skogforskningen

*Utkommet i 2005*

- 1-05 *Bernt-Håvard Øyen: Gjengroingsskog, problem eller ressurs? – En pilotstudie fra Hordaland*
- 2-05 *Hans Nyeggen og Jan Ole Skage: Juletrekvaliteter etter kontrollerte krysninger med gran frå Drogseth og Romedal frøplantasjar*
- 3-05 *Terje Birkeland og Audun Øvrum: Apterling i faste lengder – effekt på trelastkvalitet, trelastutbytte og lønnsomhet*
- 4-05 *Bernt-Håvard Øyen: Vekst og produksjon i sitkagran (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) i Norge*
- 5-05 *Nils Lexerød og Tron Eid: Sammenligning av metoder for registrering av egnethet for selektive hogster ved praktisk skogbruksplanlegging*
- 6-05 *Hans Nyeggen, Jan-Ole Skage og Åge Østgård: Juletrekvaliteter etter open pollinering i gran frå Stange og Eløy frøplantasjar*

