

skog+  
landskap

Forskning fra Skog og landskap 3/10

---

## OVERVÅKINGSPROGRAM FOR SKOGSKADER. ÅRSRAPPORT 2009

Norwegian monitoring programme for  
forest damage. Annual report 2009

---

Kjell Andreassen, Volkmar Timmermann,  
Nicholas Clarke, Halvor Solheim, Ingvald Røsberg,  
Wenche Aas

# Forskning fra Skog og landskap

«Forskning fra Skog og landskap» er en serie for publisering av originale vitenskapelige resultater innenfor Skog og landskaps faglige områder. Serien er åpen for relevante manuskripter, også fra forfattere som ikke er ansatt ved Norsk institutt for skog og landskap.

**Utgiver:**

Norsk institutt for skog og landskap

**Redaktør:**

Bjørn Langerud

**Dato:**

Oktober 2010

**Trykk:**

07 Gruppen AS

**Opplag:**

1000

**Bestilling:**

Norsk institutt for skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås

Telefon: 64 94 80 00

Telefaks: 64 94 80 01

[www.skogoglandskap.no](http://www.skogoglandskap.no)

ISBN 978-82-311-0118-5

ISSN 1890-1662

**Omslagsfoto:**

Leif Kjøstelsen har registrert felldata i syv år på overvåkingsflatene med blant annet kronetilstand, nåleprøver og tilvekst. Han har også utført service på mange jordvannsanlegg. Her klargjøres utstyret for tilvekstmålinger på flata i Kårvatn. Kårvatn gård og turisthytte kan skimtes i bakgrunnen, nederst i dalen.

Foto Volkmar Timmermann.

Forskning fra Skog og landskap - 3/10

---

## OVERVÅKINGSPROGRAM FOR SKOGSKADER. ÅRSRAPPORT 2009

Norwegian monitoring programme for forest damage.  
Annual report 2009

---

Kjell Andreassen\*, Volkmar Timmermann\*, Nicholas Clarke\*,

Halvor Solheim\*, Ingvald Røsberg\*, Wenche Aas#

\* Norsk institutt for skog og landskap  
# Norsk institutt for luftforskning, NILU

# INNHold

<b>Sammendrag</b> .....	3
<b>1. Innledning</b> .....	5
<b>2. Materiale og metoder</b> .....	6
<b>3. Resultater</b> .....	7
3.1 Trærnes kronetilstand .....	7
3.2 Spesielle skader i 2009 .....	12
3.3 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger .....	14
3.4 Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog .....	16
3.5 Kjemisk analyse av barnåler .....	16
3.6 Vegetasjon .....	17
<b>4. Diskusjon</b> .....	18
<b>Etterord</b> .....	20
<b>Litteratur</b> .....	20

## SAMMENDRAG

Andreassen, K., Timmermann, V., Clarke, N., Røsberg, I., Solheim, H. & Aas, W. 2010. Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 2009. *Norwegian monitoring programme for forest damage. Annual report 2009*. Forskning fra Skog og landskap. 03/10: 1-21.

Helsetilstanden hos bartrær må betegnes som tilfredsstillende, men hos gran ble det observert en del toppskranting og avdøying i hogstklasse 3 og 4. Vi registrerte få insekt- og sopp-skader på gran der 0,4 % av trærne var skadet, mens 1,5 % av furutrærne hadde slike biotiske skader. Antall nye toppbrekk, vindfall og andre snø- og vindrelaterte skader var omtrent på samme nivå som tidligere i overvåkingsperioden.

Kronetettheten utviklet seg positivt for treslagene gran, furu og bjørk i 2009, selv om bjørk fortsatt har lav gjennomsnittelig kronetetthet. Kronefargen utviklet seg også positivt for bartrærne med 1,6 % flere gran- og 5,5 % flere furutrær med frisk kronefarge i 2009 enn i 2008. For bjørk ble det derimot registrert 1 % færre trær med frisk grønn farge. Det er de eldste trærne som er mest utsatt for kroneutglisning og misfarging. Helsetilstanden til trær, registrert ved kronetetthet, misfarging og skader, påvirkes i stor grad direkte av værforhold som tørke, frost og vind, eller indirekte ved at været påvirker omfanget av sopp sykdommer og insektangrep. Langtransporterte luftforurensninger kan komme i tillegg til eller virke sammen med klimatiske forhold.

I 2009 ble det registrert betydelig færre skader på trærne sammenlignet med de foregående årene. Av treslagene gran, furu og bjørk er det fortsatt bjørk som er mest utsatt der 12 % av bjørketrærne var angrepet og skadet av insekter, hovedsakelig av fjellbjørkemåleren. Dette er imidlertid en halvering fra 2008 som var et stort skadeår for lauvtrær. For fjerde året på rad herjet heggspinnmøll (*Yponomeuta evonymella*) på Østlandet og i Trøndelag der de angrepne trærne blir innhyllt i et hvitt spinn. Askeskuddsoppen, *Chalara fraxinea*, ble for første gang oppdaget i Norge i 2008, og fortsatte også i 2009 sin spredning på Øst- og Sørlandet og er nå også påvist 30 km inn i Rogaland. Mattilsynet har i en forskrift lagt ned forbud mot flytting av planter, formeringsmateriale og trevirke av ask ut av denne sonen for å hindre videre spredning av askeskuddsopp til Vestlandet og Trøndelag. Granbarkbillen (*Ips typographus*) opptrer igjen i større mengder enkelte steder, særlig i Trøndelag og i Nordland. Det er også registrert en ny sopp sykdom på furu, Rødbandsjuke (*Mycosphaerella pini*), og denne ble første gang påvist i august 2009 i Bardu og Målselv i Troms. Utbredelse og omfang av den nye sykdommen blir overvåket nøye.

Konsentrasjon og avsetning av sterk syre, sulfat, nitrat og ammonium i nedbør i 2009 er relativt lik eller noe høyere enn i 2008. Sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 61–88 % fra 1980 til 2009, og i Sør-Norge har nitrat- og ammoniumkonsentrasjon i nedbør blitt redusert med hhv. 25–45 % og 45–63 % i samme tidsperiode. Vi finner fortsatt de høyeste avsetningene av syre, svovel- og uorganiske nitrogenforbindelser i frittfallende nedbør og i kronedrypp lengst sør i landet. Endringene er i samsvar med de rapporterte endringer i utslipp i Europa.

Nitrogen er vanligvis det viktigste vekstbegrensende næringsstoffet i boreale barskoger, men konsentrasjonen av nitrogen i barnåler er innenfor området for tilstrekkelig næringskonsentrasjon på flatene lengst sør i landet (Nedstrand, Birkenes og Lardal). På de andre flatene var N-konsentrasjonen under en mangelgrense der veksten blir dårligere. Analyser av makronæringsstoffer i barnåler viste at konsentrasjonen hadde forandret seg relativt lite i perioden 2007–2009.

Vegetasjonsanalysen i 2009 viste at utbredelsen av smyle har økt betydelig på flata i Osen. Vi har også fått en kraftig reduksjon i dekningen av blåbærlyng fra 40 til 11 % på denne flata. På de andre flatene som ble analysert i 2009 var det små endringer.

**Nøkkelord:** Skogens helsetilstand, overvåking, skogskader



# 1. INNLEDNING

I begynnelsen av 1980-tallet var det utbredt bekymring for skader av langtransporterte luftforurensninger på skog. Dahl & Skre (1971) framsatte en hypotese om at tilveksten på enkelte følsomme voksesteder i norsk skog ville bli betydelig redusert 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 (Spiecker et al. 1996). Det ble hevdet at disse skadene var utbredt og akselelerende. 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 (Spiecker et al. 1996). I motsetning til denne oppfatningen hadde det norske forskningsprogrammet «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).

På 1980-tallet satte de fleste europeiske land i gang skogskadeovervåking for 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 Moni-

toring 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 beskrive skadeomfanget på norsk skog, vise utviklingstendenser over tid og vurdere i hvilken grad langtransporterte luftforurensninger fører til skogskader i Norge. Norsk institutt for skog og landskap koordinerer og leder arbeidet med skogovervåkingen på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet og Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). I tillegg deltar Norsk institutt for luftforskning (NILU). Metodene for observasjoner og målinger er koordinert av det europeiske programmet, og registreringsmetodikken er dermed den samme over hele Europa (Tabell 1).

Det er to aktuelle hovedhypoteser for hvordan skog i Norge kan skades av langtransporterte luftforurensninger:

- direkte skader av ozon eller svoveldioksid i luft
- indirekte ved magnesiummangel som følge av jordforsuring

I denne rapporten gir vi en samlet fremstilling av resultatene fra OPS til og med 2009. For mer detaljert informasjon vises det til tidligere rapporter (Andrassen et al 2010, Timmermann et al 2010, Aas et al 2010).

Tabell 1. Observasjoner innen OPS i 2009 jevnført med internasjonale anbefalinger

Flatetype	Landsrepresentative flater – Level I (1697 flater)	Intensive flater – Level II (8 flater)	ICP Forests
Flatestørrelse	250 m <sup>2</sup>	2500 m <sup>2</sup>	Level I har fire klustre av 4 trær i et 16x16 km nett. Level II: min 2500 m <sup>2</sup> i homogen skog.
Kronetilstand	Alle flater, vurdert én gang årlig	Alle flater, vurdert én gang årlig	Alle flater, vurdert én gang årlig
Tilvekst	Alle flater, målt hvert femte år	Alle flater, målt hvert femte år	Alle Level II flater. Ikke med på Level I
Jordkjemi	Alle flater, én gang	Alle flater, minst én gang	Alle flater
Barnålkjemi	45 flater, én gang	Alle flater, annet hvert år	Alle flater på Level II annet hvert år
Nedbør i skog	*	Alle flater, kontinuerlig.	Noen flater (****), kontinuerlig
Jordvann i skog	*	Alle flater, kontinuerlig i vekstsesongen	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, valgfritt

\* kun Level II  
 \*\* kun delvis på én flate i Norge  
 \*\*\* Norge måler luftkjemi i Klif's «sur nedbør program» (NILU).  
 \*\*\*\* Med noen flater menes omtrent 10 % av totalt antall Level II flater i hvert land

## 2. MATERIALE OG METODER

Overvåkingen i OPS omfatter registreringer på to sett av overvåkingsflater i skog (Figur 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 ICP Forests manualen (UNECE 2010a). Overvåkingsprogram for langtransporterte luftforurensninger følger EMEP-manualen (EMEP 2001). Enighet om og bruk av felles metoder er grunnleggende for internasjonal overvåking, og helt essensielt for å kunne tolke resultatene i internasjonal sammenheng.

Grunnleggende registrering på alle overvåkingsflater som inngår i programmet, og som er obligatorisk for å delta i det europeiske programmet (ICP Forests), er trærnes kronetilstand ved visuell kronbedømmelse, det vil si registrering av kronetetthet, kronefarge (i form av misfarging), skader som sår, toppbrekk, dieback, insekt- og sopp-skader og abiotiske skader, samt en del andre parametre som beskriver hvert enkelt tres morfologiske egenskaper.

Antall flater i Norge som vi utfører registreringer på, har variert. I de senere år har både antall landsrepresentative og intensive flater blitt redusert. I tillegg er prøvetakingshyppigheten redusert, og det utføres færre observasjoner pr. flate. Skogovervåkingen på det regionale flatesettet ble innstilt i 2008.

Landsrepresentative flater (LF, Level 1) er et landsdekkende flatesett og inngår i den europeiske overvåkingen, ICP Forests Level I-flater (Timmermann et al. 2010). Fra 1989 til 2000 ble årlige kronetilstandsregistreringer utført for alle gran- og furutrær som stod på flater i et 9x9 km rutenett i hele landets skogareal. Overvåkingen av bjørk foregikk på flater i et 18x18 km nett fra 1992 til 2001. Fra 2001 har den nasjonale overvåkingen av gran- og furuskog bestått av detaljerte kroneregistreringer for alle trær på et utvalg av flatene i 9x9 km nett. I 2002 ble også bjørkeskogen innlemmet i dette registreringsopplegget. I tillegg kommer registreringer av kronetetthet og kronefarge på gran og furu i Landsskogtakseringens flatenett (3x3 km) med femårige omdrev. Utvalget av flater er slik at tidsserier kan presenteres, og gjør det derfor mulig å sammenligne resultater over tid. Flatene har en fast størrelse på 250 m<sup>2</sup>. Tilvekst registreres hvert femte år i forbindelse med Landsskogtakseringen. Antall flater

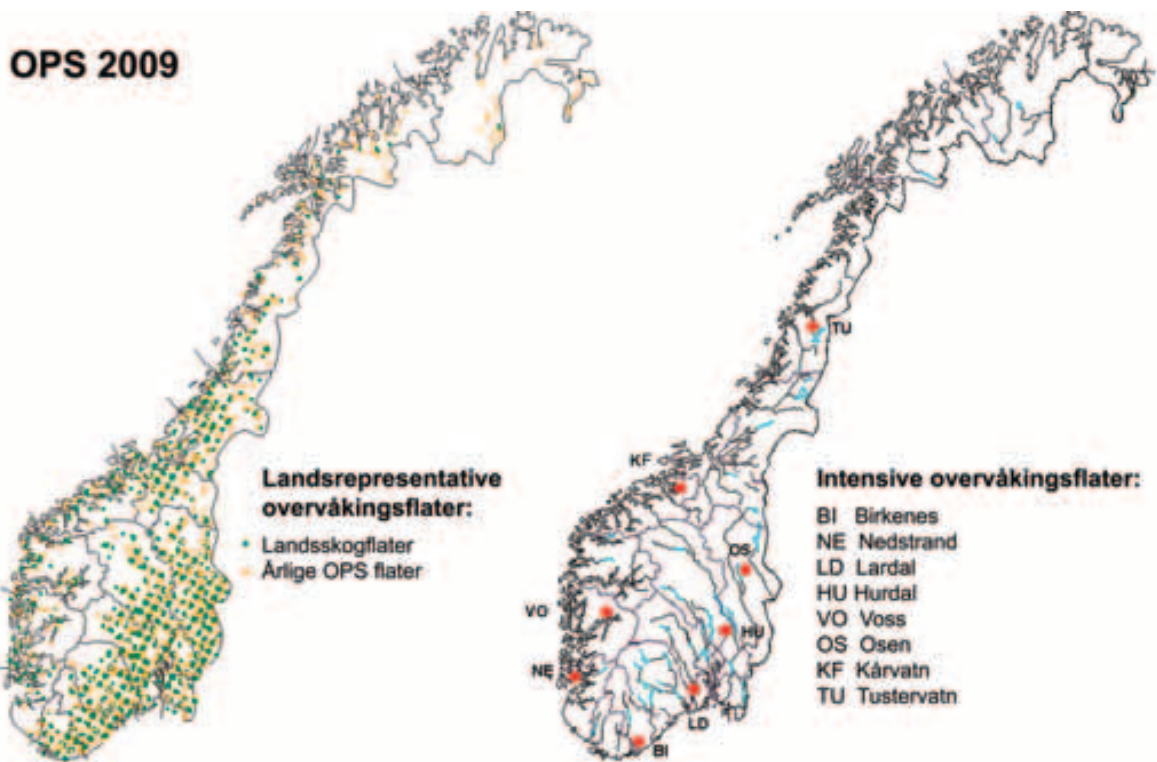
og trær som oppsøkes varierer noe fra år til år på grunn av avvirkning, vindfelling og at nye flater opprettes når kravene til en prøveflate blir oppfylt (Landsskogtakseringen 2009). I 2009 ble 1697 flater med totalt 9643 trær oppsøkt. Kronetilstandsregistreringer ble utført på alle levende trær på flatene som tilfredsstilte kravene til overvåkingstrær; i alt 4319 gran-, 2909 furu- og 2273 bjørketrær.

Intensive flater (IF, Level 2) inngår i den europeiske overvåkingen, ICP Forests Level 2-flater (Andreassen et al. 2010). Den intensive overvåkingen skjer på fast definerte flater på ca 2500 kvadratmeter, i homogen skog. Flatene ble etablert i nesten alle fylker i perioden 1986–1989. I 2009 var åtte av opprinnelig 17 intensivt overvåkede flater i drift. På disse flatene inngår et større registrerings- og måleprogram enn på de andre overvåkingsflatene. Disse dataene er også viktige i det internasjonale samarbeidet der data fra Level II flatene gir grunnlag for vurderinger av skogøkosystemet på europeisk nivå. Kronevurdering og jordanalyser er obligatorisk. I tillegg utføres analyser av kjemisk innhold i luft, nedbør, jordvann og barnåler, samt av skogsvegetasjonen. Enkelte registreringer utføres årlig eller med flere års mellomrom (Tabell 1), mens noen målinger foretas kontinuerlig eller med bare en til to ukers mellomrom i henhold til metodene beskrevet i ICP Forests-manualen (UNECE 2010a). Når disse målingene vurderes sammen, kan vi identifisere mulige effekter av luftforurensninger. Målinger og observasjoner av strøfall, fenologi og meteorologi inngår også i det europeiske programmet, men for tiden ikke i OPS.

Målinger av forurensning i luft og nedbør, atmosfæriske tilførsler, utføres av Norsk institutt for luftforskning (NILU) på seks stasjoner i Norge (Aas et al. 2010). OPS inngår i dette programmet, og mange av stasjonene 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.skogoglandskap.no/temaer/ops>.





Figur 1. De to settene av overvåkingsflater i 2009; landsrepresentative flater til venstre og intensive flater til høyre

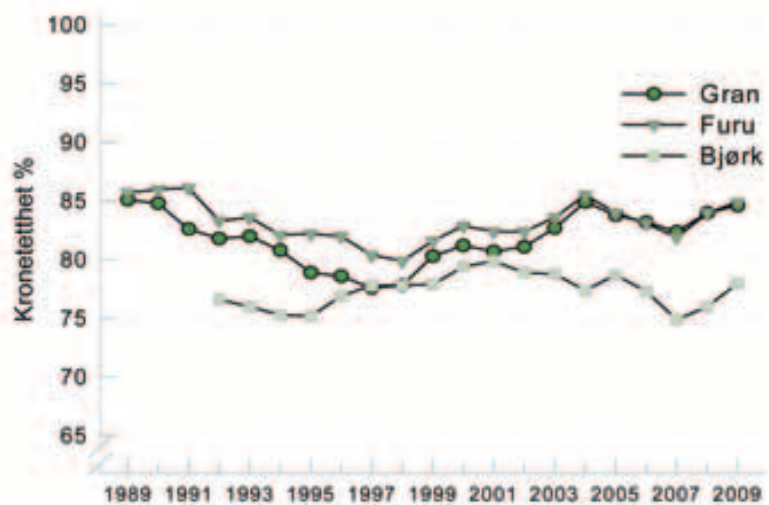
### 3. RESULTATER

#### 3.1 Trærnes kronetilstand

Resultatene fra skogovervåkingen i Norge i 2009 viser at skogens helsetilstand, landet sett under ett, er stabil. Det var en økning i kronetetthet for både gran, furu og bjørk.

I den landsrepresentative overvåkingen (Timmermann et al. 2010) ble gjennomsnittlig kronetetthet registrert til 84,6 % for gran og 84,9 % for furu, mens hos bjørk var kronetettheten 78 % i 2009 (Figur 2). For gran og furu representerte dette en økning på henholdsvis 0,6 og 0,9 %, og for bjørk på 2 % sammenlignet med kronetettheten i 2008. Eldre trær (>60 år) har generelt lavere kronetetthet enn yngre trær (<60 år). Kronetetthet økte i begge aldersgruppene hos alle treslagene i 2009. Fra 1989 til 1997/98 var det en årlig nedgang i kronetettheten for gran og furu, mens det i perioden 1998 til

2004 har vært en økning. Fra 2004 til 2007 avtok kronetettheten igjen, før den i 2008 økte kraftig hos både gran og furu. Utviklingen har vært omtrent likt for disse to treslagene over hele overvåkingsperioden. Begge hadde lavest kronetetthet i 1997/98. Siden da har kronetettheten hos gran økt med 7 % og hos furu med 5 %. Hos bjørk har kronetettheten



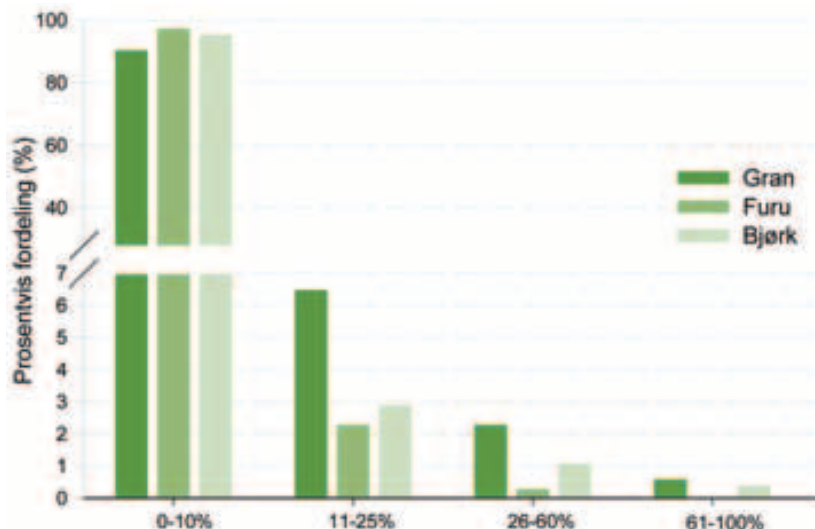
Figur 2. Utvikling av gjennomsnittlig kronetetthet for gran, furu og bjørk fram til 2009 på de landsrepresentative flatene.

hatt en positiv utvikling i perioden 1994 til 2001, mens den etter dette har hatt en synkende tendens. Til tross for økningen fra 2007 til 2009, har bjørk fortsatt lav gjennomsnittlig kronetetthet.

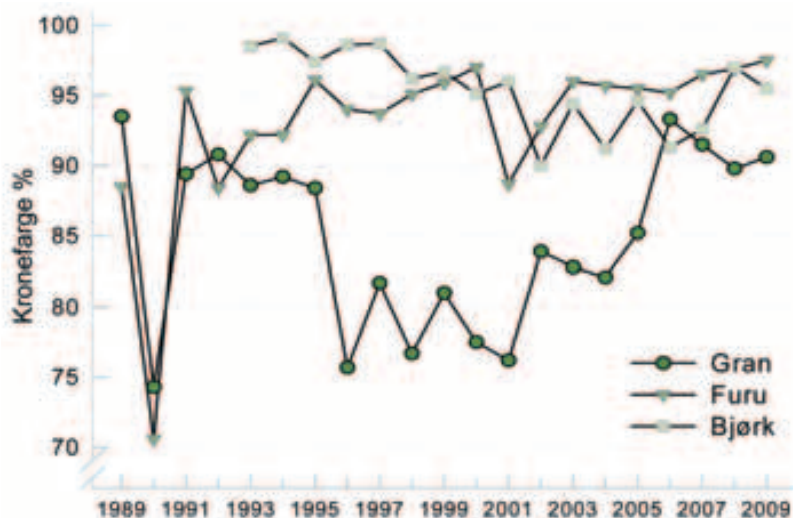
Andelen trær med fulltete kroner var for gran 54,7 %, furu 40,3 % og for bjørk 26,4 %. Dette representerer en økning for gran på 3,9 %, for furu på 3,3 % og for bjørk på 3,6 % sammenlignet med resultatene for 2008.

Andelen grantrær med normal, grønn kronefarge (prosentandel trær med 90 % grønne bar nåler) økte fra 2008, og var på 90,6 % i 2009 (Figur 3 og 4). Utviklingen av kronefarge over tid viser at for gran har andelen trær med normal kronefarge økt kraftig siden 1996 på de landsrepresentative flatene. Det er som tidligere hovedsakelig eldre grantrær som er mest misfarget. Også hos furu var andelen trær med normal grønn farge noe høyere enn året før, 97,5 %. Hos bjørk derimot var det en nedgang i andelen trær med normal grønn kronefarge til 95,5 % (-1,5 %). Nedgangen var omtrent lik for trærne over 60 år og de under 60 år.

Omfanget av misfarging og kroneutglisning kombineres til vitalitetsklasser, som er et uttrykk for det samlede skadeomfanget hos et tre. I 2009 ble det



Figur 3. Omfang av kronemisfarging for gran, furu og bjørk på de landsrepresentative flatene i 2009.



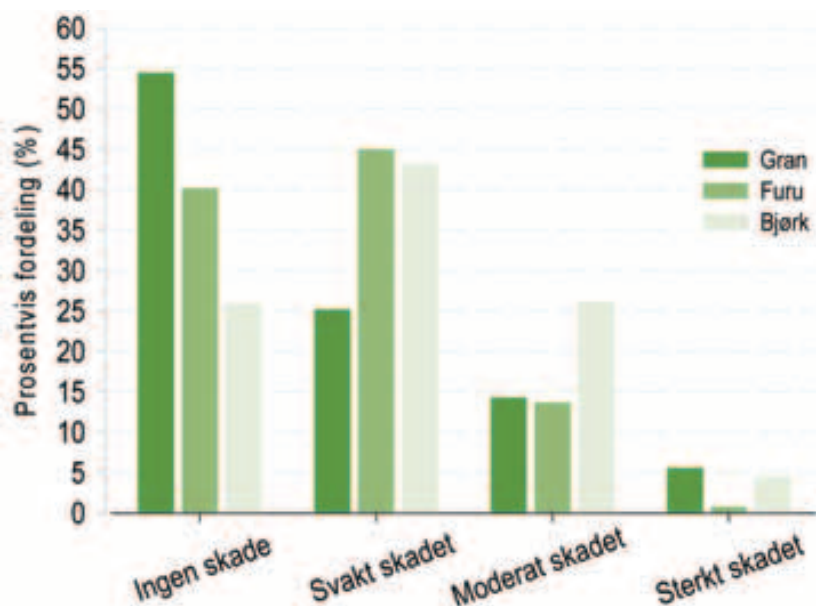
Figur 4. Utvikling av kronefarge for gran, furu og bjørk fram til 2009 på de landsrepresentative flatene. Prosentandel normalt grønne trær (0-10 % misfarging)

hos alle treslagene registrert flere trær uten slike kroneskader. I 2009 hadde 54,6 % av grantrærne «ingen skade» (Figur 5), en økning på 0,6 % i forhold til i 2008, mens 5,7 % falt i klassen «sterkt skadet». Det var stort sett grantrær eldre enn 60 år i denne klassen (Figur 6). Hos furu var 40,3 % av trærne «ikke skadet», en økning på 3,4 %, og bare 0,9 % «sterkt skadet». Hos bjørk hadde 26 % av trærne «ingen skade» i 2009, en økning på 3,2 %, mens 4,6 % var «sterkt skadet». Bjørk har dermed fortsatt en vesentlig høyere grad av skader i form av misfarging og utglisning i krona enn gran og furu, selv om de fleste bjørketrær med kroneskader falt i klassen «svakt skadet». For gran- og furutrær yngre enn 60 år var hhv. 85,0 % og 79,7 % av trærne i klassen «ingen skade», mens blant bartrær eldre enn 60 år var det få trær i klassen «ingen skade», hhv. 16,7 % hos gran og 22,4 % hos furu. Andelen yngre bjørketrær (under 60 år) i klassen «ingen skade» lå i 2009 på 33 %. Hos de eldre bjørketrærne (over 60 år) var kun 9,5 % i klassen «ingen skade».

Det ble registrert få biotiske og abiotiske skader på gran og furu i 2009. Av de undersøkte grantrærne var 0,4 % angrepet av sopp eller insekter, mens 1,9 % hadde abiotiske skader

(vind, snø, tørke, og frost) (Figur 7). Av furutrærne var 1,5 % skadet av sopp eller insekter, mens 1,3 % hadde abiotiske skader. Det var først og fremst nåler (1,3 %) og stammen (1,9 %) hos grantrærne som hadde skader, og nåler (1,4 %), kvister/greiner og årets skudd (begge 1 %) hos furu (Figur 8). Hos bjørk var det en sterk nedgang i antall insektskader i 2009 i forhold til tidligere år, mens skader forårsaket av sopp og abiotiske faktorer økte. 9,8 % av bjørketrærne var skadet av målere og 2,5 % av andre insekter, 5,0 % av bjørkerustsopp eller andre sopper, og 4,1 % hadde abiotiske skader. Totalt 18,5 % av bladene hos bjørk var skadet og 3,1 % av greinene/kvistene, særlig småkvistene. 1,9 % av bjørketrærne hadde skader på stammen.

På de intensive flatene (Andreassen et al. 2010) var det en signifikant økning i gjennomsnittlig kronetetthet for gran på 3,2 % fra 2008 til 2009 (Tabell 2). Gjennomsnittlig kronetetthet for gran i 2009 lå på 84 %. Alle flatevise endringer i kronetetthet for gran fra 2008 til 2009, med unntak av Tustervatn og Hurdal, var signifikante. Voss hadde den største oppgangen i kronetetthet fra året før med 6,4 %. Det var flatene i Nedstrand og Osen som hadde

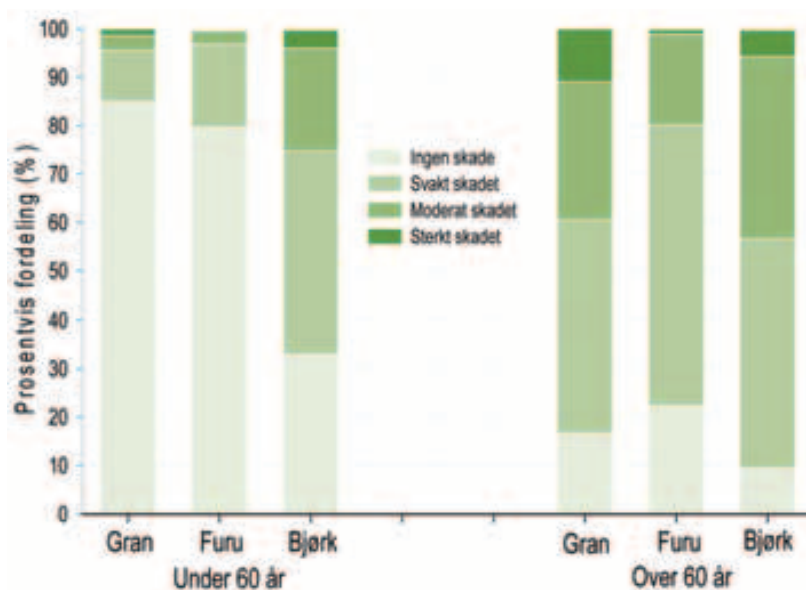


Figur 5. Fordeling av andelen gran-, furu- og bjørketrær på vitalitetsklassene i 2009.

høyest kronetetthet i 2009 med 88 %, mens Tustervatn og Hurdal hadde lavest med henholdsvis 74 og 83 %. Flata ved Tustervatn har i flere år hatt lav kronetetthet. Forskjellen mellom flatene med høyest kronetetthet (Nedstrand og Osen) og den med lavest (Tustervatn) var 14 %. I 2009 var det en tydelig bedring i kronetettheten, etter fire år med noe lavere kronetetthet. Årene før 2005 bar preg av til dels store svingninger i kronetettheten. Kronetetthet hos furu i 2009 økte både i Osen og på Kårvatn. Kronetettheten på de to furuflatene har vært relativt stabil siden 1998. Blant furutrærne på Osen-flata

har den holdt seg mellom 85 og 90 %, og på Kårvatn mellom 80 og 85 %.

Andelen grantrær med normal grønn kronefarge minsket signifikant med 9 % i gjennomsnitt for alle flatene fra 2008 til 2009 (Tabell 2). Andelen misfargete grantrær (trær med mer enn 10 % misfarging) økte signifikant fra 2008 til 2009 på flatene i Lardal, Hurdal og Tustervatn, mens det på de andre flatene var små endringer. I Lardal ble det registrert misfarging på nesten halvparten av trærne, mens i Hurdal og Tustervatn var henholdsvis 1/3 og 1/6 av trærne misfarget. På de

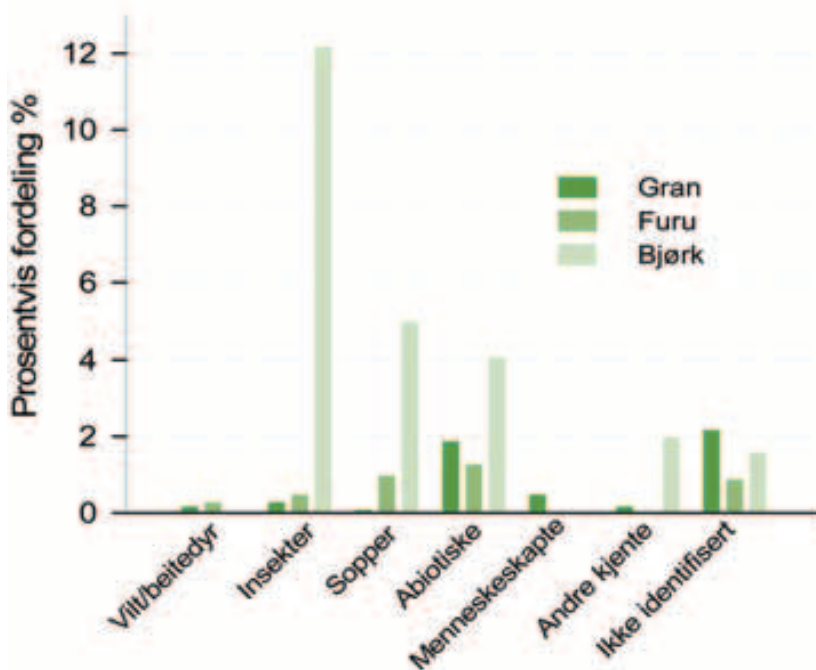


Figur 6. Fordeling av vitalitetsklasser på gran, furu og bjørk i 2009, yngre og eldre enn 60 år.

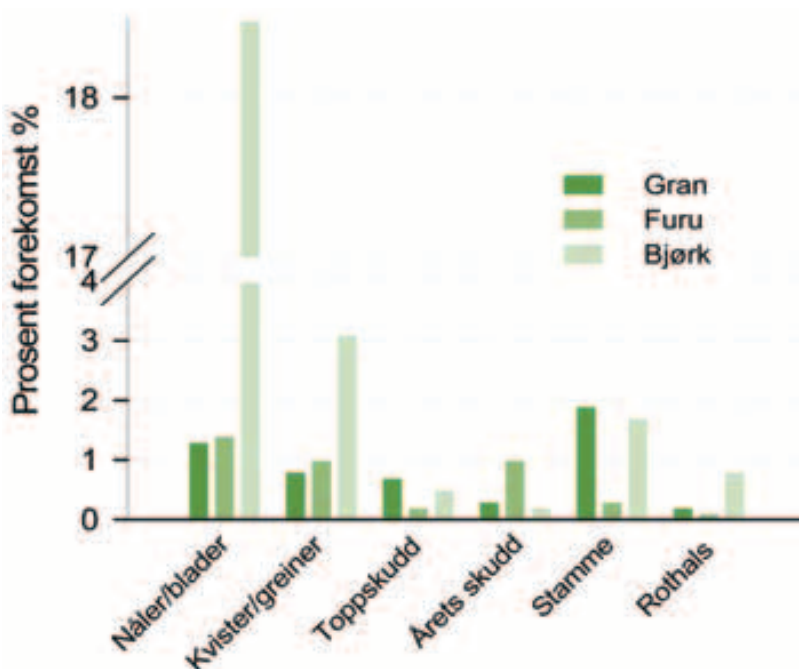
andre flatene var det lite misfarging, og nesten alle grantrærne ble bedømt som friskt grønne (maks. 10 % misfarging) i 2008. Siden 1999 har andelen normalt grønne grantrær på de intensive overvåkingsflatene generelt vært høy, over eller rundt 90 %, mens 1990-tallet var preget av store variasjoner i kronefarge og generelt mye misfarging, sannsynligvis relatert til tørkeperioder som forekom hyppig i 1990-åra. Det var nesten ingen misfarging på furutrærne i Osen, og bare 10 % på furuene i Kårvatn i 2009. Det har vært store svingninger i kronefarge for furu gjennom overvåkingsperioden, særlig på midten av 1990-tallet. I de aller fleste årene av overvåkingsperioden har andelen normalt grønne furutrær likevel ligget på eller nær 100 %.

Av de 596 trær som ble kronebedømt på de intensive overvåkingsflatene i 2009, hadde 60 trær en kronetetthet lavere enn 75 % og 16 trær hadde mer enn 25 % misfarging. De fleste av trærne med lav kronetetthet stod på flata i Tustervatn, og her fantes også flest trær med «dieback»-symptomer med

avdøying av små og store kvister. Det ble ellers registrert få skader på overvåkingsflatene.



Figur 7. Prosentvis fordeling av skadeårsaker i 2009.



Figur 8. Deler av trærne som hadde flest skader i 2009.

Tabell 2. Kronetetthet (%) og kronefarge (%-andel grønne trær) for hovedtreslaget på Level 2 flatene i 2009 og endringer fra 2008 i parentes (\*=signifikante endringer). Gjennomsnittstall (Gj.snitt) for granflatene. Antall bedømte trær pr. flate (totalantallet i parentes) og sum treantall for alle flatene.

Flate	Treslag	Kronetetthet	Kronefarge	Trær bedømt (totalt)
BI	Gran	86,7 (4,6*)	100 (7)	46 (149)
NE	Gran	88,2 (2,6*)	100 (0)	50 (119)
LD	Gran	84,2 (3,8*)	54 (-37*)	54 (102)
HU	Gran	83,3 (2,1)	64 (-20*)	61 (74)
VO	Gran	83,9 (6,4*)	97 (3)	61 (126)
OS	Gran	88,1 (2,8*)	95 (-1)	127 (322)
OS	Furu	90,4 (0,9*)	99 (-1)	67 (69)
KF	Furu	82,1 (0,5)	90 (-6)	68 (107)
TU	Gran	74,2 (0,3)	82 (-18*)	62 (121)
Gj.snitt/Sum	Gran	84,1 (3,2*)	85 (-9*)	596 (1189)



Figur 9. Sterkt angrep av askeskuddsjuke på et asketre. Typiske symptomer med skuddavdøing. Foto: Halvor Solheim.



Figur 10. Skog drept av granbarkbiller (*Ips typographus*). Foto Skog og landskap og Karsten Sund, Naturhistorisk museum.

### 3.2 Spesielle skader i 2009

Denne lista er utarbeidet etter rapportene innsendt til «Skogskader på Internett» og befaringer.

Askeskuddsjuke. Askeskuddsjuke, forårsaket av askeskuddsoppen *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (*Chalara fraxinea*), ble først oppdaget i Norge i 2008 og var da spredd over store deler av Sørlandet og Østlandet. I 2009 ble flere asketrær angrepet i de infiserte områdene, og mange asketrær var sterkt berørt. De første trærne drept av askeskuddsoppen ble registrert, små trær opp til 3 m høyde. Sjukdommen har i 2009 spredd seg også til nye områder, og den har kommet ca 30 km inn i Rogaland, hvor kommunene Lund, Sokndal og Eigersund nå er berørt.

Granbarkbille (*Ips typographus*). I 2009 var det mange steder store billefangster, og det er en stadig økning i billefangstene i Trøndelag og Nordland. Ellers er fangstene omtrent på samme høye nivå som i fjor. Det er rapportert angrep på enkelttrær og tregrupper og det er en økende bekymring fra skogbrukshold. Disse billeangrepene er rapportert muntlig og skriftlig i skogskader på internett, mens billefangstene er fra observasjoner i billefeller (Økland et al 2010).

Grantørke. Toppskranting og avdøying av gran i yngre produksjonsskog i hogstklasse 3 og 4 er blitt observert på stadig flere steder i sørøst-Norge, i fyl-

kene Aust-Agder, Telemark, Vestfold, Buskerud og Akershus. Stressede trær angripes av blant annet barkbiller og honningsopp (*Armillaria* spp.). Tørke er trolig en viktig stressfaktor, men også andre forhold, slik som manglende skogskjøtsel kan virke inn (Solberg 2004).

Heggspinnmøll (*Yponomeuta evonymella*). Også i 2009 ble det observert mange «spøkelsesaktige» heggetrær på Østlandet og i Trøndelag. Insekttet spinner et karakteristisk tett nett rundt heggen og spiser opp de grønne bladene. Selv om det er fjerde året på rad med sterke angrep er det foreløpig ikke rapportert om avdøying av hegg grunnet flerårige angrep.

Målere. Det var fortsatt en del angrep av målere på bjørkeblad både i Nord-Norge og i nordøstlige fjellstrøk i Sør-Norge i 2009. Fjellbjørkemåleren (*Epirrita autumnata*) er som vanlig den som dominerer. Andre arter kan opptre lokalt og særlig vanlig er liten høstmåler (*Operophtera brumata*).

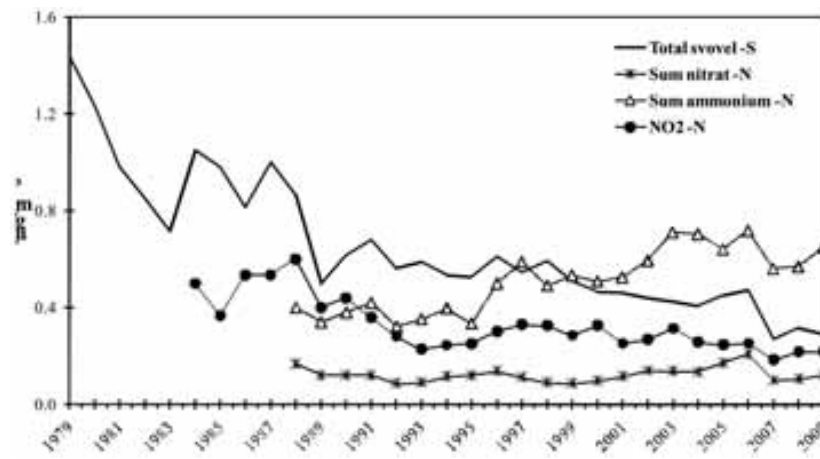
Rødbandsjuka på furu (*Mycosphaerella pini*) som gjør mye skade på ung furu i Europa ble for første gang påvist i Norge i august 2009. Den ble funnet på noen steder i Bardu og Målselv. Sjukdommen har nylig kommet til Finland og har spredd seg raskt over hele Finland. At den nå er funnet i Troms kan tyde på at den har spredd seg via Finland.



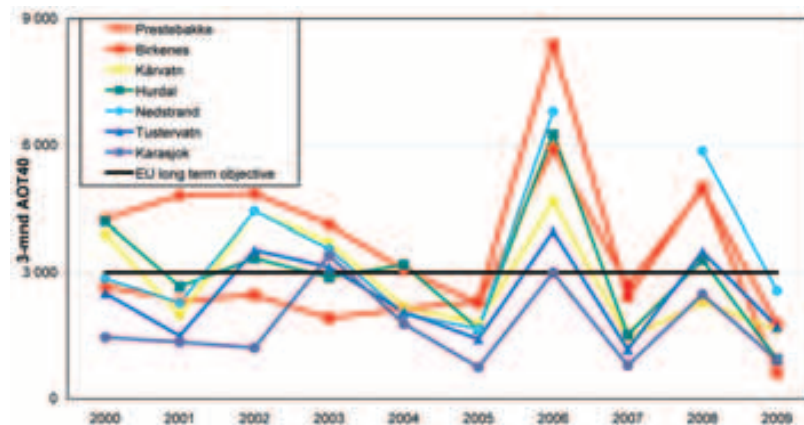
Figur 11. Toppskranting med tørr topp hos gran i hogstklasse 3 og 4 er observert mange steder i sørøst-Norge. Foto Svein Solberg og Jens Arild Kroken.



Figur 12. Rødbandsjuka på furu (*Mycosphaerella pini*) er påvist for første gang i Norge i 2009. Foto Halvor Solheim



Figur 13. Midlere årlige konsentrasjoner i luft av total svovel ( $\text{SO}_2 + \text{SO}_4^{2-}$ ), sum nitrat ( $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3$ ), sum ammonium ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) og nitrogendioksid ( $\text{NO}_2$ ) på fire norske bakgrunnstasjoner (Birkenes, Kårvatn, Tustervatn, Karasjok/Jergul).



Figur 14. Tremåneders AOT-verdi for eksponering av ozon (1. mai – 1. august) for årene 2000-2009. EUs langtidsmål på 3000 pbb-timer er markert i figuren.

### 3.3 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger

I 2009 ble svovel- og nitrogenforbindelser i luft målt på seks 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. Vi tok prøver døgnetvis eller ukentlig (Søgne) og målemetoder er i henhold til det europeiske måleprogrammet (EMEP 2001, Aas et al. 2010). Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid og sulfat i luft var høyest langs kysten i Sør-Norge og i Finnmark, representert med SO<sub>2</sub>-konsentrasjon på Søgne på 0,24 µg S/m<sup>3</sup> og Karasjok med 0,18 µg S/m<sup>3</sup> (Tabell 3). Sør- og Øst-Norge har de høyeste nivåene av oksiderte nitrogenforbindelser. 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). Bidraget av tørravsatt svovel til den totale avsetning var 14–32 % om sommeren og 3–25 % om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark. I Finnmark er tørravsetningsbidraget relativt høyt på grunn av høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. I Karasjok er det henholdsvis 29 % tørravsetning om sommeren og 40 % om vinteren. Tørravsetningen for nitrogenkomponenter bidrar mest til totalavsetningen, mens for svovelforbindelser er det omvendt.

Endringer i luftens innhold av svovel- og nitrogenforbindelser samsvarer godt med rapporterte endringer i utslipp i Europa (EMEP 2009). Fra 1980 var den gjennomsnittlige observerte reduksjonen av SO<sub>2</sub> konsentrasjonen i Norge mellom 88 % og 94 % og for sulfatpartikler mellom 74 % og 81 %. Årsmiddelkonsentrasjonen av nitrogenforbindelsene i luft viser ingen entydig tendens siden målingene startet i 1986, utenom en relativt tydelig nedgang for NO<sub>2</sub> etter 1990,.

I 2009 ble ozonkonsentrasjonen målt med UV monitor på åtte stasjoner på fastlandet, og målingene viste generelt lave verdier sammenlignet med tidligere år. Bortsett fra minimumsåret 2007 var ozonnivåene i 2009 blant de laveste som er målt. Årsaken til de lave nivåene er høyst sannsynlig meteorologiske forhold, blant annet den kjølige og regnfulle sommeren i Sør-Skandinavia (Aas et al 2010). Det er ikke grunn til å tro at de lave ozonnivåene kan forklares med drastiske endringer i utslippene av ulike nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og flyktige organiske forbindelser (VOC) i Europa. Ozonnivåene fra år til år er i stor grad styrt av værforholdene, og i Norge skyldes forhøyede

ozonkonsentrasjoner stort sett transport av forurensninger fra Storbritannia eller kontinentet. Ozonepisoder her til lands henger sammen med høytrykk i sør/sørøst med transport av varme luftmasser inn til landet.

Det benyttes flere ulike kriterier for å vurdere mulige effekter av ozon på skog og vegetasjon og grenseverdier er satt av UNECE og EUs luftkvalitetsdirektiv (EU 2002). Tålegrensene skal reflektere vegetasjonens vekstsesong, og vekstsesongens lengde varierer med planteslag og breddegrad. Det er utarbeidet kriterier basert på akkumulert eksponering over terskelverdien 40 ppb (80 µg/m<sup>3</sup>) (Accumulated exposure over the threshold of 40 ppb, AOT40). AOT40 beregnes som summen av differansen mellom timemiddelkonsentrasjonen og 40 ppb for hver time der ozonkonsentrasjonen overskrider 40 ppb.

Grenseverdien for landbruksvekster satt av UNECE på 3000 ppb-timer (AOT40-verdi for dagslystimer for perioden 15. mai–15. August) ble ikke overskredet på noen av stasjonene i 2009. Høyest var verdien på Sandve (Nedstrand) med 2011 ppb-timer. EU-direktivets grenseverdi på 9000 ppb-timer, som skal være oppfylt innen 01.01.2010, er i dag oppfylt ved alle de norske stasjonene. Verdier over langtidsmålet på 3000 ppb-timer har imidlertid forekommet i de fleste av de siste ti årene, Figur 13. Vi gjør oppmerksom på at AOT-verdiene vist i Figur 14 refererer til tremånedersperioden mai-juli (som er angitt i direktivet), uten noen «nordisk tilpasning» slik det er beskrevet av grenseverdiene i UNECE 2009. Med en såkalt nordisk tilpasning, det vil si med beregningsperioden 15. mai til 15. August, er AOT-verdiene noe lavere i og med at ozonivået generelt er lavere i august enn i mai i Norge

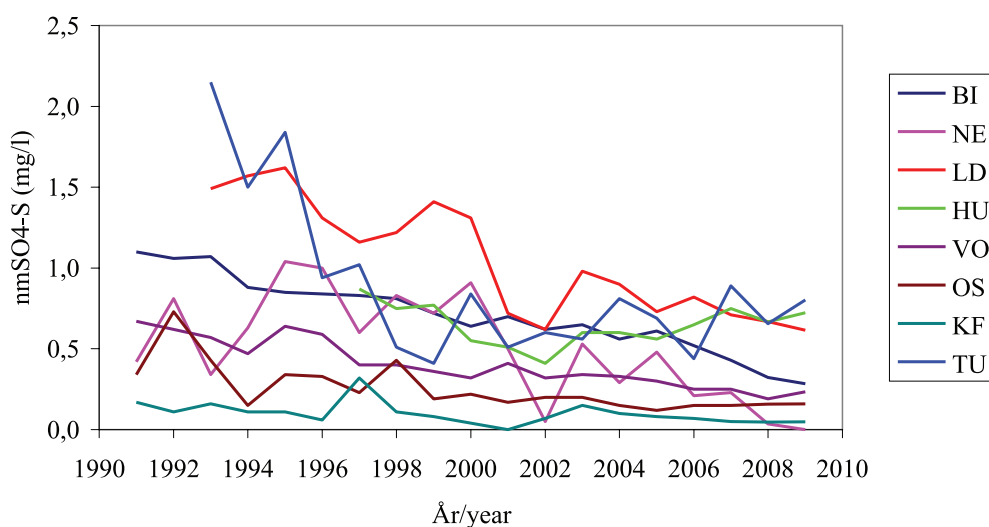
Grenseverdien for skog på 10.000 ppb-timer for seksmåneders AOT40-verdi for dagslystimer (april-september) ble heller ikke overskredet på noen stasjoner i 2009. Den høyeste verdien var 4276 ppb-timer på Nedstrand.



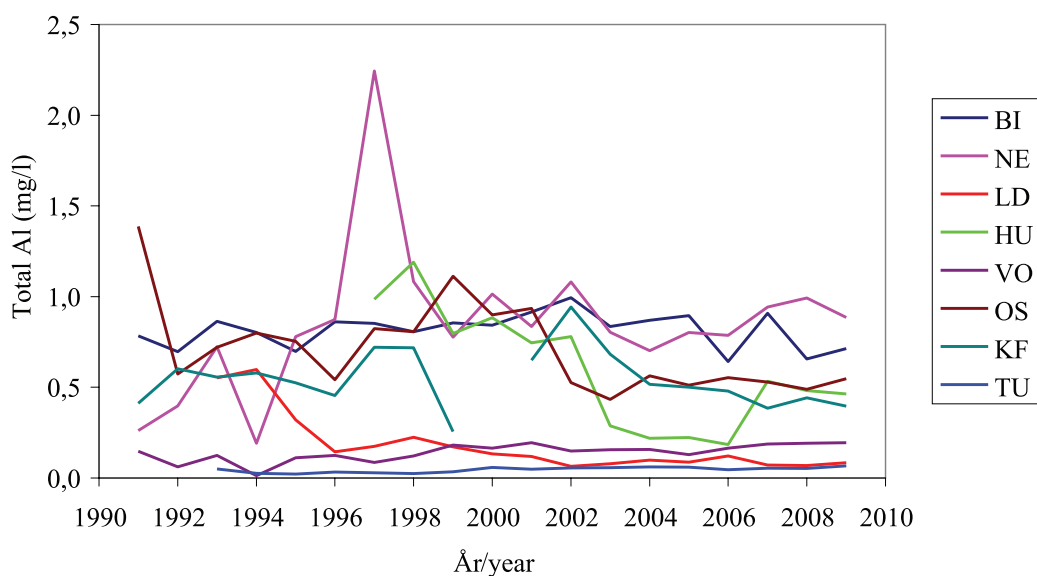
Tabell 3. Årsmiddelkonsentrasjoner av luftkomponenter på norske bakgrunnsstasjoner, 2009.

STASJON	Årsmiddelkonsentrasjoner									
	SO <sub>2</sub> µg-S/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> µg-S/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg-N/m <sup>3</sup>	sum NO <sub>3</sub> µg-N/m <sup>3</sup>	sum NH <sub>4</sub> µg-N/m <sup>3</sup>	Mg µg/m <sup>3</sup>	Ca µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>
Birkenes	0,06	0,30	0,44	0,26	0,66	0,04	0,04	0,04	0,36	0,39
Søgne	0,24	0,36	-	0,31	0,52	0,06	0,04	0,05	0,72	0,53
Hurdal	0,04	0,21	0,71	0,17	0,55	0,02	0,03	0,04	0,07	0,14
Kårvatn	0,03	0,14	0,17	0,06	0,75	0,02	0,03	0,03	0,15	0,15
Tustervatn	0,05	0,15	0,11	0,07	1,06	0,03	0,04	0,02	0,27	0,21
Karasjøk*	0,18	0,25	0,15	0,09	0,12	0,02	0,03	0,03	0,23	0,20

\* Kun NH<sub>4</sub>-konsentrasjonen som er inkludert for sum NH<sub>4</sub>.



Figur 15. Langtidstrender i ikke-marint SO<sub>4</sub>-S i jordvann fra 15 cm-sjiktet. Koder for flatenavn i Figur 1.



Figur 16. Langtidstrender for totalkonsentrasjon av aluminium i jordvann fra 15 cm-sjiktet. Høye verdier på Nedstrand i 1997 skyldes høye sjøsaltkonsentrasjoner. Koder for flatenavn i Figur 1.

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

Nedbør i skog. Langtidstrenden for nedbør i skog er positiv, med mindre tilførsel av forsurende stoffer. Tilførselen av forsurende stoffer til Norge er, i tillegg til utslipp og vindretning, imidlertid også avhengig av nedbørsmengde. Mye av de variasjonene vi har sett i resultatene de siste årene kan derfor tilskrives meteorologiske forhold. Som i tidligere år, var pH i frittfallende nedbør og kronedrypp generelt litt lavere sør i landet, men forskjellen var liten. Konsentrasjoner og deposisjon av nitrat (NO<sub>3</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>) og antropogent (menneskeskapt) sulfat (SO<sub>4</sub>) var høyest sør i landet i både frittfallende nedbør og i kronedrypp. Deposisjon av antropogent sulfat fortsetter å vise en generell svak nedgang, mens nedgangen i deposisjon av uorganiske nitrogenforbindelser ser ut til å ha flatet ut.

Jordvann. Jordvannet samles inn hver uke i den frost- og telefrie perioden av året. For de kjemiske analysene blir disse prøvene slått sammen slik at de representerer en fire-ukers periode. pH i jordvann var også i 2009 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 få intensive flater og relativt kort tidsserie.

Konsentrasjoner av ikke-marint sulfat varierte betydelig, men det er fortsatt en svak avtagende tendens (Figur 15). Konsentrasjoner av potensielt toksiske aluminiumforbindelser var under grenseverdier for skader på grantrær. Langtidstrender i totalkonsentrasjoner av aluminium er vist i Figur 16.

### 3.5 Kjemisk analyse av barnåler

I 2009 ble det tatt nåleprøver for kjemisk analyse av de samme trærne på de intensive flatene som har vært benyttet annethvert år siden 1995. Årets analyse er dermed den åttende i denne tidsserien.

Analysene i 2009 viste at konsentrasjonen av makronæringsstoffene i årets barnåler hadde forandret seg relativt lite i forhold til 2007, og at de målte verdiene lå innenfor normalen for eldre barskog i Norge. (Tabell 4). Konsentrasjoner av makronæringsstoffer i området mellom mangel- og optimumsgrense anses for å være normale eller tilstrekkelige for gran. Næringsmangel defineres her som elementinnhold i nåler som sammenlignet med normale forhold fører til dårligere vekst og, ved enda lavere konsentrasjoner, til synlige mangelsymptomer, mens konsentrasjoner over optimumsgrensa ikke lenger fører til bedre vekst (UNECE 2000). Mangel- og optimumsgrenser i tabellene og figurene er beregnet etter Brække (1994), Hüttl (1991) og Stefan et al. (1997).

Konsentrasjonen av kalsium (Ca), kalium (K) og magnesium (Mg) i barnålene lå i området for normal eller optimal næringskonsentrasjon i nålene fra alle flater. Konsentrasjonen av fosfor (P) var lav på flatene i Nedstrand, Hurdal og Kårvatn (Tabell 4).

Konsentrasjonen av N i barnålene økte i Birkenes, Nedstrand og Lardal og var på disse tre flatene i området for tilstrekkelig næringskonsentrasjon. På de andre flatene lå N-konsentrasjonen under mangelgrensa (Tabell 4). N-mangel er imidlertid normal i boreale barskoger, hvor dette er det vanligste vekstbegrensende næringsstoffet (Binkley & Högborg 1997). Flata på Sørlandet (Birkenes) hadde den høyeste konsentrasjonen av N i barnålene. Bare i 1995 og 1999 ble det målt høyere konsentra-

Tabell 4. Konsentrasjoner av makronæringsstoffer i mg/g tørrstoff i årets barnåler 2009 (endringer fra 2007 i parentes. KF og TU: ingen nåleanalyse i 2007). Gj.snitt: Gjennomsnittet for granflatene. Std.av.: Standardavvik. Normal: Området mellom mangel- og optimumsgrense med normale/tilstrekkelige konsentrasjoner av makronæringsstoffer for gran og furu.

Flate	Ca	K	Mg	N	P	S
BI	3,2 (0,1)	7,4 (-0,4)	1,3 (0,1)	13,7 (0,5)	1,4 (-0,2)	0,90 (0,01)
NE	2,9 (-0,4)	6,4 (0,1)	1,2 (0)	13,1 (0,6)	1,2 (-0,1)	0,84 (-0,07)
LD	3,9 (0,1)	6,6 (-1,1)	1,3 (0,2)	13,1 (0,6)	1,4 (-0,1)	0,78 (-0,09)
HU	3,1 (-0,1)	5,1 (-0,3)	1,0 (0,2)	11,6 (0,1)	1,2 (0)	0,69 (-0,05)
VO	3,6 (-0,4)	6,0 (0,3)	0,9 (0,1)	11,6 (-0,1)	1,3 (0)	0,80 (-0,03)
OS	4,1 (-1,3)	7,3 (0,8)	1,0 (-0,1)	11,3 (-1,0)	1,8 (0,1)	0,75 (-0,04)
KF-furu	1,8	6,3	0,8	9,3	1,0	0,61
TU	2,0	8,0	0,9	10,6	1,3	0,71
Gj.snitt	3,2 (-0,5)	6,7 (-0,1)	1,1 (0,1)	12,2 (0,1)	1,4 (-0,1)	0,78 (-0,04)
Std.av.	1,4	1,6	0,2	1,3	0,3	0,1
Normal	1,4 -3,2	4,5 -7,3	0,7 -1,1	13,0 -17,0	1,2 -1,8	0,70 -0,90

Tabell 5. Dekningsprosent for sjikt/artsgrupper som sum av enkeltarter innen sjikt/gruppe. Feltsjikt=lyng+gras+urter+bregner.

Sjikt	Hurdal			Kårvatn			Osen			
	1999	2004	2009	1991	1999	2004	2009	1999	2004	2009
Trær	29,8	26,9	26,4	21,8	20,7	19,8	17,1	32,3	35,1	36,2
Lyng	28,9	46,2	46,1	55,8	61,6	65,3	64,2	47,6	43,1	16,6
Gras	1,4	1,6	1,6	6,3	6,4	5,9	5,5	2,7	3,6	4,4
Urter	6,9	8,0	7,7	9,6	7,9	7,1	6,8	8,4	10,9	9,9
Bregner	3,0	2,7	2,4	7,8	10,6	10,3	9,4	1,7	1,5	1,3
Felt	40,2	58,5	57,8	79,5	89,5	88,6	85,9	60,4	59,1	32,2
Moser	84,6	75,4	78,4	72,1	53,5	49,4	47,1	95,1	87,8	86,7
Lav	0,0	0,0	0,0	8,3	7,1	6,9	7,1	0,0	0,0	0,0

sjoner av N i barnålene i Birkenes. Lardal hadde like høye N-konsentrasjoner i nålene som Nedstrand.

De to flatene på Sørvestlandet (Birkenes og Nedstrand), som er mest utsatt for langtransporterte forurensinger, hadde de høyeste svovel (S) -verdier i barnålene av alle overvåkingsflater (Tabell 4). Med unntak av Birkenes gikk innholdet av S i barnålene ned på alle flater fra 2007 til 2009. Konsentrasjonen av S var lavest i Hurdal, Kårvatn og Tustervatn.

For en god trehelse er det også avgjørende at næringsstoffenes konsentrasjon i barnålene står i et balansert forhold til hverandre. For høy eller for lav konsentrasjon av ett næringsstoff i forhold til de andre næringsstoffene kan føre til næringsubalanse og over tid til næringsmangel (Kjønaas & Stuanes 2008). Så selv om barnålenes P-konsentrasjoner var lave på noen av flatene, var de likevel på et tilstrekkelig nivå i forhold til de lave nitrogen- (N) konsentrasjonene. Også de andre makronæringsstoffene fantes i tilstrekkelige konsentrasjoner i forhold til N på alle flater.

Konsentrasjonen av næringsstoffer kan variere fra år til år. Temperatur og nedbør påvirker næringsstoffenes tilgjengelighet i jordvannet, og dette kan forklare noe av svingningene i næringsstoffenes konsentrasjon i barnålene mellom årene (Hüttl 1991). Det må også bemerkes at tidspunktet for nåleprøvetaking (første halvdel av september) er litt tidlig i forhold til når trærnes hvileperiode begynner, noe som også kan føre til svingninger i de målte næringskonsentrasjonene fra år til år. Hadde prøvene blitt tatt innenfor hvileperioden og fra flere enn fem prøvetrær pr flate ville vi sannsynligvis fått et mer nøyaktig bilde, men dette ligger utenfor rammene til OPS og ICP Forests.

### 3.6 Vegetasjon

Vegetasjonen er registrert hovedsakelig med 5 års mellomrom på de intensive overvåkingsflatene

siden etableringen i 1986 (OPS 1989). Frekvens og dekning av enkeltarter er registrert på 50 småruter à 1x1 m i Hurdal, Kårvatn og Osen i 2009. Tabell 5 viser dekningen av forskjellige artsgrupper. I siste overvåkingsperiode fra 2004–2009 har det med ett unntak ikke skjedd større endringer i mengde eller frekvens av artene, sammenlignet med registreringene i 2004. På flaten i Osen var det en reduksjon i dekningen i lyngsjiktet fra 43 % i 2004 til 17 % i 2009. Her var det særlig blåbær som gikk kraftig tilbake, og det ble også observert et angrep av soppen *Valdensinia heterodoxa* på denne flaten (Andreassen et al. 2010). Av lyngsjiktene har Kårvatn høyest dekning, og de viktigste artene her er blåbær, tyttebær, blokkebær og røsslyng. På Kårvatn har dekningen av lyngartene økt fra 56 % i 1991 til 64 % i 2009. På Kårvatn er også innslaget av gras (inkludert halvgras), urter og bregner betydelig, men med unntak av bregner har disse artsgruppene hatt en svak nedgang i dekningen siden 1991. I Hurdal er dekningen av gras liten og stabil, mens den har økt til 4,4 % i Osen. I Hurdal og Osen er smyle (*Avenella flexuosa*) den dominerende grasarten, mens det på Kårvatn er blåtopp (*Molinia caerulea*). Endringene i feltsiktet er små med de unntak som følger av *Valdensinia*-angrepet på blåbær i Hurdal i 1999 og i Osen i 2009. Dekningen av mose er størst i Osen (87 % i 2009). Siden 2004 har det både i Osen og på Kårvatn vært en mindre nedgang (1–2 %) i dekningen av mose, mens den i Hurdal har steget med 3 %. Dekningen av etasjemose er høy på alle flatene og i femårsperioden 2004–2009 er det registrert små endringer unntatt i Hurdal der dekningen økte med 3 % til 19 %. Dekningen av torvmose økte også mest i Hurdal fra 19 til 25 % i siste tiårs periode. På Kårvatn fins det et visst innslag av lav, vesentlig reinlav og dekningen av disse har variert siden registreringen startet.

Vegetasjonen på flatene som ble reanalysert i 2009 preges av en dynamisk stabilitet. Mengden av

noen arter endret seg i overvåkingsperioden 2004–2009, men som regel ikke på alle felta samtidig, og heller ikke i samme retning. Med ujevne voksestedsbetingelser blir det også betydelig variasjoner mellom smårutene innen en overvåkingsflate, noe som igjen gjør det vanskelig å påvise signifikante endringer. Gjennom overvåkingsperioden, 1991–2009, finnes det imidlertid signifikante endringer i deknningen av flere arter. For eksempel har smyle, blåbær og røsslyng (*Calluna vulgaris*) økt, mens tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*) og stormarimjelle (*Melampyrum pratense*) er redusert. Med unntak av blåbær har imidlertid ingen arter eller artsgrupper av urter endret seg signifikant fra 2004 til 2009. På noen flater har det vært betydelige endringer i deknningen av noen arter enkelte år, for så å vende tilbake til den opprinnelige dekningsprosenten. Slike årlige svingninger kan ha sammenheng med variasjoner i temperatur og nedbør i vekstsesongen, men det er også vanskelig å finne noen gradienter eller forklaring på endringen. Ett unntak er økt deknning av gras i Hurdal og Osen i perioden 1999 til 2009.

## 4. DISKUSJON

I Norge gikk antall skadde lauvtrær sterkt tilbake i 2009 sammenlignet med 2008, som var et stort skadeår. Mange lauvtrearter har fortsatt betydelige skader, som for eksempel ask, hegg og bjørk. Askeskuddsoppen forårsaker skuddvisning og av og til mortalitet. Og dersom sykdommen fortsetter angrepene eller brer seg til andre landsdeler enn sør- og Østlandet, eller fortsetter angrepene her, kan dette drepe mange trær. I mange land i nord Europa har sykdommen gjort store skader og drept mange trær (Kowalski 2006, Schumacher et al 2007, Thomsen et al 2007, Halmschlager & Kirisits 2008, Solheim 2009). Bjørk hadde vesentlig færre insektskader i 2009 enn i årene før. Hos furu derimot var det ingen store angrep av furubarveps som vi hadde i 2006, og det var få skader på gran i 2009. Omfanget av skogskader i Norge er ikke unormalt stort. I noen år har imidlertid insekt- og soppangrep hatt stort omfang på skogstrær her i landet. Barskogen ser ut til å greie seg bra, men Norge ligger fortsatt dårligst an av de nordiske landene (Figur 17).

Det har i det siste året vært en tydelig økning i gjennomsnittelig kronetetthet for gran og furu i Norge, etter noen år med nedgang. Imidlertid har det vært regionale forskjeller i tilstand og utvikling. Helsetilstanden må likevel sies å være tilfredsstillende sam-

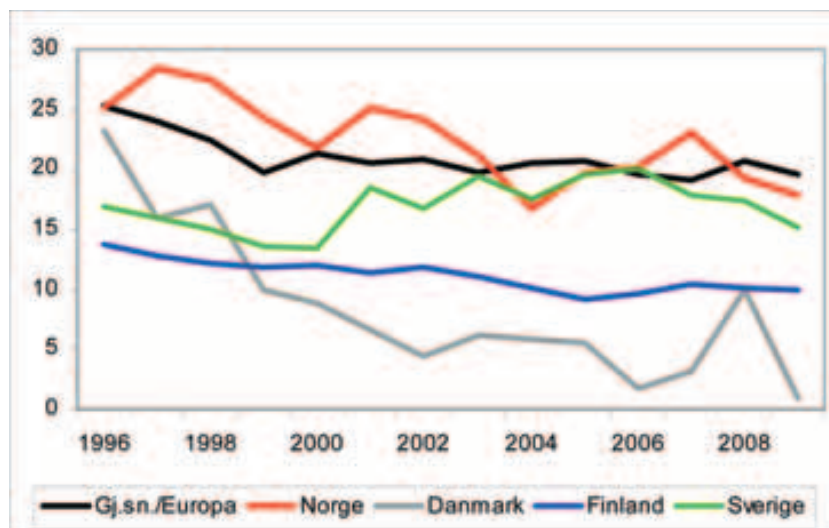
menlignet med det skadenivået vi hadde på 1990-tallet i norsk skog, selv om det har vært en del regionale variasjoner og variasjoner over tid. Skogens tilstand vurdert ved kronetetthet, kronefarge, skader og mortalitet, har ikke endret seg vesentlig gjennom overvåkingsperioden. Kronebedømmelse er imidlertid subjektiv og gir en del usikkerhet. Basert på analyser av kontrollregistreringer av observasjoner synes metoden likevel å gi en god beskrivelse av trærnes kronetilstand og utvikling over tid (Solberg 1999). En sannsynlig årsak til lav kronetetthet og mye misfarging på Sør- og Østlandet på nittitallet var de hyppige tørkesommene i disse områdene i 1989, 1991, 1992, 1994 og til dels i 1997. Disse somrene ble etterfulgt av en iøynefallende misfarging og påfølgende avdøying 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). Avdøyingen var også gjennomgående høyere på Sør- og Østlandet i denne perioden. At tørke er en stressfaktor i denne landsdelen viser også den sterke sammenhengen mellom tørkestress i juni og redusert tilvekst (Andreassen et al. 2006).

I Europa avtok også antall bartrær med skader (mer enn 25 % utglisning) i 2009, men de siste fire årene må likevel sies å være stabile totalt sett (UNECE 2010b). Utviklingen i den norske skogtilstanden tilsvarer derfor den utviklingen som har funnet sted i europeiske land Norge kan sammenlignes med (Figur 17). Den europeiske rapporten fra ICP Forests (UNECE 2010b) peker på flere mulige årsaker til forbedringen som er observert. Det legges spesielt vekt på de innvirkninger ulike værforhold har på skog.

Klimatiske forhold har betydelig innvirkning på de vannkjemiske forholdene i skogøkosystemet. Særlig er høye konsentrasjoner av aluminium i stor grad et resultat av sjøsalttilførsler gjennom ionebytteprosesser (Lange et al. 2006). Tilførsel av langtransportert svovel med nedbør har avtatt mye siden midten av 1970-tallet, og målinger viser mer enn halvering av svovelforbindelser ( $\text{SO}_2$  og  $\text{SO}_4^{2-}$ ) siden midten av 1980-årene. Sulfatkonsentrasjonen i jordvannet har avtatt tilsvarende. Årsakene til variasjonene i skogens vitalitet er usikre, men resultatene av overvåkingen så langt, sammenholdt med registreringer av skogskader, tyder på at skogskadebildet er styrt av værforholdene og skadegjørere i regionale mønstre som endrer seg noe fra år til år (Solberg 2004, Solberg & Dalen 2007). Klimatiske forhold kan gi

skader direkte, eller de kan legge grunnlag for sopp- og insektangrep. De store angrepene på bjørk og furu vi har hatt de siste årene av fjellbjørkemåler (*Epirrita autumnata*) og furubarveps (*Neodiprion sertifer*) kan være initiert av klimatiske forhold enten direkte ved oppformering av insektene eller indirekte ved en gradvis svekkelse av trærnes motstandskraft (Krokene 2007, Solberg & Dalen 2007). For eksempel ser det nå ut til at det store angrepet av furubarveps vi hadde for et par år siden i enkelte distrikter på Østlandet nå er over. Soppene granrust (*Chrysomyxa abietis*), furuas

knopp- og greintørke (*Gremmeniella abietina*) og bjørkerust (*Melampsoridium betulinum*) har hatt omfattende angrep de siste årene, og disse angrepene er i stor grad klimatisk styrt (Solheim 2001, 2008, Solheim & Skrøppa 2005). En del av forklaringen er at fuktig vær, slik vi har hatt mye av i Sør-Norge de siste årene, legger til rette for sporespredning av noen arter, mens tørt vær tilrettelegger for spredning av andre sporer igjen (Solheim 1990, 2008). Etablering av sopp begunstiges hovedsakelig av fuktig vær. Enkelte skadetyper er av kronisk art, og kan forklare vedvarende misfarging og kronetthet ved at trærne svekkes over tid når de først har fått for eksempel en råteskade. I mellom-europa ble det funnet en sterk sammenheng mellom angrep av rotkjuke (*Heterobasidion*) og kronetthet og kronefarge (Schmid-Haas 2002). Rotkjuke er svært vanlig i norske granskoger. Huse et al. (1994) undersøkte råteforekomsten i granskog og fant at rundt 20 % av grantrærne var angrepet av rotkjuke. Det geografiske mønsteret i skogens kronetthet, omfang av misfarging og variasjonene over tid, samsvarer ikke med mønsteret en skulle forvente å finne ved skader av langtransporterte luftforurensninger i Norge. Her i landet har det geografisk mønster av luftforurensninger i hovedsak vist størst tilførsler lengst sør. Denne avtakende tilførselen (deposisjon) mot nord er tydeligst for sur nedbør som for eksempel forurensninger oppløst i nedbør, ikke-marint sulfat, uorganiske nitrogenforbindelser og syre (H<sup>+</sup>). I tillegg til mest forurensning sør i landet er det også en forventning om at skadelige effekter først kommer i sør med lavere tålegrense for skogsjord siden jorddekket her er tynt og



Figur 17. Andel bartrær med kroneskader (mer enn 25 % utglisning) i Norge, Danmark, Sverige, Finland og i sammenlignbare land i Nord og Mellom-Europa. (UNECE/EC 2008b og data fra [www.icp-forests.org](http://www.icp-forests.org))

i stor grad består av mineraler som forvitrer seint (Abrahamsen et al 1994). Det er i OPS ikke funnet tegn på at langtransporterte luftforurensninger har ført til skader på skog (Solberg & Tørseth 1997, Solberg 1999, Solberg et al. 2002, Solberg et al. 2004). Tålegrenseberegninger for Norge tyder også på at sur nedbør, gjennom jordforsuring, ikke vil være noen stressfaktor for skog, heller ikke på lang sikt (Larssen & Høgåsen 2003). Dette forklares av at forvitringen av mineralmateriale i skogsjorda er en langsiktig kilde av basekationer til jordvannet, som normalt er stort nok til å erstatte tapet av basekationer etter sur nedbør og hogst. Det er imidlertid fortsatt usikkerhet knyttet til kriterier for skader på trær, samspill mellom variasjon i klima og luftforurensning, samt at det kan finnes følsomme lokaliteter som ikke er fanget opp i dagens datasett.

Reduksjonen av lyngarten blåbær på flata i Osen skyldes sannsynligvis gunstige forhold for spredning av sopp *Valdensinia heterodoxa* på flata i perioden før registrering av vegetasjonen. Denne soppen ble observert på flaten i 2009 og kan føre til bladfall hos blåbær og tyttebær (Aamlid 2000). I Hurdal var det et liknende *Valdensinia*-angrep og reduksjon av blåbær i 1999 (Solberg et al. 2000), men etter angrepet økte deknningen av blåbær igjen til ca 40 % og som også er deknningen i 2009. Grasarten smyle, som er følsom for nitrogenkonsentrasjoner i jord, har også økt i mengde på disse to flatene i siste 10 årsperiode.

## ETTERORD

OPS er finansiert av Landbruks- og matdepartementet og av Miljøverndepartementet/KLIF. Vi takker alle som har bidratt med sitt arbeid for å muliggjøre denne rapporten, inklusive andre for-

skere, teknikere og feltarbeidere ved de deltakende institusjonene, og lokale observatører og stasjonsholdere.

## LITTERATUR

- Abrahamsen, G., Stuanes, A.O. & Tveite, B. 1994. (Eds.) Long-term experiments with acid rain in Norwegian forest ecosystems. *Ecological Studies* 104: 342 s.
- Andreassen, K., Clarke, N., Røsberg, I., Timmermann, V. 2010. Intensiv skogovervåking i 2009. Resultater fra ICP Forests Level 2 flater i Norge. *Intensive forest monitoring in 2009. Results from ICP Forests Level 2 plots in Norway*. Rapport fra Skog og landskap 08/2010: 27 s.
- Andreassen, K., Solberg, S., Tveito, O.E. & Lystad, S.L. 2006. Regional differences in climatic responses of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) growth in Norway. *Forest Ecology and Management* 222: 211–221.
- Binkley, D. & Högberg, P. 1997. Does atmospheric deposition of nitrogen threaten Swedish forests? *For. Ecol. Manage.* 92: 119–152.
- Brække, F.H. 1994. Diagnostiske grenseverdier for nærings-elementer i gran- og furunåler. *Aktuelt fra skogforskningen* 15/94: 1–11.
- 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.
- EMEP 2001 EMEP manual for sampling and chemical analysis. Revised 2001. EMEP/CCC Report 1/95. URL: <http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/index.html>.
- EMEP 2009. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe in 2008. Norwegian Meteorological Institute, EMEP Status report 1/2009.
- 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.
- Halmschlager, E. & Kirisits, T. 2008: First record of the ash dieback pathogen *Chalara fraxinea* on *Fraxinus excelsior* in Austria. *New Disease Reports*, Volume 17. In: <http://www.bspp.org.uk/ndr/july2008/2008-25.asp> (08.04.2008).
- 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.
- Huse, K., Solheim, H. & Venn, K. 1994. Råte i gran registrert på stubber etter hogst vinteren 1992. (Summary: *Stump inventory of root and butt rots in Norway spruce cut in 1992*). *Rapp. Skogforsk* 23/94: 1–26.
- Hüttl, R.F. 1991. Die Blattanalyse als Monitoring-Instrument im Waldökosystem. In: *Proceedings from IUFRO and ICP-Forests Workshop on monitoring, Prachatic, CSFR*. 139–147.
- Kjønaas, O.J. & Stuanes, A.O. 2008. Effects of experimentally altered N input on foliage, litter production and increment in a Norway spruce stand, Gårdsjön, Sweden over a 12-year period. *International Journal of Environmental Studies* 65: 433–465
- Kowalski, T. 2006. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology* 36: 264–270
- Krokene, P. 2007. Angrep av rødt furubarveps. Fagartikkel, Skog og landskap. [http://www.skogoglandskap.no/fagartikler/2007/rod\\_furubarveps](http://www.skogoglandskap.no/fagartikler/2007/rod_furubarveps).
- Landsskogtakseringen 2009. Landsskogtakseringens feltinstruks 2009. Håndbok fra Skog og landskap 05/09: 118 s + vedlegg.
- Lange, H., Solberg, S., & Clarke, N. 2006. Aluminum dynamics in forest soil waters in Norway. *Science of the Total Environment* 367: 942–957.
- Larssen, T. & Høgåsen, T. 2003. Tålegrenser og overskridelser av tålegrenser i Norge. *Naturens tålegrenser*. Fagrapport nr 116. NIVA rapport LNR 4722–2003, 1–24.
- OPS 1989 Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 1988. Norsk Institutt for Skogforskning. Ås, Norway. 52 pp.
- Schmid-Haas, P. 2002. Zur Waldinventur gehört die Überwachung der Vitalität. *Schweiz. Z. Forstwes.* 153(2): 68–75.
- Schumacher J, Wulf A, Leonhard S, 2007. Erster Nachweis von *Chalara fraxinea* T. Kowalski sp. nov. in Deutschland – ein Verursacher neuartiger Schäden an Eschen [First record of *Chalara fraxinea* T. Kowalski sp. nov. in Germany – a new agent of ash decline]. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 59, 121–123.
- 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., Andreassen, K., Clarke, N., Røsberg, I., Tørseth, K., Aamlid, D., Aas, W. 2000. Intensiv skogovervåkingsflater. Resultater fra 1999. *Intensive forest monitoring plots. Results 1999. Aktuelt fra Skogforsk* 5/2000. 22 s.
- Solberg, S. & Dalen, L.S. (red.) 2007. Effekter av klimændring på skogens helsetilstand, og aktuelle overvåkingsmetoder. *Viten fra Skog og landskap* 3/07: 42 s.
- Solberg, S., Andreassen, K., Clarke, N., Lange, H. 2009. Monitoring effects of air pollution and climatic stress on Norwegian forests. Long term ecosystem research: Understanding the present to shape the future. LWF-conference report Zürich, Switzerland.
- Solberg, S., Andreassen, K., Clarke, N., Tørseth, K., Tveito, O.E., Strand, G.H. & Tomter, S. (2004) The possible influence of nitrogen and acid deposition on forest

- growth in Norway. *Forest Ecology and Management* 192: 241–249.
- 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.
- 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.
- Solheim, H. 1990. Rotkjukas biologi. *Norsk Skogbruk* 36(6): 24–26.
- Solheim, H. 2001. Mye brun furu i Sørøst-Norge i år. *In: Woxholt, S. (ed). Kontaktkonferansen mellom skogbruket og skogforskningen i Telemark og Aust-Agder. Drangedal 19. – 21. september 2001. Aktuelt fra Skogforskningen 6/01: 9–11.*
- Solheim, H. 2008. Climate change risks on forest in Norway: pathogens. *In: Hantula, J., Henttonen, Niemelä, P., Vapaavouri, E. & Linder, S. (eds.): Network of climate change risks on forests (FoRisk), 1 p. SNS Workshop, Aug. 29, 2008, Umeå, Sweden.*
- Solheim, H. 2009. Bekymringsfull økning i askeskuddsjuka: Trær ser ut til å dø. *Skogeieren* 2009(7–8): 24–25.
- Solheim, H. & Skrøppa, T. 2005. Store angrep av granrust på Østlandet. *Skogeieren* 92 (5): 16–17.
- Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M., Skovsgaard, J. 1996. *Growth Trends in European Forests*. Springer. Berlin. 372 pp.
- Stefan, K. A. Fürst, R. Hacker and U. Bartels, 1997. *Forest Foliar Condition in Europe. Results of large-scale foliar chemistry surveys (survey 1995 and data from previous years)*. EC-UN/ECE, 1997, Brussels, Geneva, 207 pp.
- Thomsen I.M., Skovsgaard J.P., Barklund P, Vasaitis R, 2007. Svampesygdrom er årsag til toptørre i ask [A fungal disease is the cause of dieback of ash]. *Skoven* 05/2007, 234–236.
- Timmermann, V., Hysten, G. & Andreassen, K. 2010. Helsetilstanden i norske skoger. Resultater fra landsrepresentativ overvåking 2009. *The condition of Norwegian forests. Results from national surveillance 2009*. Rapport fra Skog og landskap 2010: in print.
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) 2000. *Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe, 2000 Technical Report*. EC, UN/ECE 2000, Brussels, Geneva. ISSN 1020–6078. 191 pp.
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) 2010a. *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Programme Coordinating Centres, ICP Forests. Hamburg/Geneve. Part I-XI. <http://www.icp-forests.org/Manual.htm>
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) 2010b. *Forest Condition in Europe 2009 Technical Report of ICP Forests, Work report of the Institute for World Forestry 2010 / 1*, Hamburg. 175 pp.
- 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, T. 1995. Skogskadesituasjonen i Norge. Status 1994. *Rapp. Skogforsk* 23/95: 1–19.
- Økland, B., Christiansen, E., Wollebæk, G. 2010. Granbarkbillen. Registreringer av bestandsstørrelsene i 2009. Oppdragsrapport 21/2009. 14 s.
- Aamlid, D., Solheim, H. & Venn, K. 1991. *Skogskader. Veiledning i overvåking av skogskader*. Norsk institutt for skogforskning, Ås. 53 s.
- Aamlid, D. 2000. Infections of *Valdensinia heterodoxa* and *Pucciniastrum vaccinii* on bilberry (*Vaccinium myrtillus*). Implications for monitoring ground vegetation. *Forest Pathology* 30: 135–139.
- Aas, W., Solberg, S., Manø, S. and Yttri K.E. 2010. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. *Atmosfærisk tilførsel 2009*. Norsk institutt for luftforskning. ISBN 978–82–425–2223–8. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1074/2010. TA-2664/2010.187s.









## Forfatterinstruks for Forskning fra Skog og landskap

- Manus skrives i Word 12 punkt skrift med 1 ½ linjeavstand, ren tekst; uten bruk av stiltyper i word.
  - » Forord
  - » Sammendrag
  - » Innledning
  - » Materiale og metode
  - » Resultat
  - » Konklusjon/diskusjon
  - » Litteratur
- Titler skal identifiseres ved hjelp av nummerering; 1., 1.1., 1.2., 2., 2.1., osv.
- Avsnitt markeres med dobbel linjeavstand.
- Latinske navn skal skrives i kursiv.
- Som desimalskille i tall skal det brukes komma på norsk og punktum på engelsk.
- Alle tabeller og talloppsett som skrives i Word, skal være med tabellfunksjonen (ikke bruk tabulator), og plasseres i teksten der det skal stå.
- Alle tabeller, figurer og bilder som er laget i andre programmer enn Word, skal vedlegges i sitt originale filformat. Velg gode størrelser i fontene så figurene beholder sin lesbarhet når de skaleres/nedfotograferes.
- Merk i manuset hvor tabeller/bilder/figurer i annet format enn Word skal inn. Skriv også inn tabell/bilde/figuratekst her.
- Strektykkelsen i figurer og grafer må ikke være mindre enn 0,11 mm, det vil si ¾ punkt.
- Tenk lesbarhet i grafer. Farger ser fint ut på skjermen, men er vanskelig lesbart i svart/hvit gjengivelse.
- Redaktøren tar standpunkt til om manuskriptet er kvalifisert for utgivelse i serien.

---

NORSK INSTITUTT FOR  
SKOG OG LANDSKAP

---

adr.: Pb 115  
NO-1431 Ås

---

tf.: +47 64 94 80 00  
faks: +47 64 94 80 01

---

nett: [www.skogoglandskap.no](http://www.skogoglandskap.no)

---

---

REGIONKONTOR  
NORD-NORGE

---

adr.: Skogbrukets hus  
NO-9325 Bardufoss

---

---

REGIONKONTOR  
MIDT-NORGE

---

adr.: Statens hus  
NO-7734 Steinkjer

---

---

REGIONKONTOR  
VEST-NORGE

---

adr.: Fanaflaten 4  
NO-5244 Fana

---

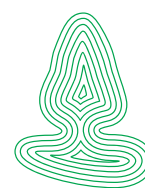
---

NORSK  
GENRESSURSENTER

---

adr.: Pb 115  
NO-1431 Ås

---



skog+  
landskap

