

skog+
landskap

Forskning fra Skog og landskap 6/07

OVERVÅKINGSPROGRAM FOR SKOGSKADER. ÅRSRAPPORT 2006

Norwegian monitoring programme for
forest damage. Annual report 2006

Kjell Andreassen, Volkmar Timmermann,
Nicholas Clarke, Ingvald Røsberg, Halvor Solheim
og 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:

Desember 2007

Trykk:

PDC-Tangen

Opplag:

300

Bestilling:

Norsk institutt for skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås

Telefon: 64 94 80 00

Telefaks: 64 94 80 01

www.skogoglandskap.no

ISBN 978-82-311-0034-8

ISSN 1890-1662

Omslagsfoto:

Inspeksjon av jordvannsanlegg på Tustervatn. Volkmar Timmermann.

Forskning fra Skog og landskap - 6/07

**OVERVÅKINGSPROGRAM FOR SKOGSKADER.
ÅRSRAPPORT 2006**

Norwegian monitoring programme for forest damage.
Annual report 2006

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

INNHold

Sammendrag	3
Summary	4
1. Innledning	5
2. Materiale og metoder	6
3. Resultater	7
3.1 Trærnes kronetilstand	7
3.2 Spesielle skader i 2006	10
3.3 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger	10
3.4 Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog	12
3.5 Vegetasjon – analyse på Langtjern	12
4. Diskusjon	13
5. Tilstanden i den norske skogen i forhold til andre land i Europa	15
6. Konklusjon – skogtilstanden	15
Etterord	15
Litteratur	16

SAMMENDRAG

Andreassen, K., Timmermann, V., Clarke, N., Røsberg, I., Solheim, H. & Aas, W. 2007. Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 2006. *Norwegian monitoring programme for forest damage. Annual report 2006. Forskning fra Skog og landskap. 06/07: 1–18.*

Året 2006 må regnes som et stort skadeår for furu og bjørk i Norge der vel fire prosent av furutrærne var angrepet av furubarveps, og over ti prosent av bjørketrærne var angrepet av fjellbjørkemåler. Omfanget av trær med nye toppbrekk, vindfall og andre snø- og vindrelaterte skader var omtrent på samme nivå som i hele overvåkingsperioden.

Skogens helsetilstand, registrert ved kronetetthet, misfarging og avdøying, 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. Langtransporterte luftforurensninger kan komme i tillegg til eller virke sammen med klimatiske forhold.

I 2006 ble kronetettheten noe redusert for treslagene gran, furu og bjørk, landet sett under ett. Nedgangen var størst i Agderfylkene og på Østlandet, og da særlig i Oppland og Hedmark.

Kronefarge forbedret seg for gran unntatt i Hedmark, der nedgangen fra tidligere år fortsetter. I furu- og bjørkeskog ble det derimot registrert færre misfargede trær i Norge. Det er de eldste trærne som er mest utsatt for misfarging.

Avdøingen hos gran og furu var ca seks promille på de landsrepresentative flatene og fire promille på de regionale flatene, mens den var tre promille hos bjørk på de landsrepresentative flatene. Det er de eldste trærne som er mest utsatt og har høyest dødelighet. Denne avdøingen hos skogstrær må betraktes som normal.

Nøkkelord: Skogens helsetilstand, overvåking, skogskader

SUMMARY

Andreassen, K., Timmermann, V., Clarke, N., Røsberg, I., Solheim, H. & Aas, W. 2007. Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 2006. *Norwegian monitoring programme for forest damage. Annual report 2006. Forskning fra Skog og landskap. 06/07: 1–18.*

2006 was a year with heavy forest damage in Norway since 4 % of Scots pine trees were attacked by pine sawfly (*Neodiprion sertifer*) and 10 % of birch trees were attacked by autumnal moth (*Epirrita autumnata*). The amount of new top breakage, windfall, and other wind and snow related damage was at about the same level as throughout the whole forest monitoring period.

Forest health, observed as crown density, discolouration and mortality, is also affected by climatic conditions such as drought, frost and wind, either directly or indirectly through their effect on the extent of fungal and insect attacks. Long-range transboundary air pollution might also affect forest condition, either alone or in combination with climatic conditions.

In 2006, the crown density decreased generally in Norway for the tree species Norway spruce, Scots pine and birch. The largest decreases were observed in the counties of Agder, Hedmark and Oppland.

The crown colour of Norway spruce has improved except in Hedmark County, where the decrease seen in previous years continues. In Scots pine and birch forest, fewer discoloured trees were observed. The discolouration is most frequently observed among the oldest trees.

The mortality was 0.6 % in Norway spruce and Scots pine forest on the national representative plots and 0.4 % on the regional plots. Birch mortality was 0.3 %. Again, the oldest trees had the highest mortality rate. However, this mortality has to be considered as normal.

Key words: *Forest health, monitoring, forest damage*

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 skadeområdet på norsk skog, vise utviklingstendenser over tid og belyse 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 Statens forurensningstilsyn (SFT). I tillegg deltar Norsk institutt for luftforskning (NILU), samt Fylkesmannens landbruksavdelinger og skogbrukssjefene i landets kommuner. Metodene for observasjoner og målinger er koordinert av det europeiske programmet, og registreringsmetodikken er dermed den samme over hele Europa (Tab.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 2006. For mer detaljert informasjon vises det til rapporter fra de utøvende institutter, se litteraturlisten.

Tabell 1. Observasjoner innen OPS i 2006 jevnført med internasjonale anbefalinger

Flatetype	Landsrepresentative flater – Level I (1682 flater)	Intensive flater – Level II (8 flater)	Regionale flater (509 flater)	ICP Forests
Flatestørrelse	250 m ²	2500 m ²	Variabel (gjennomsnittlig 700 m ²)	Level I har fire kluster av 4 trær i et 16x16 km nett. Level II: min 2500 m ² i homogen skog.
Kronetilstand	Alle flater, vurdert én gang årlig	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 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 på Sør-Østlandet én gang	Alle flater
Barnålkjemi	45 flater, én gang	Alle flater, annet hvert år	Alle flater på Sør-Østlandet én gang	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	*	15års 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 SFT's «sur nedbør program» (NILU).

**** Med noen flater menes omtrent 10 % av totalt antall Level II flater i landet

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 overvåkingsflater som inngår i programmet, og som er obligatorisk for å delta i det europeiske programmet (ICP Forests), er observasjoner av trærnes kronetilstand ved visuell kronebedømmelse, det vil si registrering av krone-tetthet, kronefarge, skader og andre parametre.

Antall flater i Norge som observasjonene har vært utført på, har variert. I de senere år har antall landsrepresentative og intensive flater blitt redusert. I tillegg er prøvetakingshyppigheten redusert, og det utføres færre observasjoner pr. flate.

Landsrepresentative flater (LF) er et landsdekkende flatesett og inngår i den europeiske overvåkingen, ICP Forests Level I-flater (Hysten & Larsson 2007). LF driftes av Norsk institutt for skog og landskap. Fra 1989 til 2000 ble kronetilstandsregistreringer utført for alle gran- og furutrær som stod på flater som lå i et 9x9 km rutenett i hele landets skogareal. Registreringer i dette nettet ble delvis nedlagt før feltsesongen i 2001. Flater i bjørkeskog har vært med siden 1992. Bjørk som stod på flater i et 18x18 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 9x9 km nettet. I tillegg kommer registreringer av krone-tetthet og kronefarge på et utvalg av gran- og furutrærne i Landskogtakseringens flatenett (3x3 km). Utvalget av flater er foretatt slik at tidsserier kan presenteres, og gjør det derfor mulig å sammenligne resultater over tid. Flatene har en fast størrelse på 250 m². De første registreringene ble utført av Landsskogtakseringen i 1984. Tilvekst registreres periodisk. Antall flater og trær som oppsøkes varierer noe fra år til år. I 2006 ble 1682 flater med 8995 trær oppsøkt.

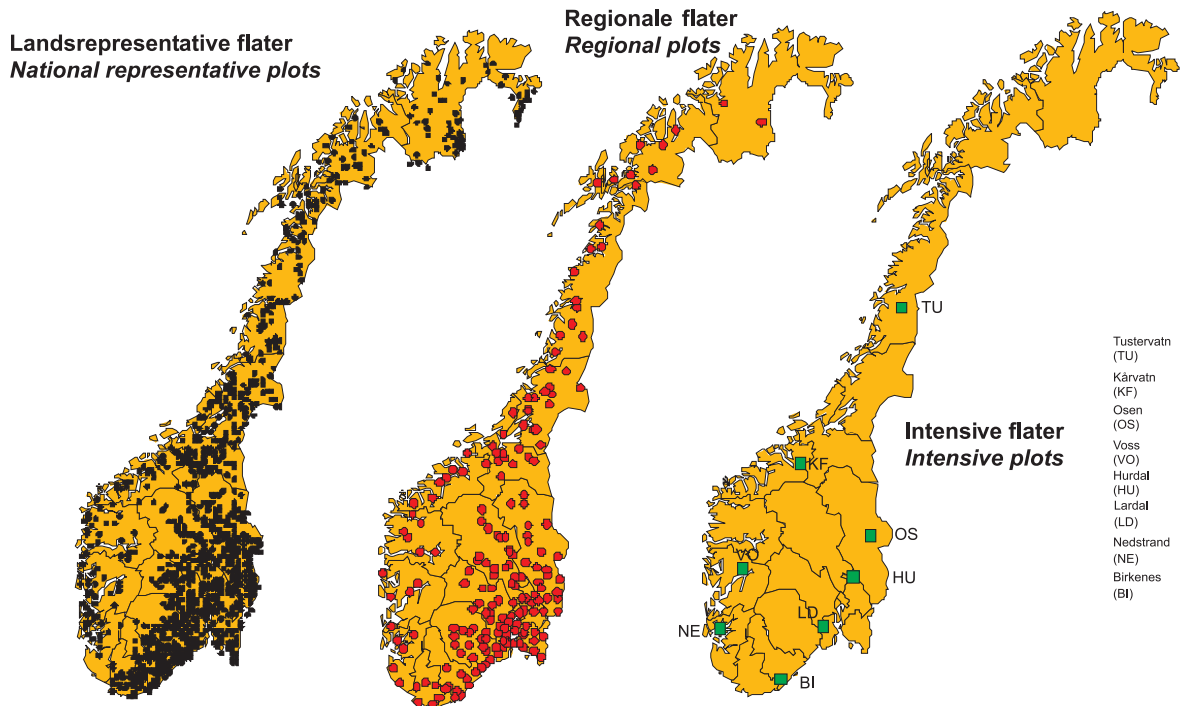
Regionale flater (RF), tidligere kalt *skogoppsynets overvåkingsflater* (SF), er et landsdekkende nett-

verk med flatesett i 172 skogbrukssjefdistrikter som ble opprettet i 1988. Årlige kronetilstandsregistreringer og tilvekstmålinger hvert femte år utføres av skogbrukssjefene ved de kommunale landbrukskontorer i samarbeid med Fylkesmannens landbruksavdelinger, mens Skog og landskap har ansvaret for metodikk og rapportering (Timmermann 2007). Hvert flatesett består av en flate i hver av 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). Flatene, som er på gjennomsnittlig 700 m², er subjektivt utvalgt, hovedsakelig i produktive granbestand. I 2006 ble det registrert kronetilstand på 509 flater og 28134 trær, og det ble målt tilvekst på 33177 trær på de samme flatene.

Intensive flater (IF), driftes av Skog og landskap, og inngår i den europeiske overvåkingen, ICP Forests Level II-flater (Andreassen et al. 2007). 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 2006 var 8 av opprinnelig 17 intensivt overvåkede flater i drift. På disse flatene inngår et større og mer avansert registrerings- og måleprogram enn på de andre overvåkingsflatene for å fremskaffe mange ulike typer data som skal 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. 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, mens noen målinger foretas kontinuerlig eller med bare en til to ukers mellomrom (Tab.1). 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 overvåkningsprogrammet for forurensningsutvikling i luft og nedbør, atmosfæriske tilførsler, utføres av Norsk institutt for luftforskning (NILU) på et tjuetalls stasjoner i Norge (Aas et al. 2007). OPS inngår i dette programmet, og mange av stasjonene ligger i nærheten av de intensive overvåkingsflatene.

Nærmere beskrivelse av det norske skogovervåkningsprogrammet 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 tre settene av overvåkingsflater i 2006; fra venstre: landsrepresentative flater, regionale overvåkingsflater og intensive overvåkingsflater.

3. RESULTATER

3.1 Trærnes kronetilstand

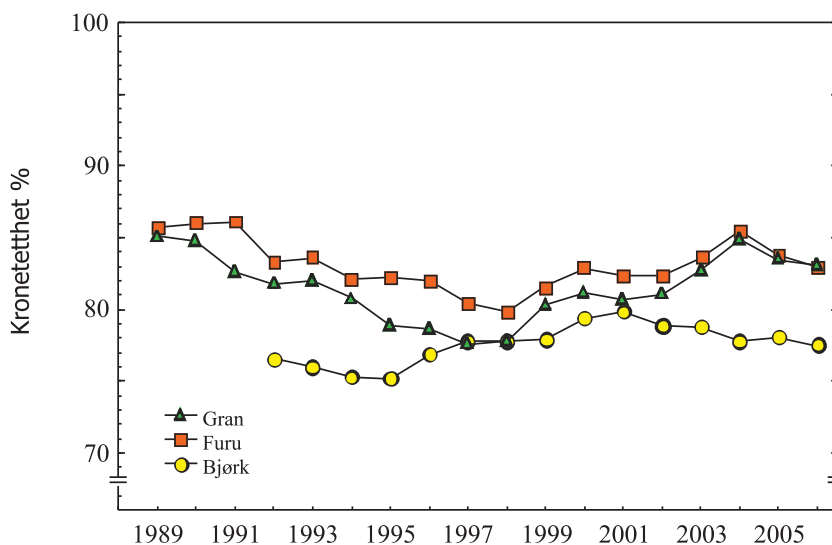
Resultatene fra skogovervåkingen i Norge i 2006 viser at skogens helsetilstand, landet sett under ett, er stabil, til tross for en liten nedgang i kronetetthet for alle treslagene som er overvåket.

I den landsrepresentative overvåkingen (Hylen & Larsson 2007) ble 0,5 % av alle oppsøkte trær i

2006 registrert som nye døde, 0,2 % av trærne hadde stammebrekk, 0,04 % hadde tørrtopp, 0,1 % var vindfelt og 0,5 % var avvirket. Kronetilstandsregistreringer ble utført på alle levende trær som tilfredsstilte kravene til overvåkingstrær; i alt 3878 gran-, 2911 furu- og 2097 bjørketrær på til sammen 1682 flater.

Gjennomsnittlig kronetetthet for gran var 83,3 %, for furu 83,2 % og for bjørk 77,3 %. For gran og furu representerte dette en reduksjon på henholdsvis 0,6 og 0,8 %, og for bjørk en reduksjon på 1,4 % sammenlignet med kronetettheten i 2005. Fra 1989 til 1998 var det en årlig nedgang i kronetetthet for gran og furu. I perioden fra 1998 til 2004 var det en økning av kronetetthet for gran og furu, mens det i de to siste årene igjen var en nedgang. For bjørk derimot avtok kronetettheten fra 2001 og frem til 2006, med unntak av en liten oppgang i 2005 (Fig. 2).

Andelen trær med fulltete kroner var for gran 51,1 %, furu 31,2 % og for bjørk



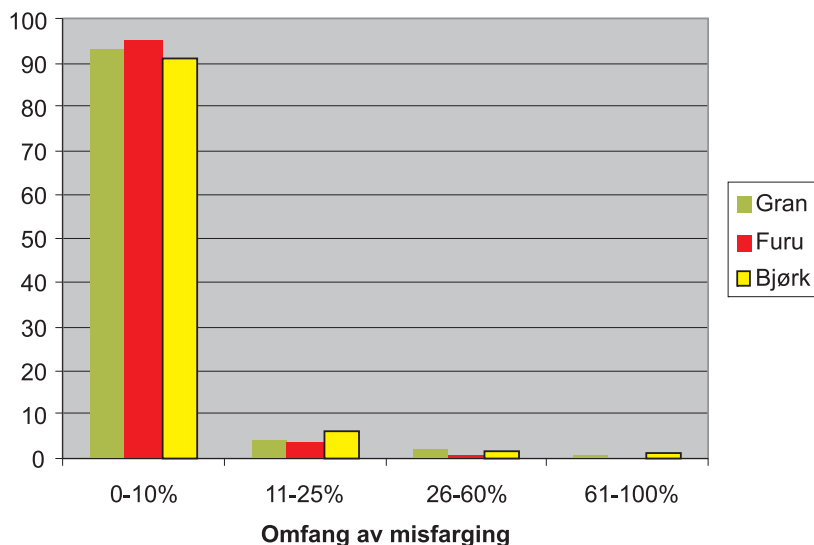
Figur 2. Utvikling av gjennomsnittlig kronetetthet for gran, furu og bjørk på de landsrepresentative flatene 1989–2006.

33,0 %. Dette representerer en nedgang for gran og bjørk på henholdsvis 2,3 og 1,9 % sammenlignet med resultatene for 2005, mens furu med 8,3 % hadde en betydelig større nedgang i andelen trær med fulltete kroner.

Andelen grantrær med normal, grønn kronefarge (prosentandel trær med 90 % grønne barnåler) var 93,2 % i 2006 (Fig. 3), som er 8,2 % høyere og en betydelig forbedring sammenlignet med året før (Fig. 4). Det er som tidligere hovedsakelig eldre trær som er misfarget. Misfargingen hos furu var på omtrent samme nivå som året før (91,5 % normalt grønne trær i 2006). For bjørk var det en nedgang i andelen trær med normal grønn kronefarge på 3,1 % til 91,2 % (Fig. 3). Utviklingen av kronefarge over tid viser at for gran har andelen med normal kronefarge økt mye de siste 5 åra (Fig. 4).

På de landsrepresentative flatene ble det registrert få skadetilfeller på gran i 2006, mens 4,3 % av furutrærne var skadet av rød furubarveps (*Neodiprion sertifer*). 10,4 % av bjørketrærne var skadet av fjellbjørkemåler (*Epirrita autumnata*), 8,7 % av andre insekter og 2,9 % av bjørkerustsopp (*Melampsorium betulinum*). Det kan være betydelige lokale forskjeller i angrep av skadegjørere.

Kronemisfarging

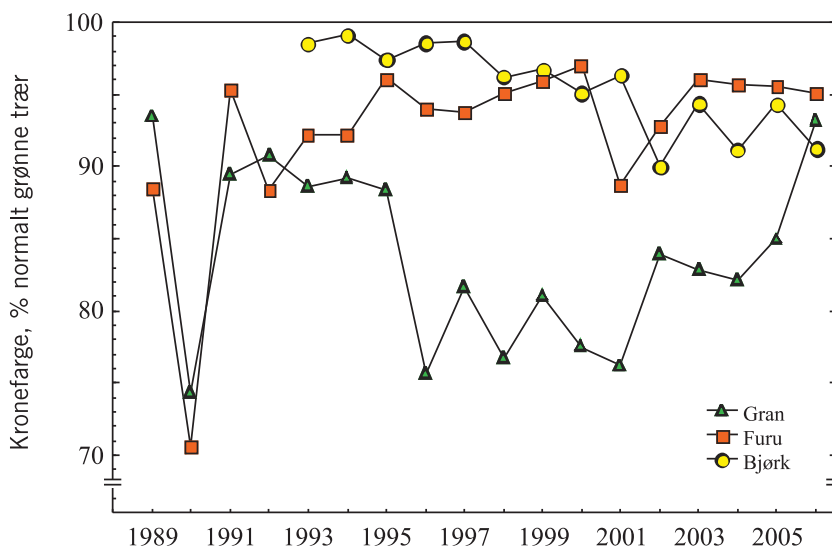


Figur 3. Omfang av kronemisfarging for gran, furu og bjørk på de landsrepresentative flatene i 2006.

Generelt sett ble det ikke registrert unormal avdøying for de overvåkede trærne i 2006. På landsbasis var avdøyingen for gran og furu 0,6 % og for bjørk 0,3 %, og samlet for alle treslagene 0,5 %.

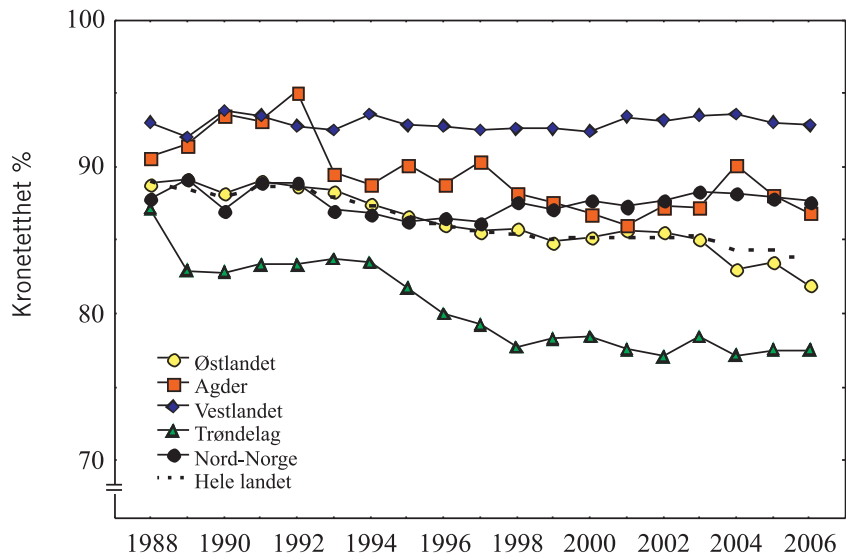
På de regionale overvåkingsflater (Timmermann 2007) ble det i 2006 registrert 33359 trær fordelt på 509 overvåkingsflater, dvs. gjennomsnittlig 66 trær pr. flate. Av disse egnet 28134 seg til kronebedømmelse (25927 gran- og 2207 furutrær). Halvparten av de bedømte trærne (13563) har vært overvåket hvert år siden prosjektets start i 1988. Det ble også gjennomført tilvekstmålinger i 2006. Diameter ble målt på 33177 trær og høyde på drøyt (12504) av disse. Dette var den femte gangen slike målinger ble utført på de regionale flatene.

Gjennomsnittlig kronetetthet for gran var i 2006 med 83,4 % noe lavere enn året før (Fig. 5). Østlandet opplevde igjen en nedgang i kronetetthet, og da særlig i Telemark. Lavest kronetetthet av alle fylker hadde Oppland, som har ligget langt under landsgjennomsnittet de siste tre årene. Kronetetthet i Hedmark stabiliserte seg i 2006 etter en økning året før. Resten av Østlandet hadde en svak nedgang i kronetetthet i 2006 (med unntak av Buskerud og Vestfold). I



Figur 4. Utvikling av kronefarge for gran, furu og bjørk (prosentandel normalt grønne trær) på de landsrepresentative flatene 1989–2006.

Agder fortsatte kronetetthet å synke i 2006 og lå på det laveste nivået siden 2001, men fortsatt over landsgjennomsnittet. Utviklingen i Trøndelag var omtrent uforandret i 2006 i forhold til 2005. Kronetetthet for gran var fortsatt lavere i Trøndelag enn i de øvrige landsdelene, men har stabilisert seg etter 1998. Det var små endringer i kronetetthet på Vestlandet og i Nord-Norge. Kronetetthet på Vestlandet var fortsatt den høyeste i landet og har vært stabil i hele den 19 år lange tidsserien, mens kronetetthet i Nord-Norge har ligget noen prosent over landsgjennomsnittet helt siden 1998.

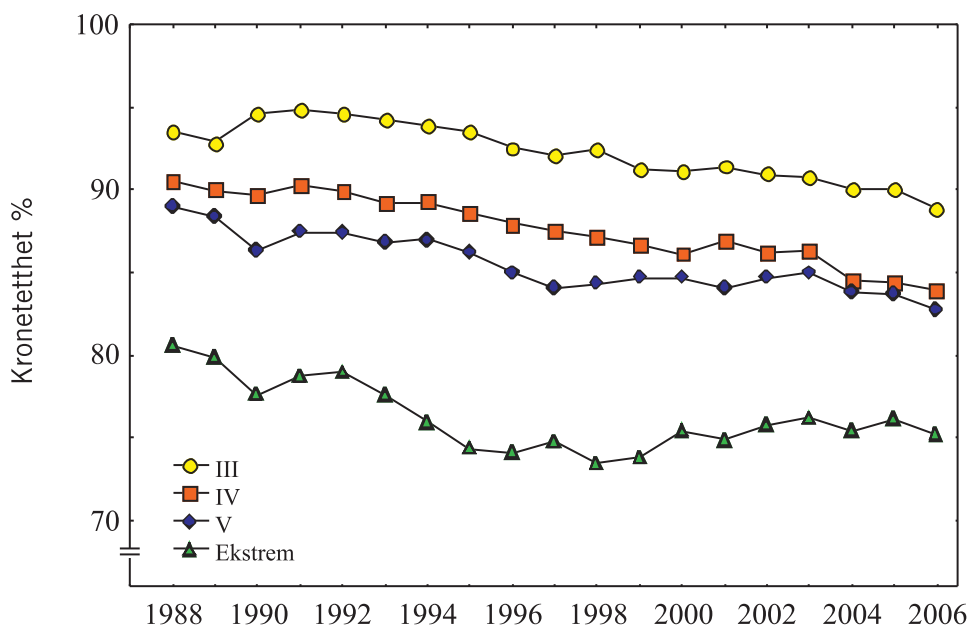


Figur 5. Utvikling av gjennomsnittlig kronetetthet for gran på de regionale flatene 1988–2006 for hele landet og fordelt på landsdel.

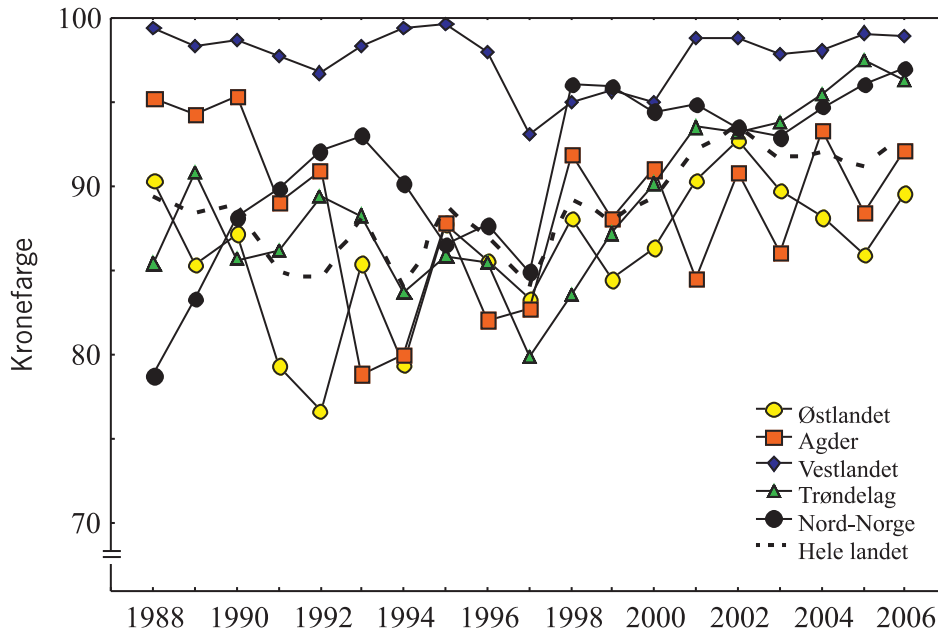
Forskjellene i kronetetthet mellom flatetyperne har forandret seg lite det siste året. Kronetetthet gikk noe ned i alle aldersklasser (Fig. 6). Den gamle skogen på ekstremflatene hadde fortsatt lav kronetetthet (75,1 %), mens ungskogen i hogstklasse III hadde gjennomgående høy kronetetthet (89,2 %). Forskjellene mellom flatetyperne har vært stabile, med en nesten parallell utvikling under hele overvåkingsperioden.

Kronefarge for gran på de regionale flatene har forbedret seg på landsbasis siden 2005, slik at 92 % av grantrærne hadde normal grønn farge i 2006. Med unntak av Hedmark, som hadde høyest grad

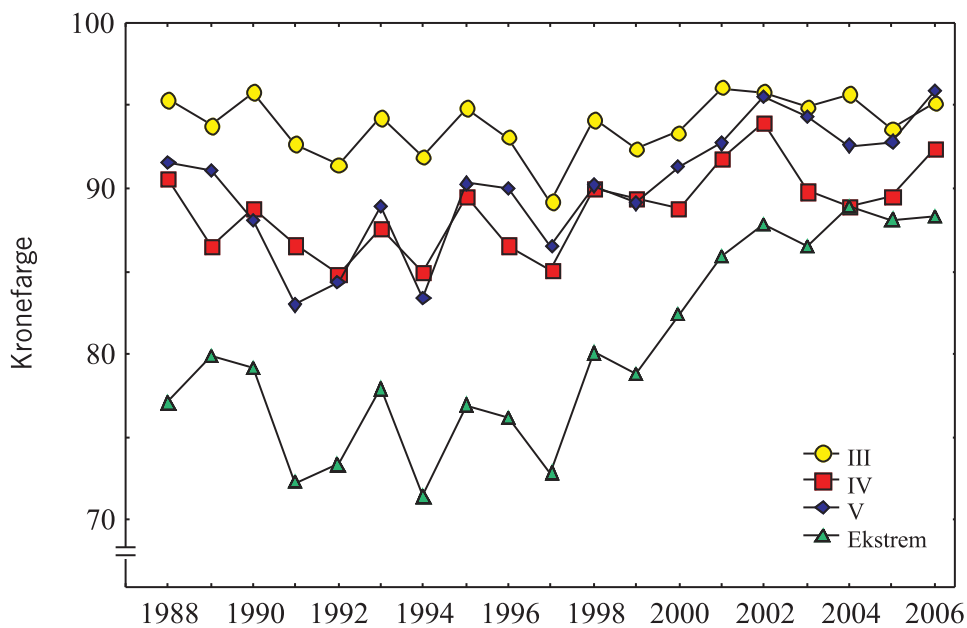
av misfarging av alle fylker i 2006, forbedret kronefarge seg særlig på granflatene på Østlandet og i Agder, noe som er motsatt av trenden fra 2005. I Nord-Norge, Trøndelag og på Vestlandet var det lite misfarging (Fig. 7). Kronefarge forbedret seg i alle flatetyperne, og særlig i hogstklasse V. Det var lite misfarging i den yngre skogen (Hogstklasse III og IV), mens ekstremflatene fortsatt hadde mest misfarging. Likevel var andelen normalt grønne trær høy også på ekstremflatene (87 %), og langt høyere enn på 1990-tallet, hvor den gjennomsnittlig lå på 75 % (Fig. 8).



Figur 6. Utvikling av gjennomsnittlig kronetetthet for gran på de regionale flatene 1988–2006, fordelt på flatetype.



Figur 7. Utvikling av kronefarge for gran (prosentandel normalt grønne trær) på de regionale flatene 1988–2006, fordelt på landsdel.



Figur 8. Utvikling av kronefarge for gran (prosentandel normalt grønne trær) på de regionale flatene 1988–2006, fordelt på flatetype.

Det ble innrapportert færre skader på enkelttrær i 2006 enn året før. De hyppigste skadeårsakene som ble angitt av skogbrukssjefene i 2006 var snø- og vindrelaterte, mens det bare ble registrert noen få tilfeller av granrust- og barkebilleangrep. Avdøing tiltok på Sørøstlandet og på Vestlandet, mens den avtok i Trøndelag og i Nord-Norge. For gran var avdøingen 0,4 % landet sett under ett i 2006, og

dette er noe høyere enn gjennomsnittet for hele den 19-årige overvåkingsperioden.

På de intensive flatene (Andreassen et al. 2007) var det gjennomsnittlig små endringer i kronetetthet for gran fra 2005 til 2006. De sørøstlige flatene hadde en liten nedgang i kronetetthet, mens de vestlige og nordlige hadde en oppgang i 2006. Det var fortsatt overvåkingsflata i Birkenes som hadde høyest kro-

nettetthet (84,5 %), sammen med Nedstrand (84,4 %), mens Tustervatn hadde lavest (73,6 %), som tidligere år. Forskjellene mellom flatene minket i 2006, men det var fortsatt mer enn 10 % som skilte flata med høyest kronetetthet fra den med lavest. Alle flatene hadde kronetetthet under 85 %, og gjennomsnittet for alle granflatene lå i 2006 på 80,7 %, som er noe høyere enn året før.

Misfargingen økte fra 2005 til 2006 på alle flater med unntak av Hurdal. Økningen var størst i Tustervatn og Voss. Likevel var gjennomsnittlig ni av ti grantrær (89 %) normalt grønne på de intensive overvåkingsflatene i 2006. Fra 2000 til 2005 har andelen normalt grønne grantrær vært stabil på over 90 %, mens 1990-tallet var preget av store variasjoner i kronefarge og generelt mye misfarging (Andreassen et al. 2007).

3.2 Spesielle skader i 2006

Denne lista er utarbeidet etter rapportene innsendt til «Skogskader på Internett» og befaringer. Se også <http://www.skogoglandskap.no/temaer/skogskader> for aktuelle skogskader.

Frosttørke. I januar 2006 kom stormen Narve feiende inn over Nord-Norge med senter over Nordland. Stormen kom hovedsakelig fra sørøst, og skader på skog var mest synlig i sør- eller sørøstvendte lier. Etter stabile vintertemperaturer rundt juletider, steg temperaturen med 5–15 °C litt ut i januar. Mange steder ble det varmegrader. Etter en uke med mildvær, kom plutselig stormen, og temperaturen sank igjen med 10–15 °C. Stormen og kaldværet vedvarte i 4–5 dager. Skadene var lettest synlig på furu som fikk lysebrune nåler. Grana mistet fort sine skadde nåler, mens bjørk fikk skader i knoppene og hadde mindre knoppskyting. På enkelte steder hvor stormen raste over fjorder, ble det observert saltskader. Skadene etter stormen var mest utbredt i midtre deler av Nordland, men skader ble også observert sør i Troms og i nordlige deler av Nord-Trøndelag.

Rød furubarveps. Også i 2006 var det noe angrep i de samme områdene i Østfold og i Åsnes, Hedmark som har hatt angrep de siste 2–3 åra. I Hedmark ble det i tillegg registrert nye angrep i nabo-kommuner til Åsnes, både nord og sør for Åsnes.

Heggspinnmøll. I 2006 var det mange spøkelsesaktige heggetrær å se, særlig på Østlandet og i Trøndelag. Årsaken var heggspinnmøllen. Mange angrepne trær ble helt snauspist av larvene. Selv om det så dramatisk ut, kom det imidlertid nye blad på trærne utover ettersommeren. Det er ikke mange årene siden heggspinnmøll kom til Trønde-

lag, og årets angrep er nok det første omfattende angrepet der.

Bjørkerust. Det var et usedvanlig omfattende bjørkerustangrep i Nord-Norge i 2006. Sterkest var angrepene i nordre deler av Nordland hvor det ble rapportert om mye gult «støv» på vann og fjorder forårsaket av rustsoppспорer. Sist det var storangrep i Nord-Norge, i 2001, var hovedtyngden av angrepet i Finnmark.

Lokkrust. Lokkrustsoppen vertsveksler mellom hegg og grankongler og når det er kongleår, som i 2006, er det fare for masseangrep. Det skjedde også i 2006, men i forbindelse med innsamling av kongler, ble det meldt om store variasjoner. Enkelte steder var det så mye angrep at det ikke ble samlet kongler derfra. Andre steder var det nesten ikke angrep. Lokkrustsoppen kan også angripe skudd i god vekst, og slike angrep ble funnet i flere planteskoler på toårige planter. Siste årsskudd hadde en karakteristisk knekk, og de visnet over dette angrepsstedet.

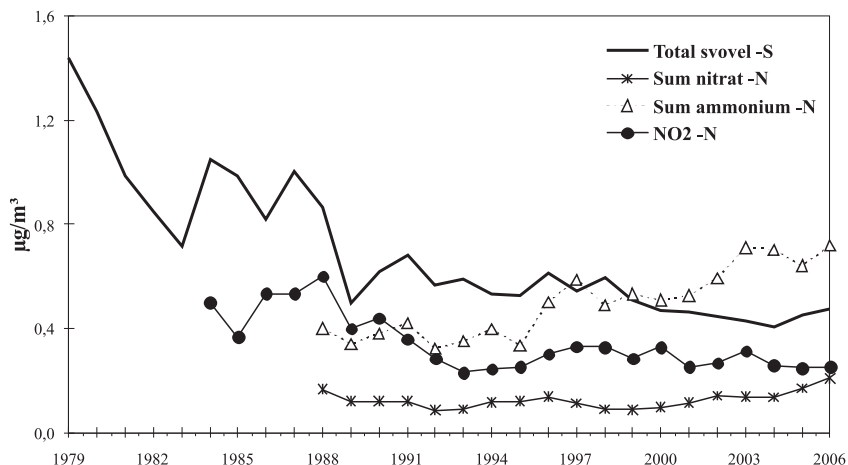
3.3 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger

I 2006 ble svovel og nitrogenforbindelser i luft målt på seks stasjoner på fastlands-Norge, hvorav fire er tilknyttet OPS flater: Birkenes, Hurdal, Kårvatn og Tustervatn (Fig. 1). I tillegg utføres det målinger i Vest-Agder (Søgne) og i Finnmark (Karasjok). Innholdet av kalium, natrium, kalsium, magnesium og klorid i luft ble i tillegg også bestemt. Prøver ble tatt døgnlig eller ukentlig (Søgne), og detaljer om tilførselsprogrammet er omtalt i Aas et al. (2007).

Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid (SO₂) var høyest langs kysten i Sør-Norge og i Finnmark, representert med Søgne på 0,41 µg S/m³ og Karasjok med 0,29 µg S/m³. Målestasjonen Karasjok er ikke tilknyttet OPS programmet, men er representativ for regionen. Sulfatkonsentrasjonen (SO₄²⁻) er høyest i Sør-Norge. Månedsmiddelet av SO₂ og SO₄²⁻ var gjennomgående høyest i vintermånedene. De høyeste døgnmiddelverdier, årsmiddel- og prosentkonsentrasjonene av nitrogendioksid (NO₂) observeres på stasjonene i Sør- og Øst-Norge. Høyeste årsmiddelverdier for «sum nitrat» (HNO₃+NO₃⁻) hadde Søgne med 0,48. «Sum ammonium» var høyest på Tustervatn, men denne stasjonen er noe påvirket av lokal landbruksaktivitet. Årstidsvariasjonen av «sum nitrat» var liten de fleste steder, men de høyeste månedsmidlene observeres i februar–april. «Sum ammonium» (NH₃+NH₄⁺) viste høyeste nivå i vår- og sommermånedene.

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 Finnmark p.g.a. høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. Bidraget av tørravsatt svovel til den totale avsetning var 29–37 % om sommeren og 4–16 % om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark. I Karasjok er det hhv. 40 % tørravsetning om sommeren og 53 % om vinteren. Tørravsetningen for nitrogenkomponenter 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 med rapporterte endringer i utslipp i Europa (EMEP 2006). Fra 1980 var den gjennomsnittlige observerte reduksjonen av SO_2 konsentrasjonen i Norge mellom 80 og 97 % og for sulfatpartikler mellom 63 og 71 %. Årsmiddelkonsentrasjonen av nitrogenforbindelsene i luft viser ingen markert tendens siden målingene startet i 1986, utenom en relativt tydelig nedgang for NO_2 etter 1990 (Fig. 9). I tillegg ser det ut som «sum ammonium» har en viss økning de siste 10 årene. Dette kan være p.g.a. lokale variasjoner og ikke nødvendigvis et økt langtransportbidrag.

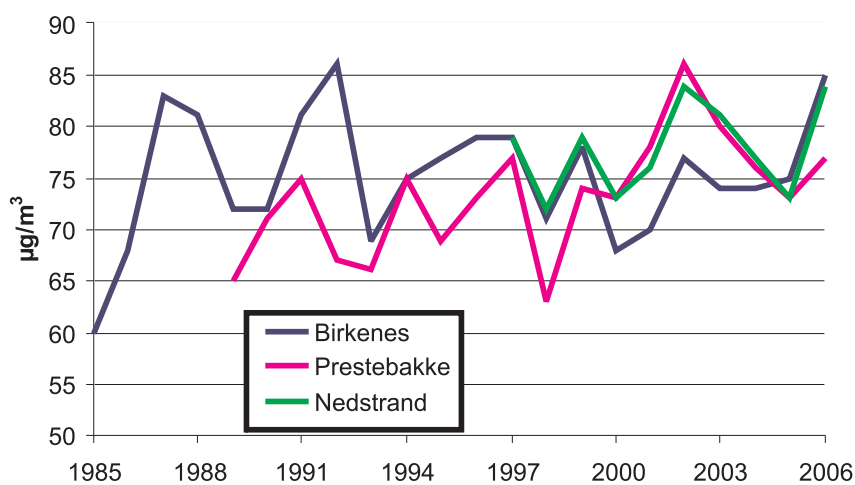


Figur 9. Midlere årlige konsentrasjoner i luft av total svovel ($\text{SO}_2 + \text{SO}_4^{2-}$), oksidert nitrogen ($\text{HNO}_3 + \text{NO}_3$), redusert nitrogen ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) og NO_2 på fire norske bakgrunnsstasjoner (Birkenes, Kårvatn, Tustervatn og Karasjok), 1979 til 2006

I 2006 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (AOT40, Accumulated exposure over the threshold of 40 ppb). I EUs ozondirektiv (EU 2002) benyttes også grenseverdier for vegetasjon basert på AOT40.

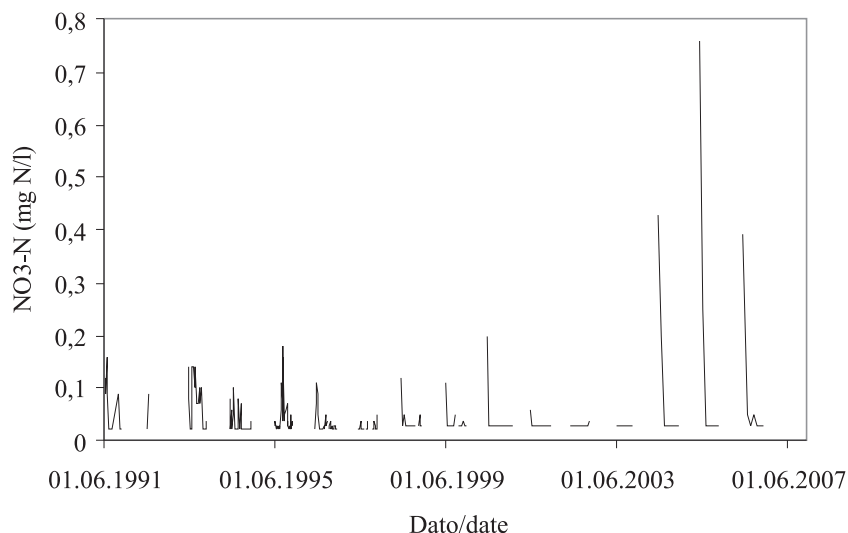
AOT40 beregnes som summen av differansen mellom timemiddelkonsentrasjonen og 40 ppb for hver time der ozonkonsentrasjonen overskrider 40 ppb.

Det var ingen overskridelser av grenseverdien for vegetasjon på 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2006. 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 2006. Middelerdien var størst på Birkenes, men det er generelt liten variasjon i denne parameteren over landet.



Figur 10. Middelskonsentrasjon av ozon for sju timer (kl. 09–16) i vekstsesongen (1. april – 1. okt.) fra 1985 til 2006.

Men verdien for 2006, $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ var den nest høyeste verdien av denne indikatoren som er registrert på Birkenes siden målingene startet. Ozonkonsentrasjonene påvirkes i stor grad av meteorologiske forhold og har variert betydelig fra år til år. Figur 10 viser 7-timers middelverdien på tre stasjoner for perioden 1985–2006. 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.



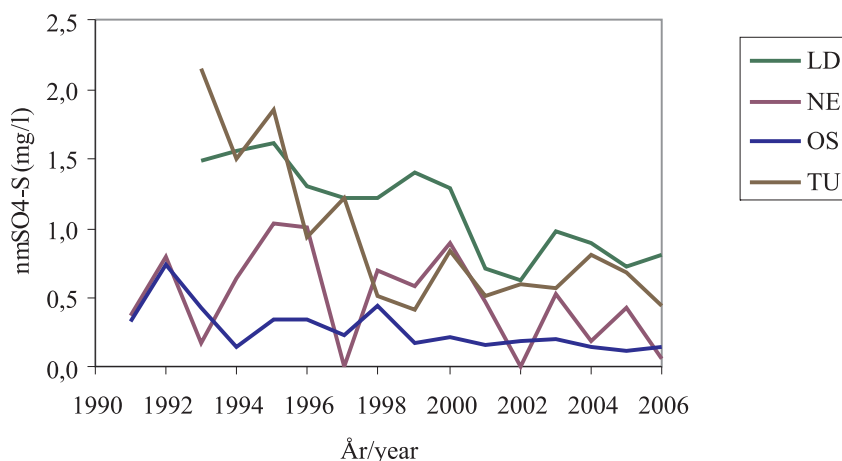
Figur 11. Endringer over tid i nitratkonsentrasjoner ved 40 cm jorddybde på Lardal.

Grenseverdien på 8-timers middel over $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble overskredet gjennom hele 6-månedersperioden april–september. Nedstrand hadde flest døgn med overskridelse, 178, dvs. at nesten samtlige dager i denne 6-månedersperioden overskred denne grenseverdien. Grenseverdien på 24-timers middel over $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble også overskredet på samtlige stasjoner.

Grenseverdien for landbruksvekster, 3000 ppb-timer (15. mai – 15. august), ble overskredet på 4 av de 8 målestasjonene i 2006. Høyest var verdien på Birkenes med 5851 ppb-timer. Grenseverdien på 10.000 ppb-timer for skog (1. april – 1. oktober) ble også overskredet på Birkenes med verdien 11194 ppb-timer i 2006. Også AOT-verdiene var svært høye i 2006 sammenlignet med tidligere år, og man må tilbake til begynnelsen av 1990-tallet for å finne lignende verdier.

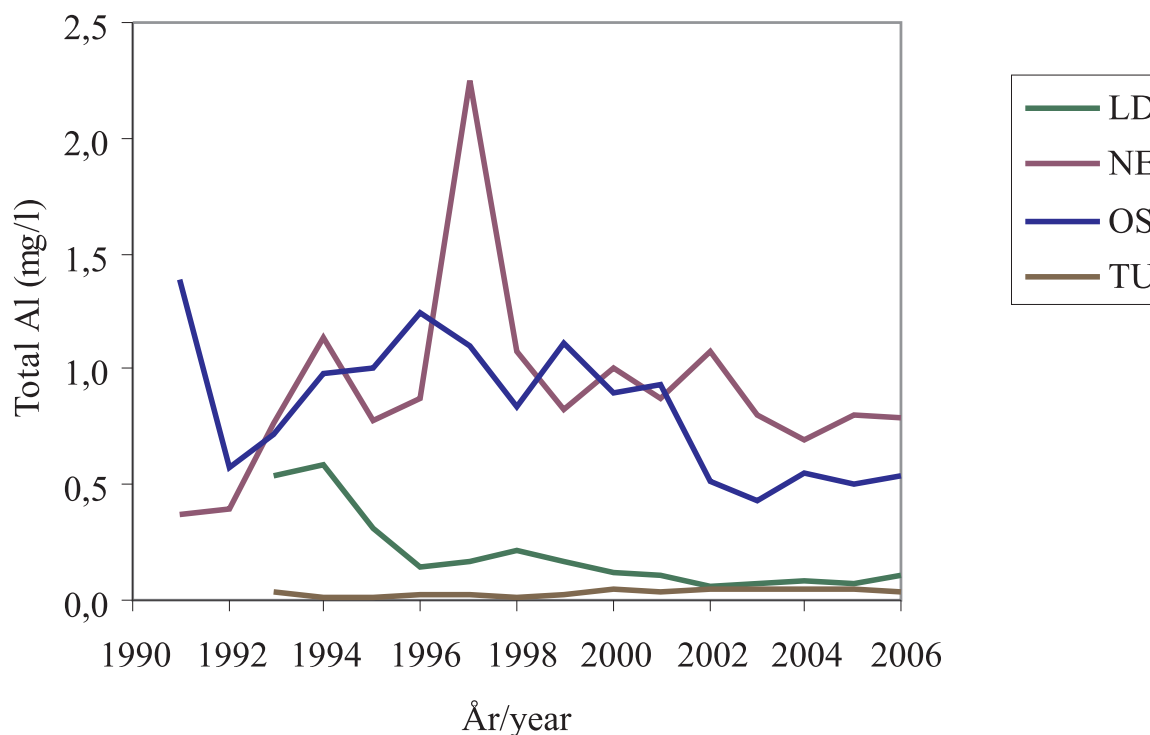
3.4 Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog

Nedbør i skog – Langtidstrenden for nedbør i skog er positiv med mindre tilførsel av forsurende stoffer, spesielt av sulfat (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. I 2006 var pH i frittfallende nedbør (men ikke i kronedrypp) generelt litt lavere på flatene sør i landet. Konsentrasjoner av nitrat (NO_3), ammonium (NH_4) og antropogent sulfat (menneskeskapt) SO_4 var høyest sør i landet i både frittfallende nedbør og i kronedrypp. Tilførsel av antropogent (menneskeskapt) sulfat og uorganiske nitrogenforbindelser har ikke vist noen tydelig trend de siste 7–8 årene.



Figur 12. Langtidstrender i ikke-marint sulfat ($\text{SO}_4\text{-S}$) i jordvann fra 15 cm-sjiktet i Lardal, Nedstrand, Osen og Tustervatn.

Jordvann – Jordvannet samles inn hver uke i den frostfrie 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 i 2006 generelt lavest på flatene i Sør-Norge, og høyest i Nord-Norge. Om dette skyldes sur nedbør eller indikerer et naturlig surere jordsmønn sør i landet, er vanskelig å si med få flater (Intensive flater i Fig. 1) og relativt kort tidsserie.



Figur 13. Langtidstrender for konsentrasjon av totalt aluminium i jordvann fra 15 cm-sjiktet i Lardal, Nedstrand, Osen og Tustervatn. Høye verdier på Nedstrand i 1997 skyldes høye sjøsaltkonsentrasjoner.

Gjennomsnittskonsentrasjoner av nitrat i jordvann var nær deteksjonsgrensen på alle flater unntatt Lardal og Voss. I Lardal var 2006 det tredje året på rad da gjennomsnittskonsentrasjonene av nitrat var uvanlig høye på våren (Fig. 11). Årsaken til disse høye verdiene er ukjent, men en begynnende nitratlekkasje fra økosystemet kan ikke utelukkes.

Konsentrasjoner av ikke-marint sulfat varierte betydelig, men det er en avtagende tendens på flatene lengst sør i landet (Fig. 12). Konsentrasjoner av både totalt og labilt aluminium (et estimat på de giftige Al-forbindelsene) var i 2006 godt under hva som regnes som toksiske grenser, og det ble ikke målt konsentrasjoner over 1,8 mg/l (Fig. 13).

3.5 Vegetasjon – analyse på Langtjern

Vegetasjonen på de intensive overvåkingsflatene er blitt fulgt siden etableringen i 1986. Det ble da etablert 10 ruter á 1x1m langs ytterkanten av hver av de intensive overvåkingsflatene. Ved andre gangs registrering i 1991–93 ble antall ruter utvidet til 50 på de fleste flater, og i 1998–2000 ble tredje gangs registrering utført. Antallet registreringsruter på Langtjern ble videre utvidet til 70 i år 2000. I 2002 ble det i tillegg etablert flere storruter 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 2006 ble vegetasjonen bare registrert på feltet Langtjern i Buskerud, som da ble revurdert for fjerde gang.

Artsgrupper:

I tabell 2 er det satt opp dekningsprosenten for grupper av arter. Lyng og moser, inkludert levermoser, er de dominerende artsgrupper. Lyng hadde en sterk økning i dekningsprosent i forhold til 2000. Den gang var tilbakegangen tilsvarende sterk i forhold til 1995. Moser derimot hadde en motsatt utvikling med en økt dekning fra 46 til 78 % fra 1995 til 2000 og denne artsgruppen beholdt den høye dekningsgraden i 2006 med 75 %. Dekningen av gras ble noe redusert i forhold til 2000, mens dekningsgraden av bregner var konstant. Dekningen av lav var lik i 2000 og 2006. Dekningsprosenten av urter, bregner og lav er liten, men det er typisk for blåbærgranskog på Østlandet.

Arter:

Det er få karplantearter i felt- og busksjiktet på Langtjernflaten. Utenom blåbær (*Vaccinium myrtillus*) og tyttebær (*V. vitis-idaea*) er gjennomsnittlig dekningsprosent lav for de fleste av disse artene. Økningen i dekningsprosenten for blåbær (21 % i

2000 til 41 % i 2006) er signifikant. Blokkebær (*V. uliginosum*) er en nyregistrert art på Langtjern, og gjennomsnittlig dekningsprosent for blokkebær er lav. Smyle (*Avenella flexuosa*) utgjør mer enn 95 % av deknningen til grasartene, mens resten er skogørkvein (*Calamagrostis phragmitoides*). For de fleste urter og bregner er det små endringer i perioden fra 1995 til 2006. Linnea (*Linnea borealis*) og marimjeller (*Melampyrum* spp.) har hatt en jamn utvikling over disse åra, men dekningsprosenten er lav, 0,7 % for marimjeller og 0,3 % for linnea i 2006. De store skogsmosene viser en høy stabilitet mellom 2000 og 2006. Dette gjelder sigdmoser (*Dicranum* spp.), etasjemose (*Hylocomium splendens*), furumose (*Pleurozium schreberi*), fjørmoser (*Ptilium crista-castrensis*) og torvmosene (*Sphagnum capillifolium* og *S. girgensohnii*). Reinlavene (*Cladonia rangiferina* og *C. arbuscula*) og gaffellav (*C. furcata*), som er de viktigste lavene på Langtjernflaten, hadde også en ubetydelig endring av dekningsprosenten.

De vesentligste endringene i felt og bunnsjiktet på Langtjern i perioden fra 1995 til 2006 er knyttet til lyngartene blåbær og tyttebær. Ved registreringene i 2000 og kanskje i flere år før dette, forårsaket soppen blåstjerne (*Valdensia heterodoxa*) sannsynligvis et stort bladfall (Aamlid 2000), og et mulig tap av greinmasse. I 2006 var denne tilstanden endret, og dekningsprosenten for tyttebær, og særlig blåbær, hadde økt til mer normale verdier. Eventuelle endringer mot et varmere og fuktigere klima kan påvirke utbruddsfrekvensen av soppen blåstjerne. Ved varmere og delvis fuktigere klima, kan dette medføre at bærlyng oftere vil bli utsatt for bladtap. Dermed kan dette medføre en permanent økt mosedekning og økt biomasse.

Tabell 2. Dekningsprosent for artsgrupper som sum av enkeltarter innen gruppen. Langtjern.

Gruppe	1995	2000	2006
Trær	26,0	28,5	24,1
Lyng	59,7	38,5	60,8
Gras	2,4	4,1	3,6
Urter	1,4	1,6	1,9
Bregner	0,5	0,6	0,6
Moser	46,0	77,6	75,4
Lav	1,3	1,9	1,9

4. DISKUSJON

I 2006 var det betydelige skogskader på furu og bjørk, mens gran greide seg bra. Omfanget av skogskader i Norge synes likevel ikke å være unormalt stort, selv om det er usikkerhet rundt dette. I noen år har imidlertid soppangrep hatt usedvanlig stort omfang på skogstrær her i landet.

Selv om det har vært noen regionale variasjoner, må helsetilstanden i norske skoger likevel regnes som tilfredsstillende landet sett under ett. Skogens tilstand vurdert ved kronetetthet, kronefarge, skader og mortalitet, har ikke endret seg vesentlig gjennom overvåkingsperioden. Imidlertid har det vært regionale forskjeller i tilstand og utvikling, der spesielt kronetetthet for gran i Trøndelag og det indre Østlandet har blitt dårligere med glissnere kroner. I 2006 observerte vi en nedgang i kronetettheten for gran, furu og bjørk, og dette var tydeligst i Agderfylkene og i Oppland og Hedmark. Dødeligheten for 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 og/eller misfarging. Kronebedømmelse er imidlertid subjektiv og inneholder en del feilkilder. Dette fører til usikkerhet når den virkelige variasjonen i rom og tid er liten. I Norge synes kronebedømmelsen likevel å gi en grov, men rimelig god beskrivelse av trærnes kronetilstand og utviklingen over tid. Denne vurderingen er basert på analyser av kontrollregistreringer av observasjoner, sammenligninger av resultater fra forskjellige datasett og korrelasjonsanalyser mellom kronebedømmelsesvariabler og tilvekst (Solberg 1999).

For landet sett under ett, har det de siste fem årene vært en stabilisering av tilstanden, og på de landsrepresentative flatene er en svak bedring av kronetettheten påvist. Nedgang i kronetetthet og mye misfarging, som er påvist i Agderfylkene og i Oppland i 2006, ble også observert på Sør- og Østlandet i perioden 1989–97. En sannsynlig årsak til dårlig kronetetthet og mye misfarging på nittallet var tørkesommene i disse områdene i 1989, 1991, 1992, 1994 og til dels i 1997. Disse somrene ble etterfulgt av en løynefallende 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). Målinger av strøfallet på de intensivt overvåkede flatene har gjenspeilet disse periodene med nålefalling. Avdøyingen var også gjennomgående høyere på Sør- og Østlandet i denne perioden, hovedsakelig forårsaket 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 (Andreassen et al. 2006).

Skogen i Trøndelag er den landsdelen som har lavest kronetetthet. Årsakene til dette kan være gjentatte angrep av granrustsopp, mye gammel skog, og mye skog på voksesteder nær kysten og nær skoggrensa, som dermed er utsatt for sterke klimatiske påkjenninger.

Det geografiske mønsteret i skogens kronetetthet, 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 sterk syre (H^+). Det er også en forventning om at skadelige effekter først kommer lengst sør i landet med lavere tålegrense for skogsjord siden jorddekket her er tynt og i stor grad består av mineraler som forvitrer seint.

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* (Lange et al. 2006). Tilførsel av langtransportert svovel med nedbør har avtatt mye siden midten av 1970-tallet, og målinger viser mer enn halvering siden midten av 1980 årene for svovel (SO_2 og SO_4^{2-}). Sulfatkonsentrasjonen i jordvannet har avtatt tilsvarende. I de siste årene er det imidlertid registrert en tydelig økning i nitratkonsentrasjoner på flaten ved Lardal sør i landet. Det er usikkerhet om årsaken til dette, men det kan være økt nitrogendeposisjon, økt nitratlekkasje pga. unormalt vær, eller andre grunner.

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 i 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 (*Melampsorium betulinum*) har hatt omfattende angrep de siste årene, og disse angrepene er i stor grad klimatisk styrt (Solheim 2001, 2002, 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 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 angrep av rotkjuke (*Heterobasidion*) og begge disse kronevariablene (Schmid-Haas 2002). Rotkjuke er svært vanlig i norske granskoger. Huse et al. (1994) undersøkte råteforekomsten i gran-skog og fant at rundt 20 % av grantrærne var angrepet av rotkjuke.

Det er i OPS ikke funnet tegn på at langtransporterte luftforurensninger har ført til skader på skog (Solberg & Tjørseth 1997, Solberg et al. 2002). Nye tålegrenseberegninger for Norge, med forbedrede estimater for forvittringshastighet, tyder også på at sur nedbør, gjennom jordforsuring, ikke vil være noen nevneverdig stressfaktor for skog på sikt (Larssen & Høgåsen 2003). Dette forklares igjen av at forvitringen av mineralmateriale i skogsjorda er en langsiktig kilde av basekationer til jordvannet, og 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.

5. TILSTANDEN I DEN NORSKE SKOGEN I FORHOLD TIL ANDRE LAND I EUROPA

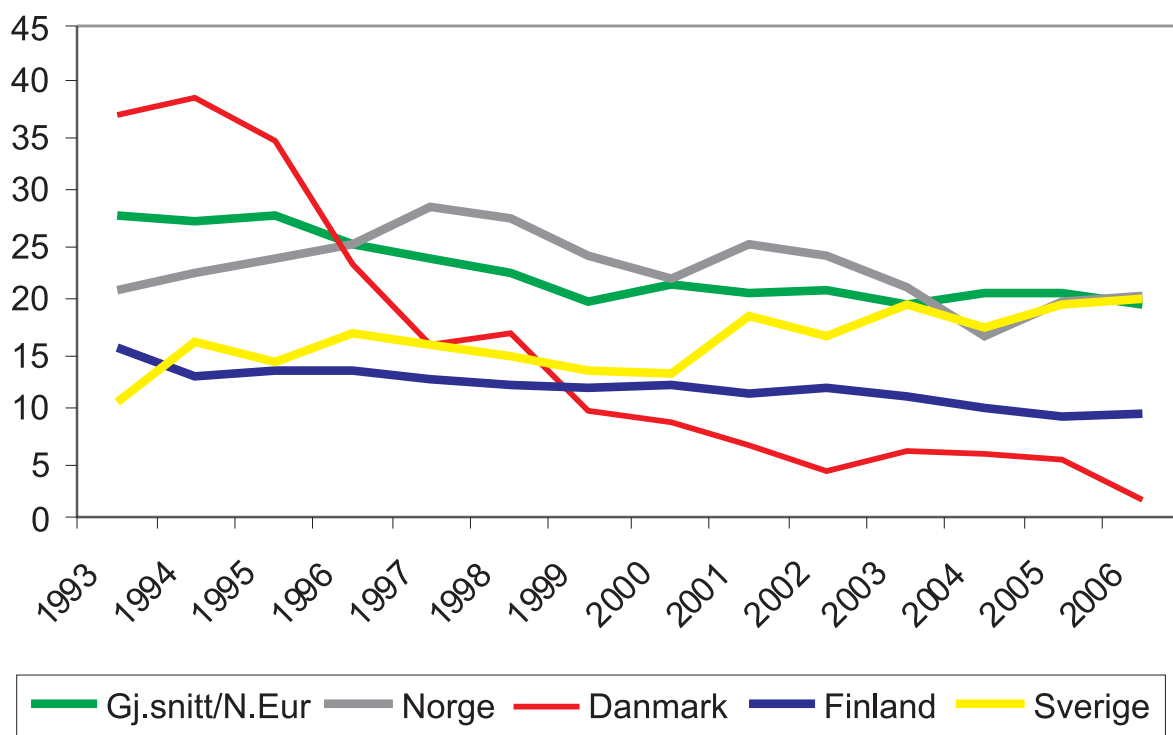
I løpet av de siste årene har kronetilstanden for furu i Europa endret seg noe i positiv retning, mens det for gran ikke har vært noen spesiell trend. Utviklingen i den norske skogtilstanden tilsvarer derfor den utviklingen som har funnet sted i europeiske land Norge kan sammenlignes med (Fig. 14). Den 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>

6. KONKLUSJON – SKOGTILSTANDEN

Det er også i 2006 registrert en liten nedgang i kronetetthet for gran, furu og bjørk, og det ser derfor ut til at vi er inne i en ny nedgangsperiode. Det var i tillegg en god del insektskader på furu, og særlig bjørk, i fjor. Skogtilstanden i Norge må likevel karakteriseres som nokså stabil, selv om det forekommer perioder med endringer. Luftforurensninger og ugunstige

værforhold kan virke både sammen eller hver for seg og føre til en svekking av trærnes helsetilstand – enten direkte, eller indirekte ved at ulike naturlige skadegjørere oppformerer seg til skadelige mengder.

Etter en relativt stabil periode for skogtrærnes kronetilstand fra slutten av 1990-tallet til begynnelsen av 2000-tallet, har kronetetthet for både gran, furu og bjørk avtatt igjen de siste årene, landet sett under ett. Nedgangen i kronetetthet var størst på Østlandet og i Agderfylkene. De motsatte tendensene ble observert for kronefarge, med en økende andel trær med normal grønn farge over store deler av landet, unntatt i Hedmark. Kronetilstanden er betinget av en rekke faktorer og ulike stresspåvirkninger, slik som aldring, sjukdommer (eksempelvis 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 hittil 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 likevel trolig innenfor det som er vanlig i boreal barskog.



Figur 14. Andel bartrær med 25–100 % utglisning i sammenlignbare land i Nord-Europa, Norge, Danmark, Sverige og Finland.

ETTERORD

OPS er finansiert av Landbruks- og matdepartementet, Miljøverndepartementet/SFT. Vi takker alle som har bidratt med sitt arbeid for å muliggjøre denne rapporten, inklusive andre forskere og teknikere ved de deltakende institusjonene, kommunale skogbrukssjefer og lokale observatører og 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 s.
- Andreassen, K., Clarke, N., Røsberg, I., Timmermann, V., Aas, W. 2007. Intensiv skogovervåking i 2006. Resultater fra ICP Forests Level 2 flater i Norge. *Intensive forest monitoring in 2006. Results from ICP Forests Level 2 plots in Norway*. Forskning fra Skog og landskap 04/07: 1–20.
- 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.
- 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 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 2006. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe in 2005. Norwegian Meteorological Institute, EMEP Status report 1/2006.
- 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.
- 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.
- Hylen, G. & Larsson, J. Y. 2007. Helsetilstanden i norske skoger. Resultater fra landsrepresentativ overvåking 1989–2006. *The condition of Norwegian forests. Results from national surveillance 1989–2006*. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 09/07. 63 s.
- Lange, H., Solberg, S., & Clarke, N. 2006. Aluminum dynamics in forest soil waters in Norway. *Science of the Total Environment* 367: 942–957.
- 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. 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.
- 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. 2001. Mye brun furu i Sørøst-Norge i år. In: Woxholtt, 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. 2002. Vil klimaendring gi mer soppkader. Aktuelt fra skogforskningen 3/02: 4–7.
- Solheim, H. & Skrøppa, T. 2005. Store angrep av granrust på Østlandet. *Skogeieren* 92 (5): 16–17.
- Timmermann, V. 2007. Vitalitetsregistreringer på de regionale skogovervåkingsflater. Resultater 2006. Forskning fra Skog og landskap 01/07. 20 s.
- 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.
- Aamlid, D. 2000. Infections of *Valdensinia heterodoxa* and *Pucciniastrum vaccinii* on bilberry (*Vaccinium myrtillus*). Implications for the monitoring ground vegetation. *For. Path.* 30 (2000) 135–139.
- Aamlid, D., Solheim, H. & Venn, K. 1991. Skogskader. Veiledning i overvåking av skogskader. Norsk institutt for skogforskning, Ås. 53 s.
- Aas, W., Solberg, S., Manø, S. and Yttri K.E. 2007. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. *Atmosfærisk tilførsel 2006*. Kjeller, Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 22/2007 SFT Rapport 985/2006. 160s.

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

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

nett: 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

