

skog+
landskap

Forskning fra Skog og landskap

**OVERVÅKINGSPROGRAM FOR
SKOGSKADER. ÅRSRAPPORT 2005**

Norwegian monitoring programme for
forest damage. Annual report 2005

Dan Aamlid, Kjell Andreassen, Gro Hysten,
Nicholas Clarke, Volkmar Timmermann,
Ingvald Røsberg, Halvor Solheim og Wenche Aas

03/2006



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 2006

Trykk:

PDC-Tangen

Opplag:

700

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 978-82-311-0008-9

ISSN 1890-1662

Omslagsfoto:

Grangrein, Dan Aamlid

Forskning fra Skog og landskap - 03/2006

**OVERVÅKINGSPROGRAM FOR SKOGSKADER
ÅRSRAPPORT 2005**

Norwegian monitoring programme for forest damage
Annual report 2005

Dan Aamlid, Kjell Andreassen, Gro Hysten,
Nicholas Clarke, Volkmar Timmermann,
Ingvald Røsberg, Halvor Solheim og Wenche Aas

INNHold

Sammendrag	4
1. Innledning	5
2. Materiale og metoder	6
3. Resultater	8
3.1 Trærs vitalitet	8
3.2 Spesielle skader i 2005	10
3.3 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger	10
3.4 Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog	12
3.5 Kjemisk innhold i barnåler	12
3.6 Vegetasjon	13
4. Diskusjon	13
5. Tilstanden i den norske skogen i forhold til andre land i Europa	15
6. Konklusjon – skogtilstanden	15
Etterord	16
Litteratur	16

SAMMENDRAG

Aamlid, D., Andreassen, K., Hysten, G., Clarke, N., Timmermann, V., Røsberg, I., Solheim, H. & Aas, W. 2005. Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 2005. *Norwegian monitoring programme for forest damage. Annual report 2005. Forskning fra Skog og landskap*. 3/06: 1-16.

I 2005 ble kronetettheten redusert med 1,1 % for gran og 1,6 % for furu landet sett under ett, og nedgangen var tydeligst i Agderfylkene og i Oppland. For bjørk økte derimot kronetettheten med 1,3 % sammenliknet med året før. Kronefargen forbedret seg for gran og bjørk med færre misfargede trær i Norge. Unntaket var Agder og Østlandet der det var en økning i misfargede grantrær. For furu var andelen gule og misfargede trær uendret. Det er de eldste trærne som er mest utsatt for misfarging. Avdøingen var omtrent to promille hos furu, mens den var i overkant av tre promille for gran og bjørk. Denne avdøingen må betraktes som normal, og igjen er det de eldste trærne som er mest utsatt og har høyest dødelighet. Skogens helsetilstand, registrert ved kronetetthet, misfarging og avdøing, påvirkes i stor grad av klimatiske forhold, enten direkte som ved tørke, frost og vind, eller indirekte ved at det påvirker omfanget av soppsykdommer og insektangrep. Det ble registrert få sopp- og insektangrep i løpet av registreringsperioden. I skogovervåkingen med permanente felt vil også trærnes økte alder bidra til negative trender over tid. Langtransporterte luftforurensninger kan komme i tillegg til eller virke sammen med klimatiske forhold. Forhøyede nitratkonsentrasjoner ble funnet i jordvann ved Lardal. Det er usikkert hvilken betydning dette har, og vil bli fulgt opp fremover.

Nøkkelord: Skogens helsetilstand, overvåking, skogskader

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 årlig 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 fra Landbruks- og matdepartementet og Statens forurensningstilsyn (SFT), utfører skogovervåkingen, som del av det internasjonale samarbeidet i ICP Forests. OPS ble etablert i 1984/1985 og kom i drift med egne observasjoner fra 1986. Formålet til OPS er å klarlegge skadeomfanget på norsk skog, og vise utviklingstendenser over tid og belyse i hvilken grad langtransporterte luftforurensninger fører til skogskader i Norge. Norsk institutt for skog og landskap koordinerer og leder arbeidet med skogovervåkingen. I tillegg deltar Norsk institutt for luftforskning (NILU), samt Fylkemannens 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 (Tabell 1).

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

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

Formålet med denne rapporten er å gi en samlet fremstilling av resultatene fra OPS til og med 2005. For mer detaljert informasjon vises det til rapporter fra de utøvende institutter, se litteraturlisten.

Tabell 1. Observasjoner innen OPS i 2005 jevnført med internasjonale anbefalinger

Flatetype	LF – Level I (1536 flater)	IF – Level II (8 flater)	SF (560 flater)	ICP Forests
Flatestørrelse	250 m ²	2500 m ²	Variabel (gjennomsnittelig 700 m ²)	Level I har fire klustre av 4 trær i et 16x16 km nett. Level II: min 2500 m ² i homogen skog.
Kronetetthet	Alle flater, vurdert en gang årlig	Alle flater, vurdert en gang årlig	Alle flater, vurdert en gang årlig	Alle flater, vurdert en gang årlig
Kronefarge	Alle flater, vurdert en gang årlig	Alle flater, vurdert en gang årlig	Alle flater, vurdert en gang årlig	Alle flater, vurdert en gang årlig
Tilvekst	Alle flater, målt hvert femte år	Alle flater, målt en gang hvert femte år	Alle flater, målt en gang hvert femte år	Alle Level II flater. Ikke med på Level I
Jordkjemi	Alle flater, en gang	Alle flater, minst en gang	Alle flater på Sør-Østlandet en gang	Alle flater
Barnålkjemi	45 flater, en gang	Alle flater, annet hvert år	Alle flater på Sør-Østlandet en gang	Alle flater på Level II hvert annet år
Nedbør i skog	*	Alle flater, kontinuerlig.	*	Noen flater (****), kontinuerlig
Jordvann i skog	*	Alle flater, kontinuerlig 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, valgfri

* kun Level II

** kun delvis på en 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-maualen (EMEP 1996). Enighet og felles bruk av metoder er grunnleggende for internasjonal

overvåking, og helt essensielt for å bruke resultater i internasjonal politikktutforming.

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 vitalitet» ved visuell kronebedømmelse, det vil si registrering av kronetetthet, kronefarge og skader.

Antall flater i Norge som observasjonene har vært utført på, har variert. I de senere år har det av økonomiske årsaker vært en reduksjon i antallet, slik at nettet av flater er blitt mer glissent. I tillegg er prøvetakingshyppigheten redusert, og det utføres færre observasjoner pr. flate.

Landsrepresentative flater (LF) er som navnet sier, landsomfattende og inngår i den europeiske overvåkingen, ICP Forests Level I-flater (Hysten & Larsson 2006). 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. 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 kronetetthet og kronefarge på et utvalg av prøvetrærne av gran og furu i Landsskogtakseringens flatenett (3x3 km). De første registreringene ble utført av Landsskogtakseringen i 1984. Flater i bjørkeskog har vært med siden 1992. Tilvekst registreres periodisk. I 2005 ble 1608 flater og 9259 trær oppsøkt og registrert. For flere detaljer, se Hysten og Larsson 2006.

Skogoppsynets flater (SF), tidligere kalt *fylkesvise lokale overvåkingsflater* (FLF), er et landsdekkende nettverk med flatesett i 177 skogbrukssjefdistrikter som ble opprettet i 1988. Registreringene utføres av skogbrukssjefene ved de kommunale landbrukskontorer i samarbeid med Fylkesmannens

landbruksavdelinger, mens Skog og landskap har ansvaret for metodikk og rapportering. Hvert flatesett består av en flate av 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 er subjektivt utvalgt, hovedsakelig i produktive granbestand. Det fins nå rundt 560 flater med ca. 30000 trær, hvor det utføres årlige vitalitetsregistreringer samt tilvekstmålinger hvert femte år.

Intensive flater (IF), driftes av Skog og landskap, og inngår i den europeiske overvåkingen, ICP Forests Level II-flater (Andreassen et al. 2006a). Den intensive overvåkingen skjer på fast definerte flater på ca. 2500 kvadratmeter, i homogen skog. 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.

Flatene ble etablert i homogen skog i nesten alle fylker i perioden 1986–1989. I 2005 var åtte av opprinnelig 17 intensivt overvåkede flater i drift.

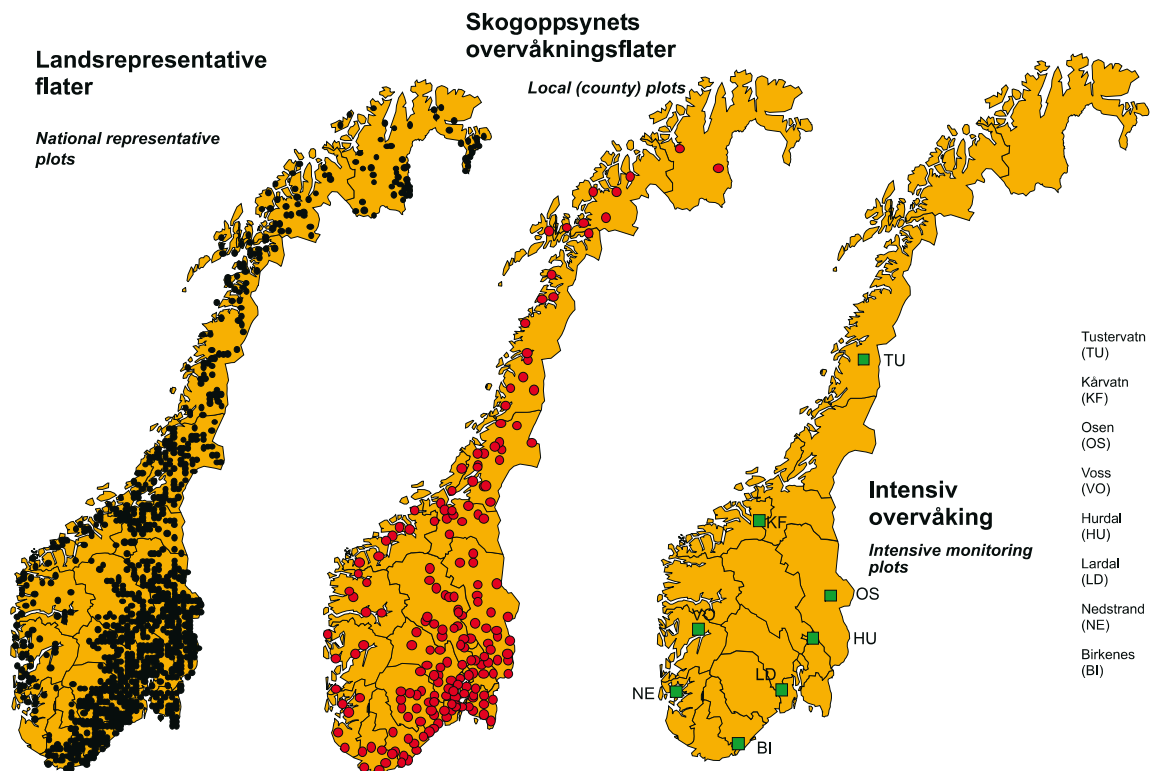


Fig. 1. De tre settene av overvåkingsflater i 2005; fra venstre landsrepresentative flater, skogoppsynets overvåkingsflater og intensive overvåkingsflater.

Kronevurdering og jordanalyser er obligatorisk. I tillegg utføres analyser av kjemisk innhold i luft, nedbør, jordvann og barnåler, og vegetasjon. Enkelte registreringer utføres årlig eller med flere års mellomrom, mens noen målinger foretaes kontinuerlig eller med bare en til to ukers mellomrom. Når disse målingene vurderes sammen kan mulige effekter av luftforurensninger beskrives.

Målinger i det nasjonale overvåkingsprogrammet for forurensningsutvikling i luft og nedbør, atmosfæriske tilførsler, utføres av Norsk institutt for luftforskning (NILU) på et tjuetalls stasjoner i Norge (Aas et al. 2006). 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 på hjemmesidene til Skog og landskap.

I tillegg inngår også en kort omtale av observerte skader på skog i Norge (kapittel 3.2) utenfor de etablerte observasjonsflatene som inngår i OPS.

3. RESULTATER

3.1 Trærs vitalitet

I den landsrepresentative overvåkingen ble 91,5 % av alle oppsøkte trær i 2005 registrert som levende og 0,25 % som døde. 7,7 % av trærne var undertrykte, 0,04 % hadde stammebrekk, 0,02 % hadde tørrtopp og 0,4 % var avvirket. Kronetilstandsregistreringer ble utført på alle levende trær som tilfredsstilte kravene til overvåkingstrær; 3629 gran-, 2797 furu- og 2071 bjørketrær.

Gjennomsnittlig kronetetthet var for gran 83,9 %, furu 84,0 % og for bjørk 78,7 %. For gran og furu representerte dette en reduksjon på henholdsvis 1,1 og 1,6 prosentpoeng sammenlignet med kronetettheten i 2004. For bjørk var kronetettheten 1,3 prosentpoeng høyere enn året før. Fra 1989 til 1997 var det en årlig nedgang i kronetetthet for gran og furu. De siste årene fra 1997 til 2004 var det en økning av kronetetthet for gran og furu, mens årets registreringer bryter denne trenden i kronetettheten for gran og furu. Kronetettheten for bjørk avtok fra 2001 og frem til 2004. Årets registrering bryter denne trenden (Fig. 2).

Eldre trær har generelt lavere kronetetthet enn yngre trær. Andelen trær med fulltette kroner var for gran 53,4 %, furu 39,5 % og for bjørk 34,9 %. Dette representerer en økning for gran og en nedgang for furu på henholdsvis 0,9 og 2,5 prosentpoeng sammenlignet resultatene for 2004. Bjørka har hatt en betydelig økning i andelen trær med fulltette kroner fra 28,4 prosentpoeng i 2004 til 34,9 prosentpoeng i 2005.

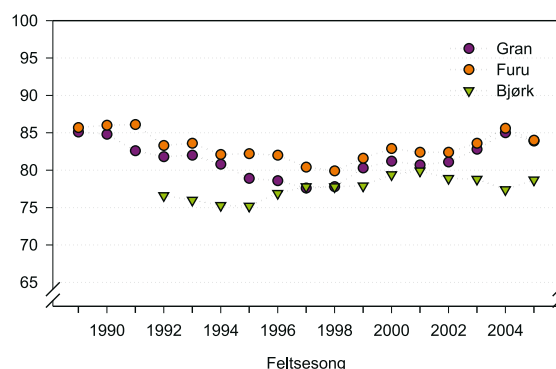


Fig. 2. Utvikling i kronetetthet på de landsrepresentative flater for gran, furu og bjørk.

Andelen grantrær med grønn kronefarge (prosentandel trær med 90 % grønne barnåler) var 85,3 %, som er 3,2 prosentpoeng høyere enn året før (Fig. 3). Det er som forventet, hovedsakelig eldre trær som er misfarget (Fig. 4). Misfargingen hos furu var på samme nivå som året før, mens bjørk hadde mindre misfarging. For bjørk var økningen i andelen trær med grønn kronefarge på 3,4 prosentpoeng til 94,6 %, (Fig. 5). Utviklingen av misfarging over tid for gran, furu og bjørk er gitt i Fig. 5.

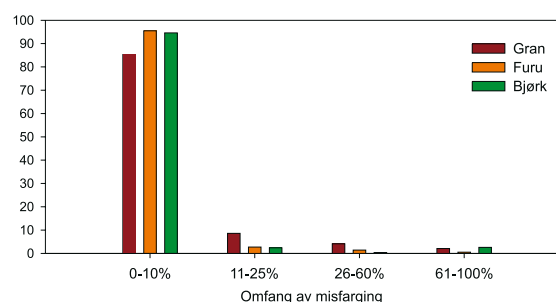


Fig. 3 Omfang av kronemisfarging for gran, furu og bjørk på de landsrepresentative flater i 2005.

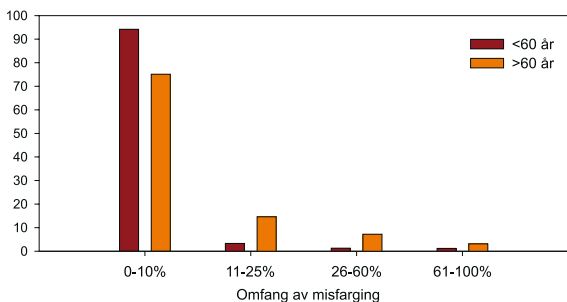


Fig. 4 Omfang av kronemisfarging for gran yngre og eldre enn 60 år på de landsrepresentative flater i 2005.

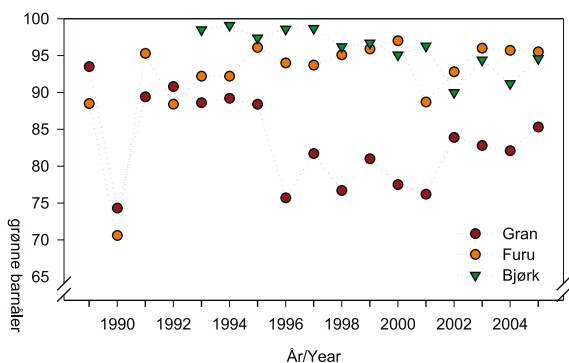


Fig. 5. Utvikling av kronefarge, prosentandel trær med - 90 % grønne nåler og blad, landsrepresentative flater.

året før. Vestlandet hadde som tidligere, høyest gjennomsnittlig kronetetthet (91,9 %), mens Trøndelag hadde den laveste (77,9 %). Forskjellene i kronetetthet mellom flatetyperne landet sett under ett har forandret seg lite det siste året. Den gamle skogen på ekstremflatene hadde fortsatt lav kronetetthet (75,6 %), mens ungskogen i hogstklasse III hadde gjennomgående høy kronetetthet (89,5 %). Sett over hele overvåkingsperioden, har kronetetthet sunket jevnt på alle flatetyper med unntak av ekstremflatene som har ligget på omtrent samme nivå de siste 10 årene (Fig. 7).

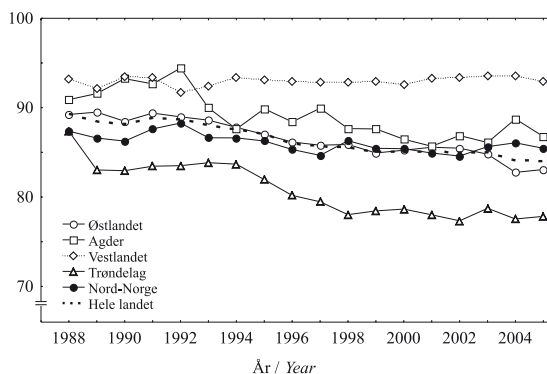


Fig. 6. Utvikling av gjennomsnittlig kronetetthet for granflatene 1988–2005, fordelt på landsdel, skogoppsynets flater.

På de landsrepresentative flatene ble det på gran registrert angrep av granrustsopp (*Chrysomyxa abietis*) på 4,1 % av trærne, mens 8,1 % av bjørke-trærne var skadet av fjellbjørkemåler (*Epirrita autumnata*). Av furutrærne var 1 % skadd av rød furubarveps (*Neodiprion sertifer*).

På landsbasis var avdøingen for alle treslag 2,5 ‰. Eldre bjørk hadde en dødelighet på 8 ‰.

På skogoppsynets overvåkingsflater (Timmermann 2006) ble det i 2005 registrert 35343 trær (33107 gran- og 2236 furutrær) fordelt på 557 overvåkingsflater, det vil si gjennomsnittlig 64 trær pr. flate. Av disse egnert 30277 seg til kronebedømmelse. Halvparten av de observerte trærne (15090) har vært overvåket hvert år siden prosjektets start i 1988.

På skogoppsynets flater var det for landet sett under ett relativt små endringer for kronetetthet med et gjennomsnitt for gran på 83,6 % (Fig. 6). Kronetetthet avtok noe i de fleste fylkene, med unntak av blant annet Hedmark som hadde en kraftig økning i kronetetthet (Timmermann 2005). Tydeligst reduksjon var det i Aust- og Vest-Agder og Oppland med henholdsvis 1,3, 2,2, og 1,3 prosentpoeng nedgang sammenlignet med kronetetthet

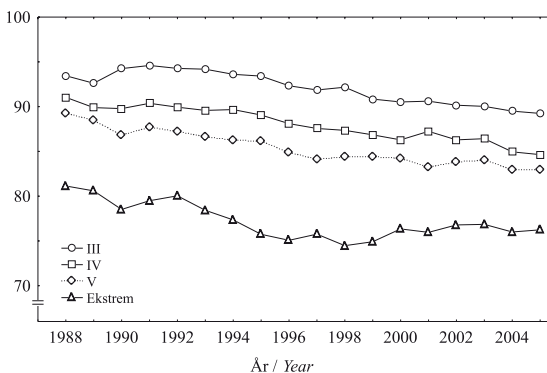


Fig. 7. Utvikling av gjennomsnittlig kronetetthet for granflatene 1988–2005, fordelt på flatetype, skogoppsynets flater.

Kronefarge på skogoppsynets overvåkingsflater viste i 2005 det samme geografiske mønsteret som ble påvist i 2004, med nedgang i Agder og på Østlandet og en forbedring i resten av landet – særlig i Trøndelag og Nord-Norge, som i 2005 hadde nesten like lite misfarging som Vestlandet (Fig. 8). Størst grad av misfarging var det i Hedmark hvor mer enn 20 % av grantrærne var misfarget (Timmermann 2005). Ungskog (hogstklasse III) over

hele landet hadde fortsatt minst misfarging og ekstremflatene mest, men det var liten forskjell mellom de fire ulike flatetyperne (aldersklassene). Det ble færre grønne trær både i ungskog og på ekstremflatene (Fig. 9).

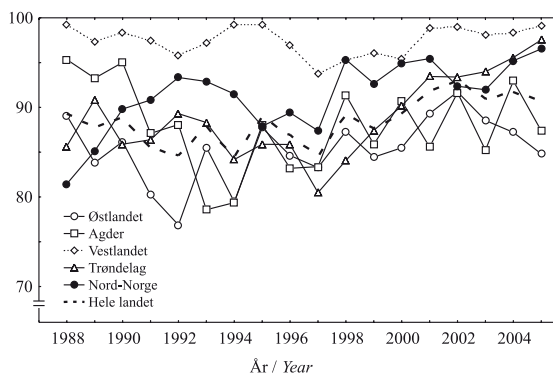


Fig. 8. Utvikling av kronefarge (prosentandel grønne trær) for granflatene 1988–2005, fordelt på landsdel, skogoppsynets flater.

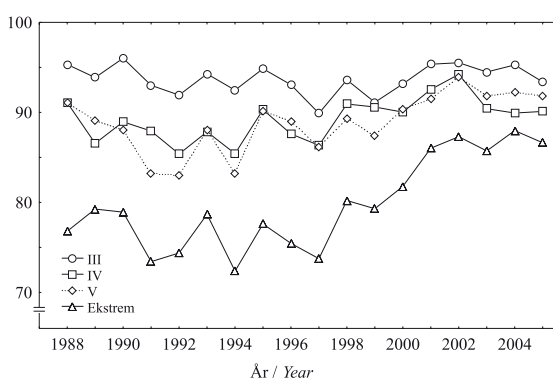


Fig. 9. Utvikling av kronefarge (prosentandel grønne trær) for granflatene 1988–2005, fordelt på flatetype, skogoppsynets flater.

Det ble innrapportert færre skader på enkelttrær i 2005 enn året før. De hyppigste skadeårsakene som ble angitt av skogbrukssjefene i 2005, var snø- og vindrelatert, mens det bare ble registrert noen få tilfeller av granrustangrep. Avdøing tiltok i Trøndelag og i Nord-Norge, mens den avtok i resten av landet. For gran var avdøingen 0,34 % landet sett under ett, som er noe høyere enn gjennomsnittet for hele den 18-årige overvåkingsperioden.

På de intensive flatene har grantrærnes kronetett- het blitt redusert med 5 prosentpoeng i 2005 sammenliknet med året før. Gjennomsnittlig kronetett- het for de sju gjenværende granflatene i 2005 var med 79,8 % på det laveste nivået siden 1998. Kro-

netetthet var høyest på flata i Birkenes (85 %), mens den som i tidligere år var lavest i Tustervatn (69,6 %). Kronefarge for gran derimot forbedret seg fra 2004 til 2005, og andelen normalt grønne trær økte fra 92 til 95 %, dvs. at gjennomsnittlig 95 av 100 grantrær hadde normal grønn farge i 2005.

3.2 Spesielle skader i 2005

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

Klimabetinget vinterskade. Vinteren 2004–2005 var i perioder svært snøfattig på Østlandet. I enkelte plantefelt gikk det hardt ut over småplanter av gran, særlig plantninger fra høsten før. Også flere lyngarter (blåbær, krekling, røsslyng) fikk sviskader. Skader ble observert fra Aust-Agder til sørlige deler av Oppland. Størst skadeomfang ble registrert i Telemark.

Rød furubarveps. De sterke angrepene som ble rapportert i Åsnes, Hedmark og i noen kommuner i Østfold i 2004 fortsatte i 2005. Angrepene, særlig i Åsnes, var i år mer omfattende.

Granrustsoppen. I 2004 var det sterke angrep av granrustsoppen i høyereliggende granskoger på Østlandet. Skadene ble først synlige på ettersommeren og utover høsten, og var lettest synlig på vårparten før skuddskytingen i 2005. Derfor var det i år mange rapporter om omfattende skader på gran i høydelag fra 400–500 m og oppover.

Tørke. Fra midt i juni og en måneds tid framover var det uvanlig lite nedbør i deler av Østlandsområdet samtidig som temperaturen var godt over normalen. Fra først i juli ble det observert akutte tørkeskader på mange forskjellige treslag på tørkeutsatte områder. Ut i august ble det observert gulning på eldre nåler hos furu, og etter hvert også gulning og nålefall hos gran.

3.3 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger

I 2005 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. Prøver ble tatt døgnetlig eller ukentlig (Søgne).

Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid var høyest langs kysten i Sør-Norge og i Finnmark,

representert med Søgne på $0,30 \mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$ og Karasjok med $0,31 \mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$. Stasjonen Karasjok er ikke tilknyttet OPS-programmet, men er representativ for regionen. Sulfatkonsentrasjonen er gjennomgående høyest i Sør-Norge. Månedsmiddelet av SO_2 og SO_4^{2-} var gjennomgående høyest i vintermånedene. De høyeste døgnmiddelverdier, årsmiddel- og prosentkonsentrasjonene av NO_2 observeres på stasjonene i Sør- og Øst-Norge. Høyeste årsmiddelverdier for «sum nitrat» og «sum ammonium» hadde Søgne med hhv. $0,62$ og $1,06 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$. Det ble målt enkelte høye døgnmiddelkonsentrasjoner ved de fleste andre stasjoner også. Årstidsvariasjonen av «sum nitrat» ($\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$) var liten de fleste steder, men de høyeste månedsmidlene observeres i februar-april. «Sum ammonium» ($\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$) 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 større om sommeren enn om vinteren i alle landsdelene unntatt i Finnmark, på grunn av høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. Bidraget av tørravsett svovel til den totale avsetningen var 17–24 % om sommeren og 6–25 % om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark. I Finnmark er tørravsetningsbidraget meget høyt på grunn av høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør (hhv. 46 % tørravsetning om sommeren og 39 % om vinteren). Tørravsetningen for nitrogenkomponentene bidrar for det meste relativt mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren.

Endringer i luftens innhold av svovel- og nitrogenforbindelser samsvarer med rapporterte endringer i utslipp i Europa (EMEP 2005). Fra 1980 var den gjennomsnittlige observerte reduksjonen av SO_2 -konsentrasjonen i Norge mellom 72 % og 92 % og for sulfatpartikler mellom 65 % og 73 %. 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. 10).

I 2005 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. Seks-månedersperioden april-september er valgt som vekstsesong. EUs ozondirektiv fastsetter også grenseverdier for beskyttelse av plantevekst. I tillegg er det under UNECE utarbeidet kriterier basert på akkumulert eksponering over terskelverdien 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Accumulated exposure over the threshold of 40 ppb, betegnes AOT40). I EUs nye ozondirektiv (EU 2002) benyttes også grenseverdier for vegetasjon basert på AOT40. AOT40 beregnes som summen av differansen mellom timemiddelkonsentrasjonen og 40 ppb for hver time der ozonkonsentrasjonen overskrider 40 ppb.

Det var ingen overskridelser av grenseverdien for vegetasjon på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2005. 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 2005. Middelverdien var størst på Birkenes ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$), men det er generelt liten variasjon i denne parameteren over landet. Ozonkonsentrasjonene påvirkes i stor grad av meteorologiske forhold og har variert betydelig fra år til år. Figur 11 viser 7-timers middelverdien på tre stasjoner for perioden 1985–2005. Figuren viser at det er en del variasjon fra år til år, og at det ikke er noen markert endring i denne parameteren over perioden. Grenseverdien på 8-timers middel over $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble overskredet gjennom hele seks-månedersperioden april-september. Birkenes hadde flest døgn med overskridelse, 162, dvs. 89 % av samtlige dager i denne seks-månedersperioden. Grenseverdien for landbruksvekster, 3000 ppb-timer, ble ikke overskredet på noen av de norske målestasjonene i 2005. Grenseverdien på 10.000 ppb-timer for skog ble heller ikke overskredet på noen av stasjonene i 2005. Høyest var verdien på Birkenes med 4766 ppb-timer.

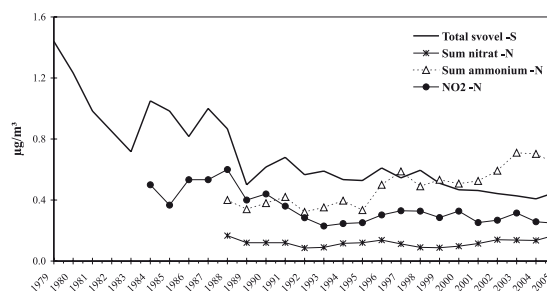


Fig 10. Midlere årlige konsentrasjoner i luft av total svovel ($\text{SO}_2+\text{SO}_4^{2-}$), oksidert nitrogen ($\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$), redusert nitrogen ($\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$) og NO_2 på fire norske bakgrunnstasjoner (Birkenes, Kårvatn, Tustervatn og Karasjok), 1979 til 2005

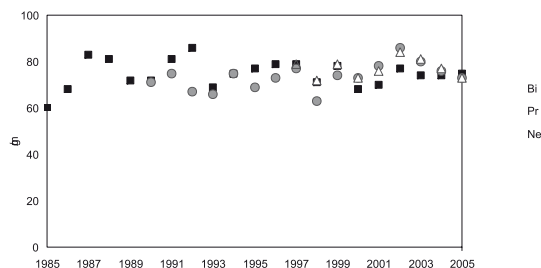


Fig 11. Middelkonsentrasjon av ozon for sju timer (kl 09–16) i vekstsesongen (1. april – 1. okt.) fra 1985 til 2005

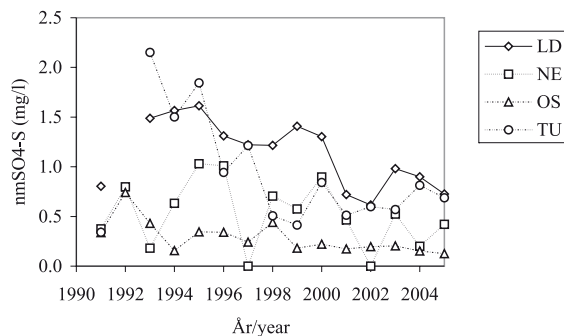


Fig. 12. Langtidstrender i ikke-marint $\text{SO}_4\text{-S}$ i jordvann fra 15 cm-sjiktet på Lardal, Nedstrand, Osen og Tustervatn.

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 SO_4 . Tilførselen av forsurende stoffer til Norge er imidlertid i tillegg til utslipp og vindretning også avhengig av nedbørmengde. Mye av de variasjonene vi har sett i resultatene de siste årene kan derfor tilskrives meteorologiske forhold. Feltene sør i landet hadde generelt lavere pH og høyere konsentrasjoner av nitrat, ammonium og ikke-marint sulfat i deposisjon enn feltene lengre nord. Tilførsel av antropogent (menneskeskapt) sulfat og nitrogenforbindelser har ikke vist noen tydelig trend de siste 6–7 årene.

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

Konsentrasjoner av ikke-marint sulfat varierte betydelig, men det er en avtagende tendens på flatene lengst sør i landet (Fig. 12). Gjennomsnittskonsentrasjoner av nitrat i jordvann var nær deteksjonsgrensen på alle flater unntatt Lardal, der gjennomsnittskonsentrasjonen var 0,21 mg N/l ved 40 cm dybde i 2005. Denne konsentrasjon er betydelig høyere enn normale nitratkonsentrasjoner i norsk skogsjordvann. Konsentrasjoner av både totalt og labilt aluminium (et estimat på de giftige Al-forbindelsene) var i 2005 godt under hva som regnes som toksiske grenser, og det ble ikke målt konsentrasjoner over 1,5 mg/l (Fig. 13). Korte episoder med høye konsentrasjoner av labilt aluminium kan imidlertid forekomme i forbindelse med stormer med høye konsentrasjoner av sjøsalter (Lange et al. 2006).

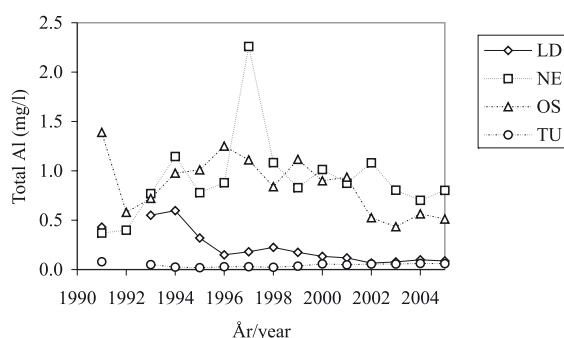


Fig. 13. Langtidstrender for konsentrasjon av totalt aluminium i jordvann fra 15 cm-sjiktet på fire intensive flater: Lardal, Nedstrand, Osen og Tustervatn. Høye verdier på Nedstrand i 1997 skyldes høye sjøsaltkonsentrasjoner.

3.5 Kjemisk innhold i barnåler

I 2005 ble det tatt nåleprøver for kjemisk analyse av de samme prøvetrærne på de intensive flatene som har vært benyttet annethvert år siden 1995. Årets analyse er dermed den sjettede i denne tidsserien. Konsentrasjonen av makronæringsstoffene i årets barnåler har forandret seg lite siden forrige nåleanalyse i 2003 (Tabell 2, endringer fra 2003 i parentes). Gjennomsnittlig konsentrasjon av makronæringsstoffene Ca, Mg, K, N, P, og S var henholdsvis 3, 1, 7, 12, 1, og 1 mg pr. gram tørrstoff i nålene, og konsentrasjonen av Ca, Mg og K lå i området for optimal næringskonsentrasjon på de fleste flatene. Konsentrasjonen av nitrogen lå under grensen for næringsmangel ifølge Brække 1994, men dette er imidlertid normalt i boreale barskoger. Nitrogen er den viktigste minimumsfaktoren for bartrærers tilvekst her i landet. Det fremgår av tabell 2 at flatene lengst sør og vest i landet, Birkenes og Nedstrand, hadde det høyeste nitrogeninnholdet i nålene på ca. 13,5 mg/g. Dette samsvarer også med et relativt høyt innhold av nitrat og ammonium i nedbør i denne landsdelen. Isolert sett var også P-konsen-

trasjonene på de fleste flatene mangelfulle med hensyn til optimal vekst, men likevel på et tilstrekkelig nivå i forhold til de lave N-konsentrasjonene (Brække 1994, Hüttl 1991). De målte verdiene av

makronæringsstoffer i barnåler i 2005 ligger innenfor normalen for eldre barskog i Norge, og noen av svingningene fra år til år kan forklares ut fra klimatiske forhold (Hüttl 1991).

Tabell 2. Konsentrasjoner av makronæringsstoffer i mg/g tørrstoff i årets barnåler 2005 (endringer fra 2003 i parentes). Gjennomsnittstall for gran. Mangel- og optimumsgrenser for gran og furu er etter Brække 1994 og Hüttl 1991.

Flate	Ca	Mg	K	N	P	S
BI	2,7 (0,2)	1,4 (0,0)	8,1 (0,5)	13,3 (0,0)	1,5 (0,0)	0,89 (0,02)
NE	3,9 (0,6)	1,4 (0,2)	7,7 (1,6)	13,6 (1,2)	1,4 (0,3)	0,92 (0,15)
LD	2,9 (-0,9)	1,1 (-0,2)	7,9 (1,4)	11,6 (-1,7)	1,4 (-0,1)	0,81 (-0,03)
HU	2,6 (-0,3)	1,0 (0,2)	5,0 (0,1)	10,7 (-0,2)	1,2 (0,0)	0,68 (0,00)
VO	2,8 (-0,5)	0,8 (-0,1)	6,8 (0,2)	11,1 (-0,8)	1,3 (-0,1)	0,84 (0,02)
OS	3,3 (-1,4)	1,0 (0,0)	7,4 (1,1)	10,9 (-0,4)	1,9 (0,2)	0,76 (0,08)
KF-furu	1,7 (-0,3)	0,9 (0,0)	6,7 (1,0)	8,6 (0,3)	1,2 (0,2)	0,67 (0,08)
TU	2,1 (0,8)	0,9 (0,0)	7,1 (-0,7)	11,4 (1,9)	1,4 (-0,1)	0,70 (-0,02)
Gj.snitt, gran-	2,9 (-0,2)	1,1 (0,0)	7,1 (0,6)	11,8 (0,0)	1,4 (0,0)	0,80 (0,03)
Mangel <Opti-	1,0	0,6	5,5	15	1,5	0,70
mum >	2,5	0,8	7,0	18	1,8	0,90

3.6 Vegetasjon

Vegetasjonen på de intensive overvåkingsflatene er blitt fulgt siden etableringen i 1986. Det ble da etablert 10 ruter á 1x1m langs ytterkanten av hver overvåkingsflate. Ved andre gangs registrering i 1991–93 ble antall ruter utvidet til 50 på flere flater. Arbeidet ble fortsatt i 1998. I 2002 ble det i tillegg etablert flere storruiter på flatene for å oppfylle siste revisjon av ICP Forests-manualen. Det store antallet ruter dekker variasjonen i felt- og bunnvegetasjonen på flatene. Vegetasjonen registreres ved å anslå den enkelte arts dekningsgrad i prosent.

I 2005 ble vegetasjonen registrert på feltet Nedstrand i Rogaland. Antallet registreringsruiter på Nedstrand ble i 2000 utvidet til 50. I 2005 ble registreringene av frekvens og dekning av enkeltarter på flaten gjentatt.

I tabell 3 er det satt opp dekningsprosenten for grupper av arter. Med unntak av «moser» er bakkevegetasjonen nokså sparsom. Både lyng og gras hadde en nedgang i dekningsprosenten fra 2000 til 2005, men pga. spredningen i tallmaterialet er forskjellen ikke statistisk sikker. For «moser» er det en ubetydelig endring i 2005 i forhold til 2000.

Tabell 3. Deknings % for grupper av arter gitt som sum av enkeltarter i 2000 og 2005

Gruppe	2000	2005
Trær	51,5	53,4
Lyng	5,8	2,8
Gras	3,5	2,4
Urter	0,6	0,8
Bregner	0,3	0,1
Moser	55,9	56,3

4. DISKUSJON

Omfanget av skogskader i Norge synes ikke å være unormalt stort. Det er registrert en stabil helsetilstand i norske skoger de siste årene, selv om soppangrep i noen år har hatt betydelig omfang. Skogens vitalitet, 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 skilt seg ut i negativ retning. I 2005 observerte vi en tydelig nedgang i vitaliteten for gran og delvis også furu i Agder og i Oppland. Dødeligheten for alle de registrerte treslagene var omtrent som i tidligere år. Generelt fører de fleste typer stress og skader, inkludert skader hvor luftforurensninger kan ha virket predisponerende, til redusert kronetetthet og/eller misfarging. Kronebedømmelse er imidlertid subjektiv og beheftet med

feilkilder. Dette fører til usikkerhet når den virkelige variasjonen i rom og tid er liten. I Norge synes kronebedømmelsen likevel å gi en grov, men rimelig god beskrivelse av trærnes vitalitet og utviklingen over tid. Denne vurderingen er basert på analyser av kontrollregistreringer av observasjoner, sammenligninger av resultater fra forskjellige datasett og korrelasjonsanalyser mellom 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 har det vært påvist en svak bedring av kronetettheten. Nedgang i kronetetthet og mye misfarging som er påvist i Agderfylkene og i Oppland i 2005, ble også observert på Sør- og Østlandet i perioden 1989–97. En sannsynlig årsak til nedgangen i vitaliteten på nittitallet var tørkesommene i disse områdene i 1989, 1991, 1992, 1994 og til dels i 1997. Disse somrene ble etterfulgt av en tydelig 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 gjenspeilt 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. 2006b).

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

Det geografiske mønsteret i skogens vitalitet, og variasjonene over tid, samsvarer ikke med det geografiske mønsteret en skulle forvente å finne ved skader av luftforurensninger landet sett under ett. Norge har et geografisk mønster for tilførsler av luftforurensninger, som er tilnærmet uendret fra år til år – i hovedsak er mengdene størst i sør. Den avtakende tilførselen mot nord er tydeligst for tilførsler av sur nedbør, i betydningen forurensninger oppløst i nedbør, ikke-marint sulfat, nitrogenforbindelser og

sterk syre (H^+). At skogsjorda i det sørligste Norge generelt har lav tålegrense for sur nedbør skyldes at jorddekket 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 sjøsalttilførsler gjennom ionebytteprosesser. Tilførsel (deposisjon) av langtransportert svovel med nedbøren har avtatt sterkt siden midten av 1970-tallet, og tilførslene er nå omtrent halvert. Sulfatkonsentrasjonen i jordvannet har avtatt tilsvarende. Forhøyede nitratkonsentrasjoner ble funnet i jordvann ved Lardal. Det er usikkert hvilken betydning dette har, og vil bli fulgt opp fremover.

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. Det viser seg 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, 2003, 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 granskog 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 & Tørseth 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). Tolkningen av dette er at forvitringen av mineralmateriale i skogsjorda er en langsiktig kilde av basekationer til jordvannet, som er stor nok til å erstatte tapet av basekationer pga. sur nedbør og hogst.

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 noe seg i positiv retning, mens det for gran ikke har vært noen spesiell utvikling. 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>

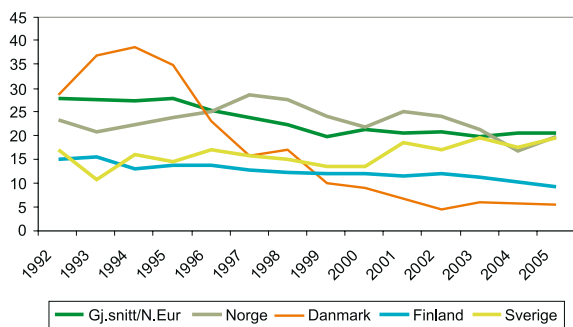


Fig. 14. Andel bartrær med 25–100 % utglisning i sammenlignbare land i Nord-Europa, Norge, Danmark, Sverige og Finland. (Data fra www.icp-forests.org)

6. KONKLUSJON – SKOGTILSTANDEN

Det er registrert en liten nedgang i kronetetthet til gran og furu i 2005. Skogtilstanden i Norge må likevel karakteriseres som nokså stabil, og det har vært relativt små endringer de siste åtte årene. Den negative trenden for skog som vi observert på 1990-tallet ser ut til å ha snudd, men årsaken til endringen er usikker. Bedrede vekstbetingelser som følge av værforhold, kan spille en rolle. 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 oppfores til skadelige mengder.

Siden 1997 har trærnes kronetilstand vært relativt stabil landet sett under. Kronetettheten i 2005 er noe

reduert for gran og furu, mens den er svakt forbedret for bjørk. Nedgangen er størst i Agder og i Oppland. Kronetilstanden er betinget av en rekke faktorer og ulike stresspåvirkninger, slik som aldring, sjukdommer (for eksempel ulike sopper), vekstbetingelser og klimastress (tørke og frost). Når trær skranter eller blir sjuke skyldes dette ofte et samspill av slike naturlige påvirkninger. De variasjonene vi har sett de siste årene skyldes ofte sopp og insektskader som igjen er betinget av klimatiske forhold. Bidraget fra forurensningene er vanskelig å fastslå fordi denne påvirkningen har vært svært liten i forhold til de andre påvirkningsfaktorene. Forhøyede nitratkonsentrasjoner ble funnet i jordvann ved Lardal. Det er usikkert hvilken betydning dette har, og vil bli fulgt opp fremover. Resultater fra skogøkologiske undersøkelser viser at det er betydelige variasjoner fra år til år i enkelte målinger. Disse variasjonene er innenfor det som er normalt i boreal barskog.

Norwegian monitoring programme for forest damage. Annual report 2005

Since 1997 the crown condition of trees has been stable. For Norway spruce and Scots pine the crown density was slightly decreased in 2005, while it was slightly improved for birch. The decrease is most evident in the southeast part of Norway. Crown condition is determined by age, diseases (e.g. various fungi), growth conditions and climatic stress (drought and frost). When trees show signs of poor health, this is often due to an interaction of these natural causes. The variations we have seen in the last years were mainly caused by fungal and insect attacks that were largely due to a combination of climatic stress on trees and a favourable climatic environment for the fungi and insects. The effect of pollutants on forest condition is hard to estimate, because their effect has been small compared with those of other factors. Results from ecological investigations on the intensive monitoring plots suggest that the forest environment is stable, and that there are, as usual, large fluctuations from year to year in some measurements, within the normal variation for coniferous forests.

Etterord

OPS er finansiert av Landbruks- og matdepartementet, Miljøverndepartementet/SFT, og ved egeninnsats fra de utførende institusjonene. Vi takker alle som har bidratt med sitt arbeid for å muliggjøre denne rapporten, inklusive andre forskere og teknikere ved de deltagende institusjonene, kommunale skogbruksjefer 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. 2006a. Intensiv skogovervåking i 2005. Resultater fra ICP Forests Level 2 flater i Norge. Intensive forest monitoring in 2005. Results from ICP Forests Level 2 plots in Norway. *Viten fra Skog og landskap* 04/06: 1-xx s.
- Andreassen, K., Solberg, S., Tveito, O.E. and Lystad, S.L. 2006b. 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.
- 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.
- 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. 2005. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe in 2003. Norwegian Meteorological Institute, EMEP Status report 1/2005.
- 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.
- Hornvedt, 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.
- Hylen, G. & Larsson, J. Y. 2006. Helsetilstanden i norske skoger. Resultater fra landsrepresentativ overvåking 1989–2005. *The condition of Norwegian forests Results from national surveillance 1989–2005* NIOOS rapport 1/06: 1–60.
- 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., Clarke, N., Tørseth, K. & Skjelkvåle, B.L. 2002. Prognoses for future recovery from acidification of water, soils and forests: Dynamic modeling of Norwegian data from ICP Forests, ICP IM and ICP Waters. *Fagrapport nr 113. NIVA rapport SNO 4577–2002*, 1–31.
- Larssen, 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., Clarke, N., Røsberg, I., Aamlid, D., Aas, W. 2001. Intensiv skogovervåkingsflater. *Resultater fra 2000. Aktuelt fra skogforskningen* 8/2001: 1–21.
- 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 soppskader. *Aktuelt fra skogforskningen* 3/02: 4–7.
- Solheim, H. 2003. Mye granrustangrep på Østlandet. *Aktuelle skogskader*: http://www.skogforsk.no/skogskade/aktuelt/frm_edit.cfm?news=3
- Solheim, H. & Skrøppa, T. 2005. Store angrep av granrust på Østlandet. *Skogeieren* 92 (5): 16–17.
- Timmermann, V. 2006. Skogoppsynets overvåkingsflater. *Vitalitetsregistreringer 2005. [Forest Officers' Monitoring Plots. Vitality survey 2005.] Rapport fra skogforskningen* 1/06: 1–30.
- Venn, K., Aamlid, D., Sletnes, A.I. & Joranger, E. 1993. Skogskadesituasjonen i Norge. *Status 1992. Rapp. Skogforsk* 18/93: 1–46.
- Venn, K., Aamlid, D., Sletnes, A.I. & Tørseth, A. 1. 1995. Skogskadesituasjonen i Norge. *Status 1994. Rapp. Skogforsk* 23/95: 1–19.
- Aamlid, D., Solheim, H. & Venn, K. 1991. Skogskader. *Veiledning i overvåking av skogskader. Norsk institutt for skogforskning, Ås.* 53 s.
- Aas, W., Solberg, S., Berg, T., Manø, S. and Yttri K.E. 2006. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. *Atmosfærisk tilførsel 2005. Kjeller, Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 36/2006 SFT Rapport* 955/2006. 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

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

nett: www.skoglandskap.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

