

Rapport
fra Skog og landskap

13/2014



skog +
landskap

Norsk institutt for
skog og landskap

SKOGENS HELSETILSTAND I NORGE

Resultater fra skogskadeovervåkingen i 2013

*The health state of Norwegian forests
Results from the national forest damage monitoring 2013*

Volkmar Timmermann ¹⁾, Kjell Andreassen ¹⁾, Nicholas Clarke ¹⁾, Jørn Frode Nordbakken ¹⁾, Ingvald Røsberg ¹⁾, Halvor Solheim ¹⁾ og Wenche Aas ²⁾

¹⁾ Norsk institutt for skog og landskap

²⁾ Norsk institutt for luftforskning



SKOGENS HELSETILSTAND I NORGE

Resultater fra skogskadeovervåkingen i 2013

The health state of Norwegian forests Results from the national forest damage monitoring 2013

Volkmar Timmermann ¹⁾, Kjell Andreassen ¹⁾, Nicholas Clarke ¹⁾, Jørn Frode Nordbakken ¹⁾, Ingvald Røsberg ¹⁾, Halvor Solheim ¹⁾ og Wenche Aas ²⁾

¹⁾ Norsk institutt for Skog og landskap

²⁾ Norsk institutt for luftforskning

ISBN: 978-82-311-0219-9

ISSN: 1891-7933

Omslagsfoto: Ingvald Røsberg på feltarbeid i Birkenes i 2013.

Foto: Jørn Frode Nordbakken, Skog og landskap

Norsk institutt for skog og landskap, Pb. 115, NO-1431 Ås

SAMMENDRAG

Skogovervåking i Norge og andre land i Europa har blitt utført siden midten av 1980-tallet, med tidsserier som beskriver skogens helsetilstand i tid og rom og dokumenterer endringer i skogøkosystemet både på nasjonalt og europeisk nivå. I denne rapporten presenteres resultater fra (i) registreringer av skogens helsetilstand på de landsrepresentative overvåkingsflatene og fra (ii) skogøkologiske analyser på de intensive overvåkingsflatene. Disse to flatesettene inngår i det nasjonale *Overvåkingsprogram for skogskader* (OPS), som er en del av det europeiske skogovervåkingsprogrammet ICP Forests. Det presenteres videre resultater fra (iii) overvåkingen av askeskuddsyke og fra (iv) andre skogskaderegistreringer i 2013.

Gjennomsnittlig kronetetthet hos gran i den landsrepresentative skogovervåkingen (OPS Level I) avtok og var i 2013 på det laveste nivået siden 2007, mens kronetetthet hos furu økte til det høyeste nivået siden 1991. Det var betydelige regionale forskjeller i kronetetthet, særlig hos gran. Det var lite, men noe økende misfarging hos begge treslagene i 2013. Antall biotiske og abiotiske skader hos gran og furu økte betydelig i 2013, mens skadeomfanget på bjørk var omtrent uforandret sammenlignet med året før. Skadeomfanget på andre lauvtrær var vesentlig lavere enn på bjørk. Den lave kronetettheten og noe økte misfargingen hos gran skyldes sannsynligvis omfattende frosttørreskader og granrustangrep.

Kronetettheten hos gran på de tre intensive overvåkingsflatene (OPS Level II) økte i 2013, mens den gikk ned hos furu. Det ble observert lite misfarging og få skader på de intensive overvåkingsflatene.

Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid og sulfat i luft, målt på fire stasjoner i fastlands-Norge, var høyest på den intensive overvåkingsflata i Birkenes, mens Hurdal hadde det høyeste nivå av nitrogendioksid. Årsmiddelkonsentrasjonene i 2013 var generelt en del lavere sammenlignet med foregående år. Avsetninger av svoveldioksid og sulfat har blitt redusert siden 1980 i fastlands-Norge. Årsmiddelkonsentrasjonen av ammonium viser en signifikant reduksjon siden 1993. For summen nitrat + salpetersyre og sum ammoniakk + ammonium har det derimot vært en økning i konsentrasjonsnivået på flere stasjoner, mens avsetningen av nitrogendioksid har hatt en signifikant reduksjon på fastlandsstasjonene. Målingene av bakkenært ozon i Norge i 2013 viste generelt lave verdier, og grenseverdien for landbruksvekster og skog ble ikke overskredet på noen av stasjonene.

Siden 1990 har det vært en svak reduksjon i deponisjon av uorganisk nitrogen i kronedrypp på de intensive overvåkingsflatene i Birkenes og Osen, mens Hurdal ikke viser noen tydelig trend. Det er ikke påvist noen tydelig trend i avsetning av uorganisk nitrogen de siste årene på noen av flatene. Deposisjon av antropogent sulfat i nedbør ble sterkt redusert på 1990-tallet og begynnelsen av 2000-tallet som et resultat av reduserte SO₂-utslipp i Europa, men har ikke endret seg mye de siste årene. Konsentrasjonen av antropogent sulfat i kronedrypp og jordvann i Norge ble tilsvarende redusert, men det har ikke vært store endringer i løpet av de siste årene. Aluminiumkonsentrasjonene i jordvann har vært relativt stabile og har ligget under den toksiske grensen de siste årene.

Birkenes, som er mest utsatt for langtransporterte forurensinger, hadde i 2013, som i tidligere år, de høyeste svovelverdier i barnålene av alle overvåkingsflater, selv om verdiene hadde avtatt noe i forhold til 2011. Birkenes hadde også den høyeste konsentrasjonen av nitrogen i barnålene av alle flater, selv om nitrogenverdiene også her var lave. I Osen var nitrogeninnholdet i barnålene veldig lavt og er antakelig utilstrekkelig i forhold til de høye kalsium- og fosforverdiene i barnålene på denne flata.

Vegetasjonsanalysen i Birkenes viste at det generelt var små endringer i artenes dekning i 2013 i forhold til i 2008. Ingen arter av lyng, urter og gras viste signifikante endringer i dekning i perioden 1991-2013. Redusert dekning av relativt små levermoser og økt dekning av relativt store bladmoser i Birkenes samsvarer med observasjoner gjort i permanente overvåkingsflater i eldre norsk granskog, og har blitt koblet til milde høster og noe lengre vekstsesonger de siste årene.

Askeskuddsyke er nå spredd over store deler av Østlandet, Sørlandet og Vestlandet. Sykdommen har i 2013 spredd seg videre nordover gjennom Sogn og Fjordane og inn i Møre og Romsdal. De nordligste funnene ble gjort på Sunnmøre. Soppen askeskuddebeger, som forårsaker askeskuddsyken, stammer trolig fra Asia. På overvåkingsflatene i askebestand på Østlandet, som ble etablert i 2009, fortsatte den dramatiske utviklingen for de små asketrærne. Andelen sterkt skadde og døde/døende småtrær økte fra noen få prosent i 2009 til over 60 % av de registrerte trærne i 2013. Kroneutglisningen hos de store asketrærne på Østlandsflatene har økt saktere i

samme periode. Likevel var mer enn en tredjedel av de store trærne sterkt skadet eller døde i 2013. På askeovervåkingsflatene på Vestlandet, som ble etablert i 2012, ble det i 2013 registrert en tydelig forverring i kronetilstanden på to av flatene, også her først og fremst hos de små asketrærne.

2013 var et gunstig år for mange soppskadegjørere. Det ble registrert mye granrustangrep på Østlandet. Mange trær ble angrepet for andre år på rad med misfarging og kroneutglisning og dermed tilveksttap som følge. Rødbandsyke, som forårsakes av rødbandsoppen og angriper furunåler, ble i 2013 funnet i 10 nye kommuner på Østlandet. I enkelte bestand i Engerdal og Trysil var angrepene relativt sterke, trolig de sterkeste som er registrert i Europa på vanlig furu. Rødbandsoppen ser ut til å være i stadig spredning, og begunstiges trolig av et mildere klima.

Nivået av granbarkbiller i de utsatte fellene var i 2013 lavere enn i 2012. Angrep av seljebladbille på selje og andre *Salix*-arter har nå pågått i flere år i Midt-Norge, og det har vært en generell økning i skadeomfanget med flere og flere berørte kommuner.

Langvarig tele i bakken tidlig i vekstsesongen og store variasjoner mellom natt- og dagtemperaturer førte til omfattende frosttørke- og teletørkeskader på einer, lyng og gran i store deler av Sør-Norge. Skadde grantrær mistet mye nåler med nedsatt kronetetthet som følge. Telen førte enkelte steder også til oksygenmangel i bakken med rotkvelning og sterkt misfargete/døde nåler hos grantrærne som følge. Flere stormer rammet Norge i 2013 og sterkest ble skadene på skogen i Nord-Trøndelag. I alt anslås det at rundt 500 000 m³ tømmer blåste overende. Sommeren 2013 var varm og tørr, og fra juli ble det observert tørkesymptomer på mange forskjellige treslag, særlig løvtrær, som sto på tørkeutsatte steder.

SUMMARY

Forest monitoring has been carried out in Norway and in other European countries since the mid-1980s, creating time series that describe the health state of the forest in space and time, and document changes in forest ecosystems both at a national and European level. This report presents results of the Norwegian forest damage monitoring programme from assessments on (i) the large-scale Level I plots and (ii) the intensive Level II monitoring plots. Both monitoring networks are part of the European forest monitoring programme (ICP Forests). The report furthermore presents results from (iii) the Norwegian ash dieback monitoring and (iv) other damage recording projects in 2013.

Crown condition assessments conducted on the Level I plots of the Norwegian forest damage monitoring programme showed increasing defoliation of Norway spruce in 2013, reaching the highest level since 2007. Defoliation of Scots pine decreased in 2013 compared to 2012. Although discolouration had increased in both species, it was still at a low level in 2013. Biotic and abiotic damage to spruce and pine showed a considerable increase. Damage to birch was at the same level as in 2012. Other deciduous trees showed less damage symptoms than birch. Increasing defoliation and discolouration of spruce was probably induced by extensive episodes of frost drought and attacks of spruce needle rust.

Crown condition was relatively stable on the Level II monitoring plots with little discolouration and observed damage, although defoliation increased for pine.

The average concentrations of sulphur compounds in the air, measured at four stations on the Norwegian mainland, were highest at the intensive monitoring plot in Birkenes. At Hurdal, the highest levels of nitrogen dioxide were measured. All measured concentrations were lower than in previous years. Deposition of sulphur dioxide and sulphate on the Norwegian mainland has been reduced since 1980. The average concentration of ammonium in the air has been significantly reduced since 1993. The sum of nitrate + nitric acid and the sum of ammonia + ammonium, on the other hand, had an increase in concentrations at several stations, while the deposition of nitrogen dioxide has been significantly reduced at the mainland stations. Measurements of tropospheric ozone in Norway in 2013 showed generally low values, and critical values for crops and forest were not exceeded at any station.

Since 1990, a slight reduction of inorganic nitrogen compounds in throughfall deposition has been measured at the monitoring plots in Birkenes and Osen, while measurements from Hurdal do not show any clear trends. In recent years, there has not been a clear trend in deposition of inorganic nitrogen. Deposition of anthropogenic sulphate was strongly reduced in the 1990s and in the first years after 2000 due to reduced SO₂ emissions in Europe. However, the decline in concentrations

of both anthropogenic sulphate and inorganic nitrogen compounds in precipitation seems to have stopped during the last few years. Concentrations of anthropogenic sulphate in throughfall deposition and soil water in Norway have been reduced correspondingly, also without major changes in recent years. Concentrations of labile aluminium in soil water samples have been stable and below toxic levels in recent years.

Chemical analysis of macronutrients in spruce needles showed that Birkenes, being the southernmost plot with the highest depositions of long-range air pollution, had the highest concentrations of sulphur in current-year needles, although values were slightly lower than in 2011. Also concentrations of nitrogen in spruce needles were higher at Birkenes than at the other plots, but still at low levels. Needle samples from Osen showed very low levels of nitrogen, presumably being insufficient in relation to the high levels of calcium and phosphorous measured at this plot.

Ground vegetation assessments in Birkenes revealed only minor changes in species cover in 2013 compared to 2008. No significant changes in cover were detected for species of ericaceous plants, herbs and grasses in the period from 1991 to 2013. The observed reduction in cover of relatively small liverworts and increase in relatively large mosses at Birkenes coincides with observations from other Norwegian monitoring programmes, and has been linked to mild autumns and somewhat prolonged growing seasons in recent years.

Ash dieback has spread through large parts of East, South and West Norway. In 2013, the disease spread further north through the county of Sogn og Fjordane and into Møre og Romsdal. The fungus *Hymenoscyphus fraxineus*, which causes ash dieback, probably originated in Asia. There has been a dramatic development for the small ash trees in four ash monitoring plots established in East Norway in 2009. The proportion of severely damaged or dead/dying small ash trees increased from a few per cent in 2009 to more than 60 % in 2013. Defoliation among the large, dominant ash trees in the four monitoring plots in East Norway has increased more slowly in this period; however, more than one third of the large trees were severely damaged or dead in 2013. On two of three ash monitoring plots established in West Norway in 2012, crown condition clearly deteriorated in 2013, also here particularly among the younger trees.

2013 was a favourable year for many pathogenic fungi in Norway. Attacks of spruce needle rust were common in East Norway. Many spruce trees were attacked by the rust fungus for the second year, resulting in discolouration and defoliation, and finally in loss of increment. Red band needle blight of conifers caused by the fungus *Mycosphaerella pini* was observed in several new municipalities in East Norway in 2013. There have been partially heavy attacks of this fungus in some stands in East Norway, probably being the hardest attacks on Scots pine observed in Europe. The fungus seems to be still spreading in Norway and is generally considered to be greatly favoured by climate change in the northern hemisphere.

The amount of European spruce bark beetles in traps was lower in 2013 than in 2012. Attacks of blue willow beetles on goat willow and other *Salix* species have been occurring for several years in Mid-Norway, and damage caused by these beetles has increased and spread to several new municipalities.

Long-lasting frozen soils early in the growing period, combined with large variations between night and day temperatures, induced extensive damage from frost drought on juniper, ericaceous plants and spruce over large areas of southern Norway. Damaged spruce trees lost a lot of needles resulting in increased defoliation. Soil frost with consequent oxygen deficiency in the soil led in some regions to root suffocation in spruce, resulting in brownish discoloured/dead needles. Several storms hit Norway in 2013, causing largest damage in the county of Nord-Trøndelag. In total, 500 000 m³ of timber was felled by storms in Norway. The summer of 2013 was warm and dry, and from July on drought symptoms were observed on many tree species, especially deciduous species, growing at drought exposed sites.

Nøkkelord: Skogens helsetilstand, langtransporterte luftforurensninger, skogovervåking, askeskuddsyke, skogskader

Key words: Forest health, long-range transboundary air pollution, forest monitoring, ash dieback, forest damage

Innhold

Sammen drag	ii
Summary	iii
1. Innledning	1
2. Metoder	2
2.1. Landsrepresentativ overvåking – OPS Level I	2
2.1.1 Prøveflater	2
2.1.2 Registreringer	3
2.2. Intensiv overvåking – OPS Level II	4
2.2.1 Overvåkingsflater	4
2.2.2 Måleprogram	5
2.3. Overvåking av askeskuddsyke	7
2.4. Registrering av spesielle skader	8
3. Resultater og diskusjon	8
3.1. Landsrepresentativ overvåking	8
3.1.1 Trærnes kronetilstand	8
3.1.2 Trærnes alder	16
3.2. Intensiv overvåking	17
3.2.1 Trærnes kronetilstand	17
3.2.2 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger	19
3.2.3 Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog	21
3.2.4 Kjemiske elementer i barnåler	23
3.2.5 Vegetasjonsanalyser	28
3.3. Askeskuddsyke	31
3.3.1 Sykdomsutvikling og utbredelse i Norge i 2013	31
3.3.2 Overvåking på permanente flater	31
3.4. Spesielle skader	34
4. Konklusjoner	40
Etterord	41
Litteraturreferanser	41

1. INNLEDNING

Skogens helsetilstand påvirkes i stor grad av klimatiske forhold, enten direkte ved tørke, frost og vind, eller indirekte ved at klimaet påvirker omfanget av soppsykdommer og insektangrep. Ifølge FNs klimapanel (IPCC 2013) er vi inne i en periode der det skjer en oppvarming av atmosfæren, slik at vi vil få en generell økning i temperaturen, både om vinteren og i vekstsesongen. I henhold til ulike klimascenarier for Norge (Hansen-Bauer & Haugen 2007, Anon. 2014) vil temperaturøkningen bli størst i innlandet og i nord, og større om vinteren enn om sommeren. Videre er det antatt at årsnedbøren vil øke de fleste steder, mens sommernedbøren på Øst- og Sørlandet vil avta, og at den midlere vindhastigheten vil tilta i vinterhalvåret. For trærne vil en følge av dette kunne være økt frekvens av frost- og tørkeskader, snøbrekk og stormfelling, samt økt risiko for tørke og skogbrann om sommeren. Samtidig vil klimaendringene kunne gi endrede og bedre livsvilkår for en rekke skadegjørere i skogen, både insekter og sopper. Siden trærne gjennom en lang evolusjon er tilpasset en vekstrytme og et forsvar mot et annet regime av klima og skadegjørere, kan de være svært sårbare for slike endringer. Klimaendringene, den forventede økningen i klimarelaterte skogskader og nye invaderende skadegjørere gir dermed store utfordringer for forvaltningen av fremtidens skogressurser. De senere årene har det derfor blitt lagt større vekt på overvåking av skadegjørere som grunnet klimaendringer kan føre til større skader, og av invaderende (fremmede) arter som har kommet eller kan komme til Norge pga. klimaendringer eller utvidet handel og transport.

I 1985 forpliktet Norge seg til å delta i det internasjonale samarbeidsprogrammet om overvåking av effekter av luftforurensninger på skog (ICP Forests). ICP Forests ble opprettet under FN-konvensjonen om langtransporterte grenseoverskridende luftforurensninger (CLRTAP). Programmet dokumenterer endringer i de europeiske skogenes helsetilstand og undersøker årsaksforhold. ICP Forests leverer også informasjon om flere indikatorer for bærekraftig skogbruk til Forest Europe (Köhl & San-Miguel-Ayanz 2011). Denne informasjonen er meget viktig i utformingen av den nasjonale og globale skog- og miljøpolitikken. Overvåkingsprogrammet framskaffer også viktige data for karbonbudsjetter, om biomangfold og klimaendringens innvirkning på skogene, og har et stort potensial for videreutvikling av slik informasjon (Fischer et al. 2012). I programmet deltar rundt 40 europeiske land, som alle bruker tilnærmet de samme metodene for å beskrive skogens helsetilstand (UNECE 2010). Hvert år rapporteres det data fra ca. 6000 flater som ligger i et arealbasert nett med én overvåkingsflate pr. 256 km² (Level I) og fra ca. 500 intensivt overvåkede flater (Level II), og det utarbeides årlige rapporter om skogtilstanden i Europa (Michel et al. 2014, Fischer et al. 2012).

Skogens vekst og helsetilstand bestemmes i stor grad av et samspill mellom jordsmonn, voksestedsbetingelser, høyde over havet, breddegrad, trærnes alder, klima, skadegjørere og andre naturlige stressfaktorer. Langtransporterte luftforurensninger som sur nedbør og bakkenært ozon kan komme i tillegg til eller virke sammen med de nevnte faktorene. Unaturlig sterkt nåle- eller bladtap og misfarging som gulfarget bar eller løv i trekrona blir vanligvis tolket som et symptom på stress eller ubalanse. Trærnes kronetilstand brukes derfor som indikator på skogens helsetilstand. I 2005 innførte ICP Forests en standardisert rapportering av skader på trær der det er lagt større vekt på å fastslå årsakene til synlige kroneskader. I tillegg til å kunne forklare variasjoner i trærnes kronetetthet og kronefarge, vil en slik harmonisering av skade- og årsaksregistreringer over tid kunne gi et bedre bilde av utbredelse, forekomst og skadelige virkninger av insekter, sopp, klimatiske forhold, luftforurensninger som sur nedbør og bakkenært ozon og andre faktorer som påvirker skogene i Europa.

Norge er representert i ICP Forests gjennom *Overvåkingsprogram for skogskader (OPS)*. Formålet til OPS er å overvåke norske skogers helsetilstand, registrere skadeomfanget, vise utviklingstendenser over tid og vurdere i hvilken grad langtransporterte luftforurensninger

fører til skogskader i Norge. Norsk institutt for skog og landskap koordinerer og leder arbeidet med skogovervåkingen på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet. I tillegg deltar Norsk institutt for luftforskning (NILU). Skogovervåkingen i OPS foregår i dag på to flatesett: Overvåkingen på de landsrepresentative flatene (Level I) bidrar årlig med data om skogens generelle helsetilstand i tid og rom, og gir dermed informasjon om skogens utvikling og sykdommers utbredelse og forekomst både nasjonalt og på europeisk nivå. På de intensive overvåkingsflatene (Level II) registreres og analyseres mer dyptgående skogøkologiske data og økosystemprosesser, som sammen med kronetilstandsregistreringer bidrar til en bedre forståelse av de enkelte stressfaktorens betydning for skoghelsen.

I denne rapporten presenteres resultater fra (i) registreringer av skogens helsetilstand på de landsrepresentative overvåkingsflatene, fra (ii) skogøkologiske analyser og målinger av luftkjemi på de intensive overvåkingsflatene, fra (iii) overvåkingen av askeskuddsyke og fra (iv) andre skogskaderegistreringer i 2013. Årets resultater er også sammenlignet med overvåkingsdata over tid.

2. METODER

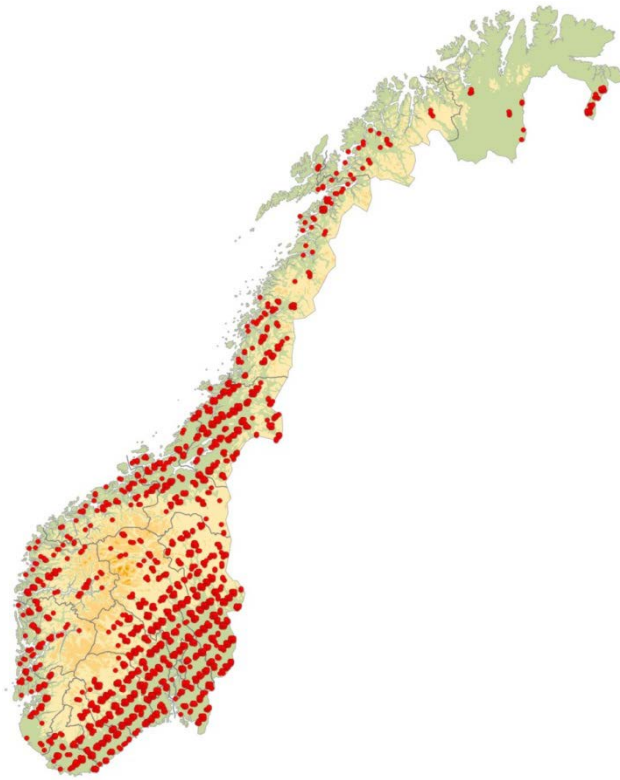
2.1 Landsrepresentativ overvåking – OPS Level I

2.1.1. PRØVEFLATER

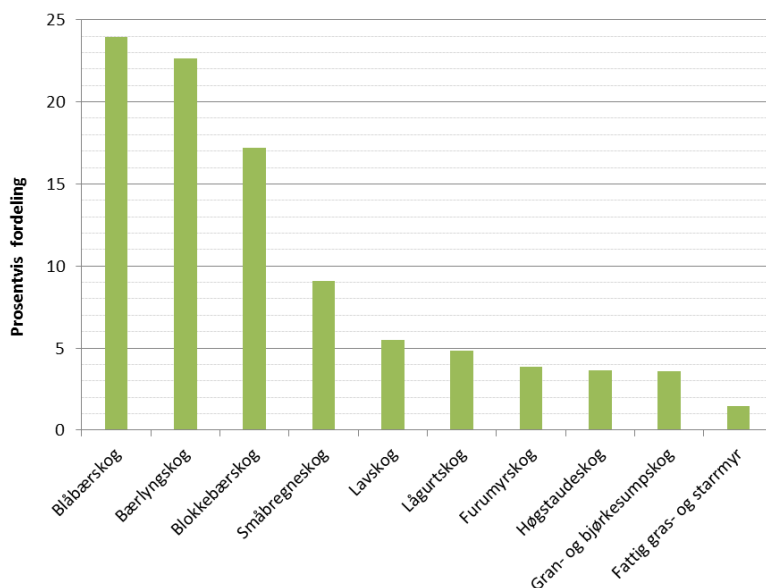
Alle flater i den landsrepresentative skogovervåkingen inngår i Landsskogtakseringens registreringer i skog i et 3x3 km nett med permanente flater som oppsøkes med femårige omdrev (Landsskogtakseringen 2013). Tidligere ble i tillegg rundt 500 overvåkingsflater oppsøkt hvert år. Dette ble endret f.o.m. 2013 slik at alle flater nå oppsøkes hvert 5. år i forbindelse med landstaksten. Antall flater vil variere noe fra år til år grunnet Landsskogtakseringens registreringsmetodikk, men er gjennomgående noe høyere enn i tidligere år. Flatene representerer et tilfeldig utvalg av Norges skoger og er merket slik at nøyaktig samme areal og trær kan undersøkes hver gang. Dette gjør det mulig å fange opp endringer som har skjedd i skogforholdene over tid. Alle prøveflater har et fast areal på 250 m².

I 2013 ble den landsrepresentative skogovervåkingen utført på 1860 flater som var fordelt over hele landet (Figur 1). Rundt 53 % av flatene lå på Østlandet, 20 % på Sør- og Vestlandet, 18 % i Trøndelag og 9 % i de tre nordligste fylkene. Rundt 60 % av flatene lå under 400 moh., 34 % mellom 400 og 800 moh., mens bare 6 % lå over 800 moh. De vanligste skogtypene var blåbær-, bærlyng- og blokkebærskog, der til sammen 64 % av flatene var lokalisert (Figur 2).

Kronetilstandsregistreringer fra et utvalg av flater rapporteres årlig til den internasjonale skogovervåkingsdatabasen ved ICP Forests sammen med andre europeiske lands overvåkingsdata. Flateutvalget er tilpasset ICP Forests standard Level I nett (16x16 km) med én flate pr. 256 km². Kronetilstandsregistreringer utføres tilnærmet likt over hele Europa i henhold til en felles manual som beskriver metodene (UNECE 2010).



Figur 1. Lokalisering av de landsrepresentative overvåkingsflatene i 2013.



Figur 2. Prosentvis fordeling av flater på de vanligste vegetasjonstypene i 2013.

2.1.2. REGISTRERINGER

Kronetilstandsregistreringer i den landsrepresentative skogovervåkingen utføres på alle høyde/prøvetrær på landsskogflatene. Det blir dermed et utvalg av trær som representerer kronetilstanden på flatene. Kronebedømmelse ble utført på gjennomsnittlig 6 trær pr. flate i 2013, varierende fra 1-21 trær pr. flate.

Kronetilstandsregistreringer omfatter helseparametrene kronetetthet, kronefarge og biotiske og abiotiske skader. Fra og med 2013 bedømmes kronetetthet og -farge kun på gran og furu, mens skaderegistreringene utføres på alle treslag, i motsetning til tidligere år hvor kun

skader på gran, furu og bjørk ble registrert. I tillegg anslås trærnes alder. I 2013 ble kronetilstanden bedømt på 10 386 trær totalt, hvorav 5 449 gran- og 4 937 furutrær. Det ble i tillegg registrert skader på mer enn 20 ulike treslag. Skaderegistrering ble i 2013 utført på 5 366 grantrær (*Picea abies*), 4 901 furutrær (*Pinus sylvestris*), 6 836 bjørketrær (*Betula* spp.), 1 864 andre lauvtrær og 160 andre nåletrær (for det meste sitkagran, *Picea sitchensis*). Andre lauvtrær bestod først og fremst av gråor (*Alnus incata*, 504 trær), rogn (*Sorbus aucuparia*, 391 trær), osp (*Populus tremula*, 312 trær), selje (*Salix caprea*, 235 trær) og eik (*Quercus* spp., 128 trær).

Registreringsmetodikken for alle parameterne som registreres i den landsrepresentative skogovervåkingen er utførlig beskrevet i Landsskogtakseringens feltinstruks (2013) (jf. også avsnittet om Trærnes kronetilstand i kap. 2.2).

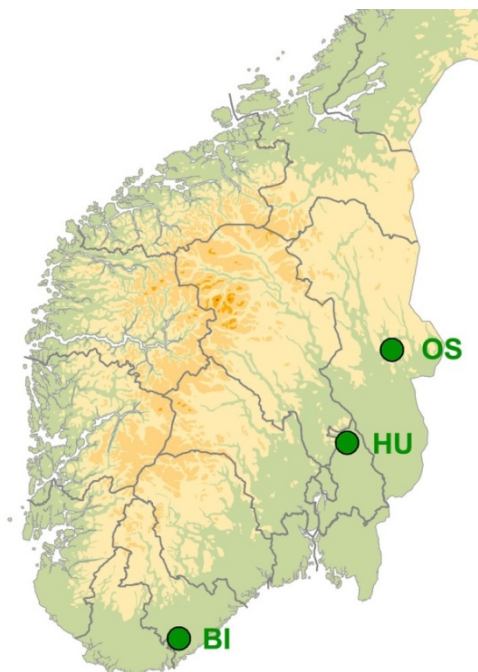
2.2 Intensiv overvåking – OPS Level II

2.2.1. OVERVÅKINGSFLATER

I Norge var det tre intensive skogovervåkingsflater i 2013 (Figur 3). Tabell 1 gir en oversikt over viktige karaktertrekk ved flatene. Flatene i Birkenes og Hurdal har et areal på omkring ett dekar, mens flata i Osen er på rundt tre dekar. Alle flatene er omgitt av en ytre sone hvor enkelte av registreringene foretas. Skogen på flatene er dominert av gran. Innblanding av furu forekommer, og er størst på Osen. Her registreres kronetilstand både hos gran og furu.

Tabell 1. Oversikt over de intensive overvåkingsflatene. Hoh = Høyde over havet.

Flate	Treslag	Areal (daa)	Bonitet (H40)	Alder 2013	Hoh (m)	Tre-antall	Etablering	Vegetasjons-type	Startår
BI Birkenes	gran	1,12	12,9	128	200	149	naturlig	Bærlyngskog	1986
HU Hurdal	gran	1,03	17,0	86	280	74	naturlig	Blåbærskog	1996
OS Osen	gran+furu	3,15	12,4	160	560	391	naturlig	Bærlyngskog	1987



Figur 3. Lokalisering av de intensive overvåkingsflatene i 2013.

2.2.2. MÅLEPROGRAM

Med unntak for luftmålinger har alle flatene et nesten identisk måleprogram i henhold til metodene beskrevet i ICP Forests-manualen (UNECE 2010), som også anvendes i de andre europeiske land, og det har stort sett vært uforandret siden oppstarten. I måleprogrammet inngår vurdering av trærnes kronetilstand, tilvekstmålinger, analyser av kjemisk innhold i jord, luft, nedbør, jordvann og barnåler, samt av skogsvegetasjonen (Tabell 2). Enkelte registreringer utføres årlig eller med flere års mellomrom, mens noen målinger foretas kontinuerlig eller med bare en til to ukers mellomrom. De siste årene er imidlertid intensiteten i målingene redusert, noe som kan gjøre det vanskeligere å oppdage endringer. Kjemiske analyser er utført ved Skog og landskaps kjemiske laboratorier etter metoder beskrevet av Ogner et al. (1999). For en utførlig metodebeskrivelse henvises til tidligere rapporter fra OPS (eksempelvis Andreassen et al. 2012a, 2012b).

Tabell 2. Måleprogram og frekvens på de intensive overvåkingsflatene.

Målinger	Flater	Frekvens
Kronetilstand	Alle flater	Årlig
Tilvekst	Alle flater	Hvert femte år
Jordkjemi	Alle flater	Minst to ganger
Barnålkjemi	Alle flater	Annet hvert år
Nedbør (Fritt fall)	Alle flater	Kontinuerlig (NILU på BI og HU)
Nedbør (Kronedrypp)	Alle flater	Kontinuerlig
Jordvann	Alle flater	Kontinuerlig i vekstsesongen
Vegetasjon	Alle flater	Hvert femte år
Strøfall	-	Avsluttet i 2011
Meteorologi	BI	Kontinuerlig (NILU)
Luftkjemi	BI, HU	Kontinuerlig (NILU)
Fenologi	-	Utføres ikke i Norge
Ozonskader	-	Utføres ikke i Norge

Trærnes kronetilstand

Kronebedømmelse er en subjektiv vurdering av trærnes kronetilstand basert på individuelle registreringer av blant annet kronetetthet, kronefarge, skader, blomst- og konglemengde etter ICP Forests' standardmetoder (UNECE 2010). Kronebedømmelse utføres på alle trær som tilhører hovedtreslaget på hver flate, og som ikke er undertrykt, har toppbrekk eller andre betydelige mekaniske skader. Kronetetthet er definert som mengden av levende bar i krona, oppgitt i prosent (0-99 %) av en antatt fulltett krone, der det er tatt hensyn til treets potensial på voksestedet og dets sosiale status. Redusert barmasse som følge av påvirkning fra nabotrær (sidetrykking og pisking), naturlig utskygging eller blomstring skal ikke registreres som redusert kronetetthet. For å bestemme kronefarge, anslås omfanget av misfarget bar (og intensiteten av misfargingen) og registreres på en skala fra 1 til 4 (normal grønn: 0-10 % gule nåler, svak gul: 11-25 %, middels gul: 26-60 %, sterk gul: >60 %). I tillegg registreres det en rekke andre parametere, med særlig vekt på biotiske og abiotiske skader.

Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger

Målinger av forurensning i luft og nedbør, atmosfæriske tilførsler, utføres av Norsk institutt for luftforskning (NILU, Aas et al. 2014). I 2013 ble svovel- og nitrogenforbindelser i luft målt på

fire stasjoner i fastlands-Norge, hvorav to er tilknyttet aktive OPS flater (BI, HU). Innholdet av kalium, natrium, kalsium, magnesium og klorid i luft ble i tillegg også bestemt. Prøver ble tatt døgnvis. I 2013 ble ozonkonsentrasjonen målt med UV monitor på syv stasjoner på fastlandet: Birkenes (AA), Haukenes (TE), Prestebakke (ØF), Hurdal (AK), Sandve (RO), Kårvatn (MR) og Tustervatn (NO).

Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog

Nedbør og kronedrypp er samlet inn annenhver uke om vinteren og hver uke om sommeren. Med nedbør menes her frittfallende nedbør innsamlet på ei åpen flate nær skogen, mens kronedrypp er nedbør samlet inn på overvåkingsflata inne i skogen omtrent 50 cm over bakken. De ukentlige prøvene er slått sammen til en fellesprøve for hver 4-ukers periode. Jordvannprøver fra lysimeteranlegg er innsamlet på samme måte som i tidligere år. Lysimetrene er plassert slik at de suger vann fra omkring den nedre grensen av humussjiktet (5 cm jorddybde), og fra både øvre og nedre del av mineraljorda (15 og 40 cm jorddybde). I 2013 ble jordvannet samlet inn hver uke i den frost- og telefrie delen av året, og slått sammen til en prøve for hver 4-ukers periode, på samme måte som i tidligere år.

Kjemiske elementer i barnåler

Kjemisk analyse av barnåler blir gjennomført annethvert år. Metodikken for både prøvetaking og analyse er nærmere omtalt i ICP Forests manual (UNECE 2010), og i tidligere rapporter (Andreassen 2012a). I randsona rundt hver flate befinner det seg fem prøvetrær som med ett unntak har vært de samme siden 1995. Fra hvert prøvetre blir det klippet en grein fra den øvre del av krona, omtrent mellom den 7. og den 15. greinkrans fra toppen. Fra hver grein tas det prøver av både årets og fjorårets nåler, i alt ti prøver pr. flate. Skog og landskaps laboratorium utfører tørking, oppmaling og kjemiske analyser. Både makro- og mikronæringsstoffer samt andre elementer måles med standard analysemetoder (FIA for Kjeldahl nitrogen og ICP-AES for alle andre elementer, se Ogner et al. 1999) i både årets og fjorårets nåler. I resultatdelen presenteres tall for makronæringsstoffer i årets nåler. Nåleprøvetaking i 2013 ble utført mellom 1. og 4. oktober.

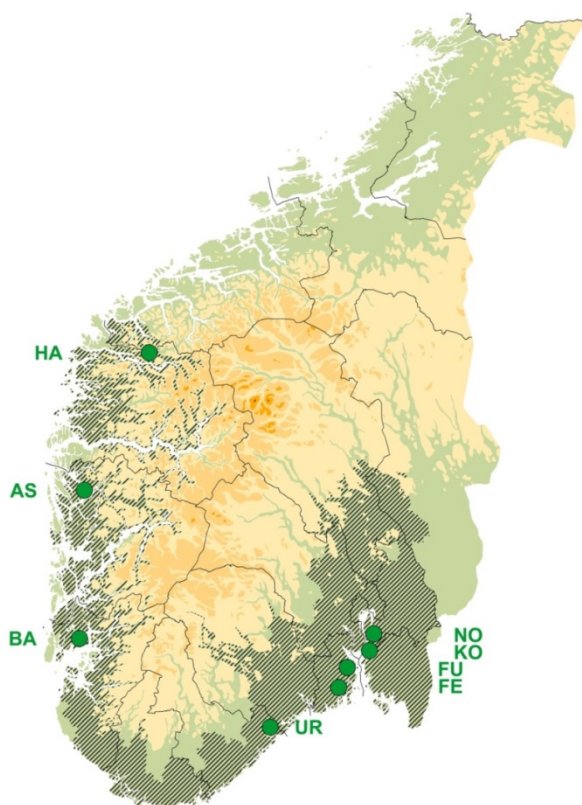
Vegetasjonsanalyser

Vegetasjonen på de intensive skogovervåkingsflatene har blitt analysert ca. hvert 5. år siden etableringen i 1986 (OPS 1989). Til de første registreringene ble det lagt ut 10 permanente vegetasjonsruter à 1x1 m langs ytterkanten av hver overvåkingsflate. For hver vegetasjonsrute ble mengden av arter i busk-, felt- og bunnvegetasjonen registrert som prosent dekning og som smårutefrekvens. Smårutefrekvensen angir i hvor mange av 25 småruter (20x20 cm) innen vegetasjonsruta en art finnes (OPS 1989).

I 2013 ble en vegetasjonsanalyse gjennomført på flata i Birkenes. Ved andre og tredje gangs registrering på denne flata i 1991 og 1998 ble antall vegetasjonsruter økt, først til 40, så til 50 (Solberg et al. 1999). Ytterligere registreringer av vegetasjonen i Birkenes ble foretatt i 2003 og 2008 (Andreassen et al. 2010), og med foreløpig siste av i alt fem gjentak i 2013. Fra 2003 av ble dekningen av ulike vegetasjonssjikt (tre-, busk-, felt, og bunnsjikt) i vegetasjonsrutene registrert separat. Samme år ble artenes prosentvise dekning i 5 makroruter à 7x10 m registrert for første gang. Vegetasjonsdekning i prosent for i alt 400 m² pr. overvåkingsflate rapporteres til ICP Forests sentralt.

2.3 Overvåking av askeskuddsyke

I 2013 var det i alt 8 permanente overvåkingsflater for askeskuddsyke i Norge, 4 på Østlandet, 1 på Sørlandet og 3 på Vestlandet (Figur 4). Flatene ble opprettet mellom 2009 og 2012 (Tabell 3), og trærne ble merket og nummerert for langtidsovervåking. På flatene i Norderås (NO), Kolås (KO), Fjugstad (FU) og Baustad (BA) ble det valgt ut 10 store, dominerende trær med varierende grad av kroneskader. Rundt hvert av disse store trærne ble det så valgt ut 4 små trær (understandere). På flatene i Fevang (FE), Urfjell (UR), Askvik (AS) og Hammar (HA) var alderssammensetningen mer ensartet, og små trær defineres her ved at de har en diameter ved brysthøyde (DBH) i oppstartsåret mindre enn 12,5 cm. I oppstartsåret ble trærne delt inn i høydeklasser (Timmermann et al. 2013), og DBH ble målt på alle de store trærne.



Figur 4. Lokalisering av overvåkingsflater for askeskuddsyke og omtrentlig utbredelse av askeskuddsyke (skravert) per 2013.

Tabell 3. Oversikt over overvåkingsflater for askeskuddsyke. Treantall: Store/små trær. Hoh: Høyde over havet.

Flate		Fylke	Kommune	Flateareal (m ²)	Bestandsareal (daa)	Treantall	Hoh (m)	Startår
NO	Norderås	AK	Ås	378	34	10/40	100	2009
KO	Kolås	AK	Vestby	1036	1	10/40	40	2009
FU	Fjugstad	VF	Horten	792	430	10/40	40	2009
FE	Fevang	VF	Sandefjord	595	0,75	10/30	100	2009
UR	Urfjell	AA	Risør	114	0,20	8/32	100	2010
BA	Baustad	RO	Tysvær			10/40	20	2012
AS	Askvik	HO	Lindås			6/34	15	2012
HA	Hammar	SF	Stryn			16/24	110	2012

Kroneskader på ask registreres som utglisning (reduksjon i kronetetthet) og deles inn i 5 grupperte skadeklasser (Tabell 4). Registreringene, som også omfatter andre helseparametere som misfarging, døde greiner og topper, dieback, vannris og frøsetting, utføres en gang per år for hvert tre mellom slutten av juni og midten av august.

Tabell 4. Grupperte kroneskadeklasser med grad av utglisning.

Grupperte skadeklasser
Friske trær (0-10 % utglisning)
Svakt skadet (11-25 % utglisning)
Moderat skadet (26-50 % utglisning)
Sterkt skadet (51-99 % utglisning)
Døde/døende trær

2.4 Registrering av spesielle skader

Skadeobservasjoner stammer fra befaringer og undersøkelser, fra forskningsprosjekter og fra Skog og landskaps skadearkiv «Skogskader på internett» (Skog og landskap 2014). Skog og landskap har også ansvaret for å overvåke nye, invaderende arter som kan være potensielle skadegjørere.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Landsrepresentativ overvåking

3.1.1. TRÆRNES KRONETILSTAND

Kronetetthet

Gjennomsnittlig kronetetthet i 2013 var 83,7 og 86,1 % for henholdsvis gran og furu (Tabell 5). Dette representerer en nedgang på 1,6 %-poeng for gran og en økning på 1,1 %-poeng for furu sammenlignet med kronetettheten i 2012.

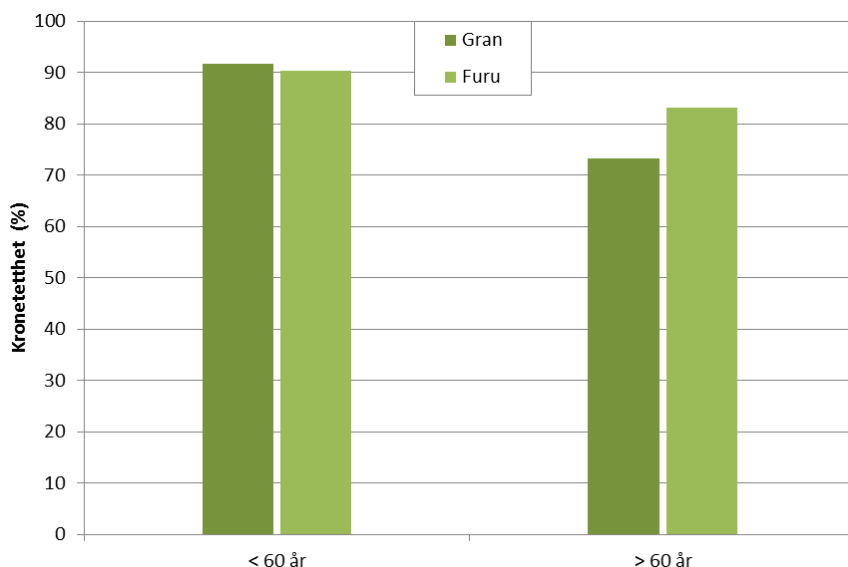
Tabell 5. Kronetetthet 2013 i prosent og prosentandel i kronetetthetsklasser (endringer fra året før i parentes).

	Gran	Furu
Gjennomsnittlig kronetetthet	83,7 (-1,6)	86,1 (1,1)
0 Fulltett krone (≥ 90 %)	50,2 (-7,1)	43,9 (3,3)
1 Svakt redusert krone (89-75 %)	29,3 (4,1)	43,3 (-3)
2 Moderat redusert krone (74-40 %)	16,0 (2,3)	11,4 (-0,7)
3 Sterkt redusert krone (39-0 %)	4,4 (0,7)	1,4 (0,3)

Det var mindre forskjell mellom treslagene når det gjelder prosentandel trær med fulltett krone (kronetetthet ≥ 90 %) enn i tidligere år. Hos gran var prosentandelen 50,2 % og hos furu 43,9 % (Tabell 5). Dette representerer en nedgang for gran på 7,1 %-poeng og en økning for furu på 3,3 %-poeng sammenlignet med resultatene for 2012 i kronetetthetsklasse 0. Prosentandelen trær med svakt redusert kronetetthet (kronetetthetsklasse 1) var på 29,3 % for gran og på 43,9 % for furu, mens 16,5 % av grantrærne og 11,4 % av furutrærne hadde moderat redusert kronetetthet (kronetetthetsklasse 2). Bare 4,4 % av grantrærne og 1,4 % av

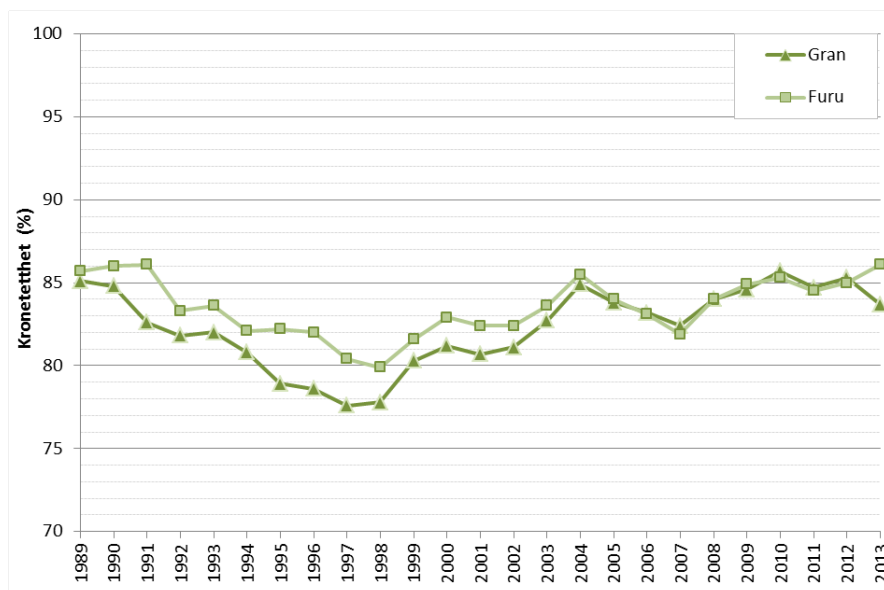
furutrærne hadde sterkt redusert kronetetthet (kronetetthetsklasse 3). Det var likevel en svak økning i andelen gran- og furutrær med sterkt reduserte kroner sammenlignet med 2012.

Eldre trær har generelt lavere kronetetthet enn yngre trær (Figur 5). Gjennomsnittlig kronetetthet i 2013 for gran yngre enn 60 år var 91,6 %, og for gran eldre enn 60 år 73,3 %, altså 18,3 %-poeng lavere. For furu var forskjellen mellom yngre og eldre trær ikke så markant (7,2 %). Kronetettheten minsket i begge aldersgruppene hos gran og hos de yngre furutrærne, mens den økte hos de eldre furutrærne i forhold til 2012.



Figur 5. Gjennomsnittlig kronetetthet for gran- og furutrær yngre og eldre enn 60 år i 2013.

Utviklingen i gjennomsnittlig kronetetthet over tid viser nokså parallelle forløp for gran og furu fra 1998 til 2012 og med nesten identisk kronetetthet mellom 2005 og 2012 (Figur 6). Denne trenden ble brutt i 2013 med en relativt kraftig nedgang i kronetetthet for gran og en oppgang for furu. Kronetetthet for gran var i 2013 på det laveste nivået siden 2007, mens det for furu kun en gang tidligere har blitt registrert en tilsvarende høy kronetetthet (i 1991). Gran hadde den høyeste kronetettheten for hele overvåkingsperioden i 2010. Begge treslagene hadde lavest kronetetthet i 1997/98, sannsynligvis som følge av gjentatt sommertørke i Sørøst-Norge i første halvdel av 1990-tallet. Siden da har kronetettheten hos gran økt med 6,1 %-poeng og hos furu med 6,2 %-poeng.

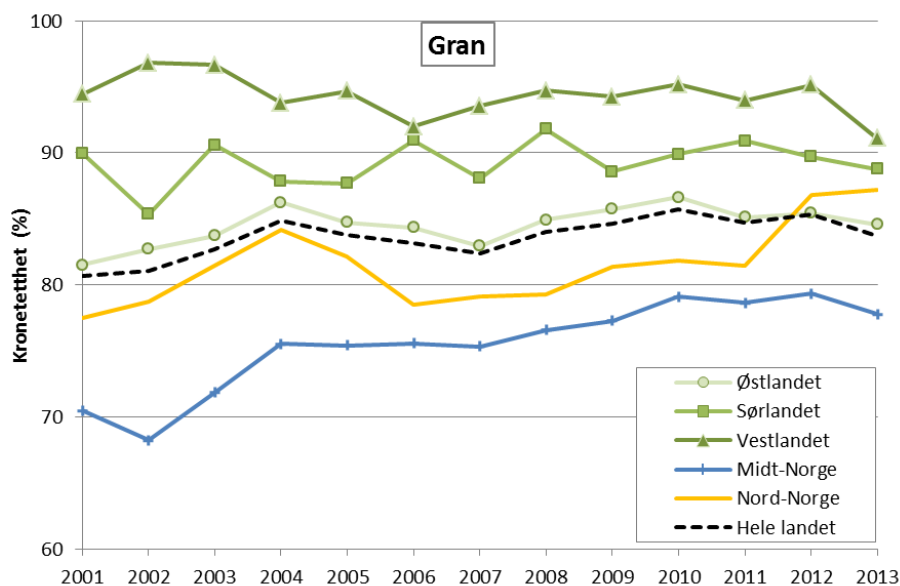


Figur 6. Utvikling i gjennomsnittlig kronetetthet for gran og furu fra 1989 fram til 2013.

Deler man opp landet i ulike landsdeler (Tabell 6), ser man at den regionale utviklingen for kronetetthet over tid har vært nokså forskjellig. Vestlandet har hatt den høyeste kronetettheten for gran av alle landsdeler i perioden 2001-2013, Midt-Norge (Trøndelag) den laveste (Figur 7). Forskjellen i kronetetthet mellom disse landsdelene var på 13,3 %-poeng i 2013. Gjennomsnittlig kronetetthet for gran for hele landet faller godt sammen med kronetettheten på Østlandet siden nesten 2/3-deler av alle de overvåkede grantrærne finnes her. Tilsvarende forskjeller mellom landsdelene ble også gjort på de regionale skogovervåkingsflatene 1988-2007 (Timmermann 2008). I 2013 gikk kronetettheten ned i alle regioner med unntak av Nord-Norge, og nedgangen var størst på Vestlandet.

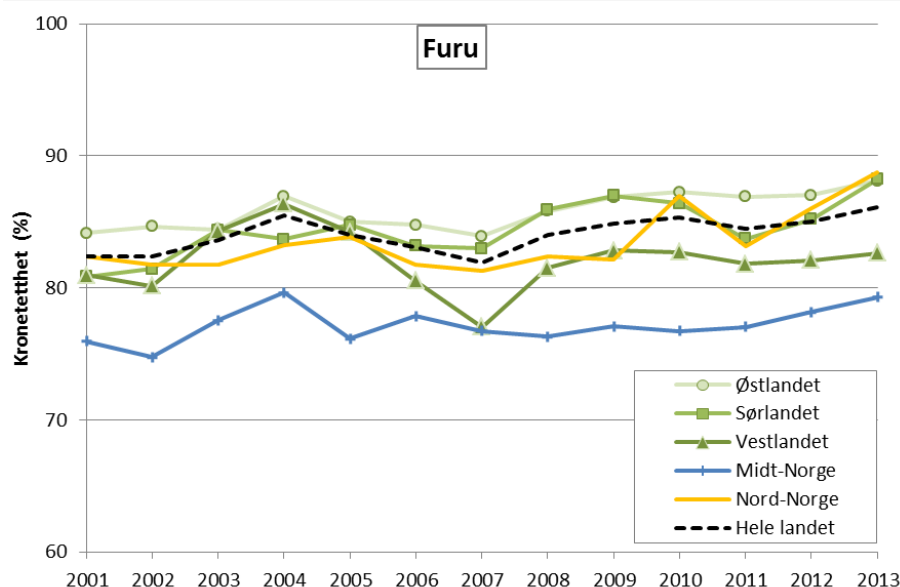
Tabell 6. Antall og prosentandel gran- og furutrær pr. landsdel.

Landsdel	Fylkesnr.	Gran Antall (%)	Furu Antall (%)	Sum trær Antall
Østlandet	01-08	3387 (62,2)	2350 (47,6)	5737
Sørlandet	09-10	170 (3,1)	558 (11,3)	728
Vestlandet	11-15	284 (5,2)	861 (17,4)	1145
Midt-Norge	16-17	1227 (22,5)	656 (13,3)	1883
Nord-Norge	18-20	381 (7,0)	512 (10,4)	893
Sum trær		5449	4937	10386



Figur 7. Utvikling i gjennomsnittlig kronetetthet for gran 2001-2013, fordelt på landsdel.

For furu er forskjellene i kronetetthet mellom landsdelene ikke like utpreget som for gran, men også furu hadde klart lavest kronetetthet i Midt-Norge i hele perioden 2001-2013. Furutrærne på Vestlandet hadde, i motsetning til grantrærne, lavere kronetetthet enn landsgjennomsnittet i nesten hele perioden. I 2013 økte kronetettheten hos furu i alle regioner og var omtrent like høy på Østlandet, Sørlandet og i Nord-Norge (88-89 %).



Figur 8. Utvikling i gjennomsnittlig kronetetthet for furu 2001-2013, fordelt på landsdel.

Kronefarge

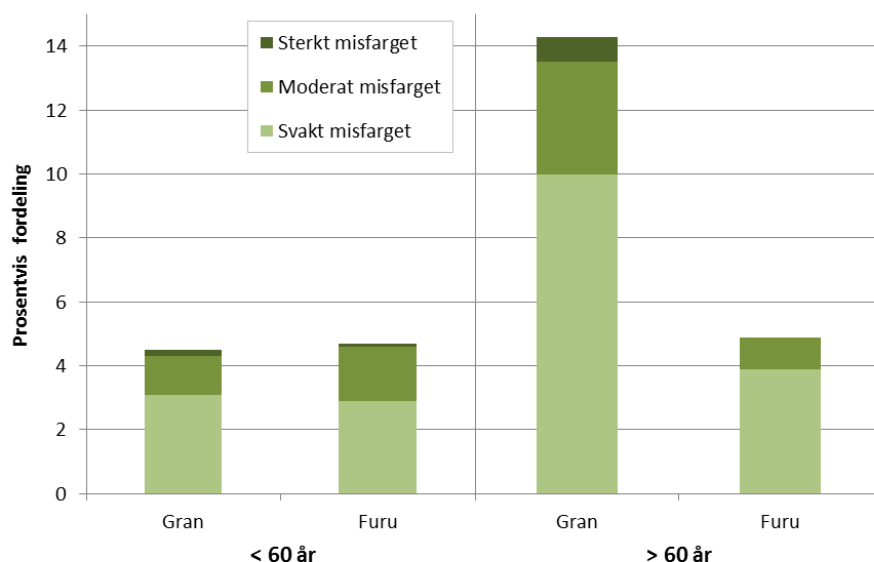
Det var svært lite misfarging hos begge de overvåkede treslagene i 2013 (Tabell 7). 90 % av alle grantrærne var normalt grønne (0-10 % misfarging), mens 95 % av furutrærne var normalt grønne i 2013. Det var en svak nedgang i andelen normalt grønne trær fra 2012 til

2013 for begge treslagene (hhv. -1 og -2 %-poeng). Få trær hadde sterk misfarging (mer enn 60 % misfarging) i 2013.

Tabell 7. Omfang av misfarging i 2013 i prosent og prosentandel i misfargingsklasser (endringer fra året før i parentes).

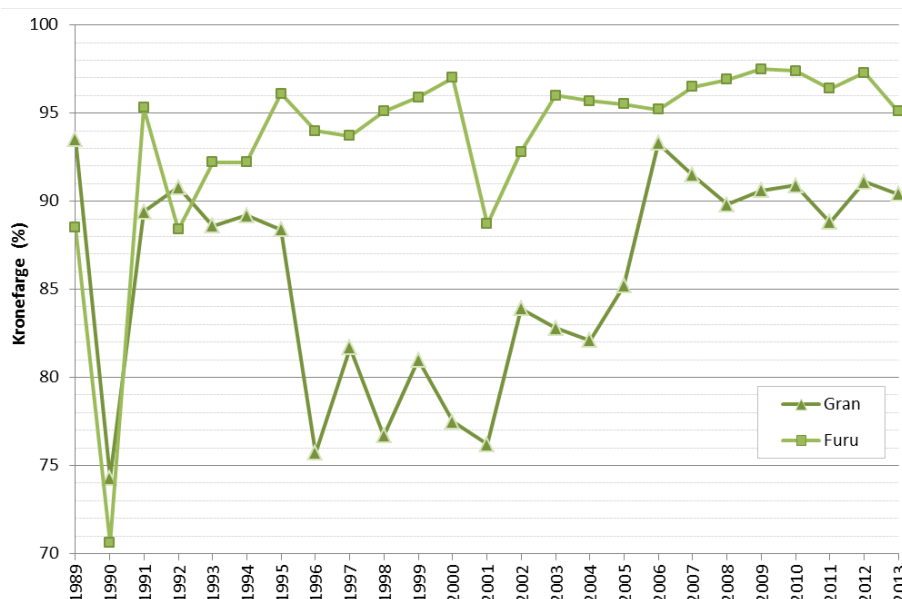
Misfargingsklasse		Gran	Furu
0 Normalt grønt (0-10 %)		90 (-1)	95 (-2)
1 Svakt misfarget (11-25 %)		7 (1)	4 (2)
2 Moderat misfarget (26-60 %)		2 (0)	1 (0)
3 Sterkt misfarget (>60 %)		1 (0)	0 (0)

Hos gran var det først og fremst trær eldre enn 60 år som hadde misfarget bar, mens det for furu ikke var store forskjeller mellom aldersgruppene i andelen trær med misfarging (Figur 9).



Figur 9. Fordeling av misfargingsklasser for gran- og furutrær yngre og eldre enn 60 år i 2013.

Utviklingen av kronefarge over tid viser at gran hadde lite misfarging i perioden 1989-1995 (med unntak av 1990), mens perioden 1996-2005 var preget av stor grad av misfarging (Figur 10). Kronefarge hos gran forbedret seg deretter sterkt, og har vært relativt stabilt fra 2008 til 2013 (rundt 90 % normalt grønne trær). Til tross for den svake nedgangen i 2013 har kronefarge hos furu vært stabil med lite misfarging siden 2003 (mindre enn 5 %), og mellom 2007 og 2012 lå andelen normalt grønne trær rundt 97 %. Furu har generelt hatt lite misfarging i hele overvåkingsperioden (med unntak av 1990).

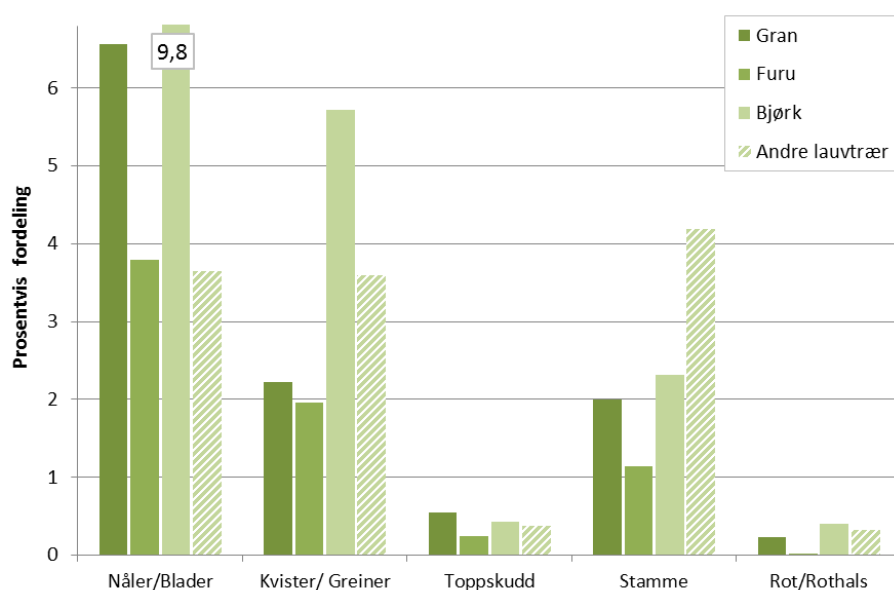


Figur 10. Utvikling i kronefarge for gran og furu fra 1989 fram til 2013. Prosentandel normalt grønne trær (0-10 % misfarging).

Skader

Biotiske og abiotiske skader registreres på alle treslag. I figurene og tabellene presenteres detaljerte skadeoversikter for gran, furu og bjørk, mens alle andre lauvtreslag presenteres som én gruppe. Det var veldig få skader på andre nåletreslag enn gran og furu, disse er derfor ikke tatt med her.

Hos gran- og furutrærne var det først og fremst nåler (hhv. 6,6 og 3,8 %) som hadde skader (Figur 11), fulgt av kvister og greiner (hhv. 2,2 og 2 %) og stamme (hhv. 2 og 1,1 %). 9,8 % av bladene hos bjørk var skadet og 5,7 % av greinene eller kvistene, mens 2,3 % av bjørketrærne hadde skader på stammen. Andre lauvtrær hadde mest skader på stammene (4,2 %), mens 3,6 % av bladene og greinene eller kvistene var skadet. Hos alle treslag var det få skader på toppskudd og rot eller rothals.

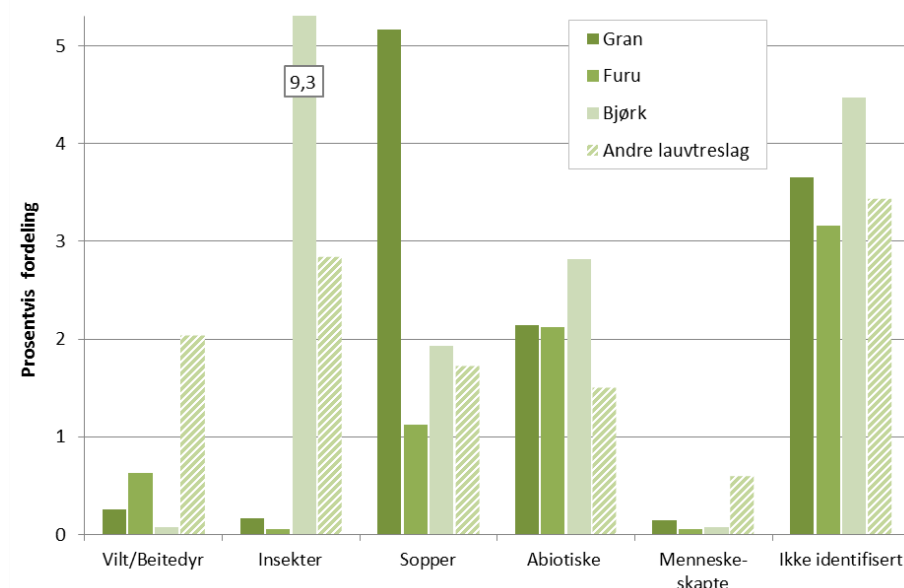


Figur 11. Prosentvis fordeling av skader på de ulike delene av trærne i 2013.

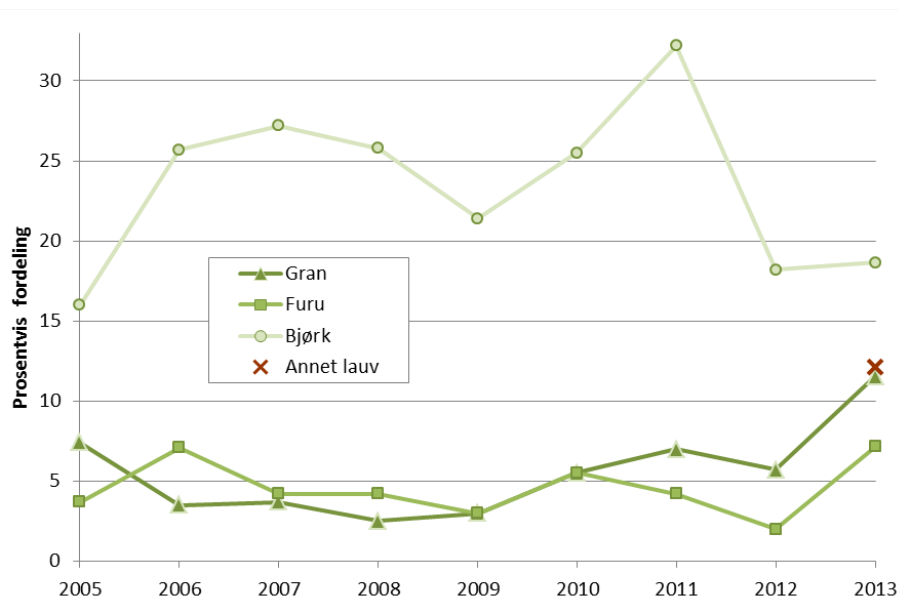
11,5 % av de undersøkte grantrærne og 7,2 % furutrærne hadde en eller annen form for skade, for det meste forårsaket av sopp (5,2 % hos gran og 1,1 % hos furu) eller av abiotiske årsaker som snø, tørke og vind (2,1 % for begge, Figur 12). Det ble registrert få vilt- og insektskader på gran og furu.

Hos bjørk var noe mindre enn en femtedel (18,7 %) av trærne skadet, hvorav 9,3 % av insekter (nesten utelukkende målere) og 1,9 % av sopper. Skader med abiotiske årsaker ble registrert på 2,8 % av de undersøkte bjørketrærne. De øvrige lauvtrærne var i større grad enn de andre treslagene skadet av vilt- eller beitedyr (2 %). 2,8 % av andre lauvtrær var skadet av insekter, 1,7 % av sopper og 1,5 % hadde skader med abiotiske årsaker. Totalt hadde 12,1 % av lauvtrærne utenom bjørk skader.

For gjennomsnittlig 3,7 % av de observerte skadene (alle treslag) kunne årsaken ikke identifiseres i felt. Det totale skadeomfanget for gran og furu var vesentlig høyere i 2013 enn i 2012, mens det var omtrent uendret for bjørk (Figur 13). Skader på andre lauvtrær enn bjørk ble for første gang registrert i 2013, slik at det ikke fins tidligere data å sammenligne med. Siden skaderegistreringene startet i 2005, har det aldri blitt registrert like mange skadetilfeller for gran og furu som i 2013.

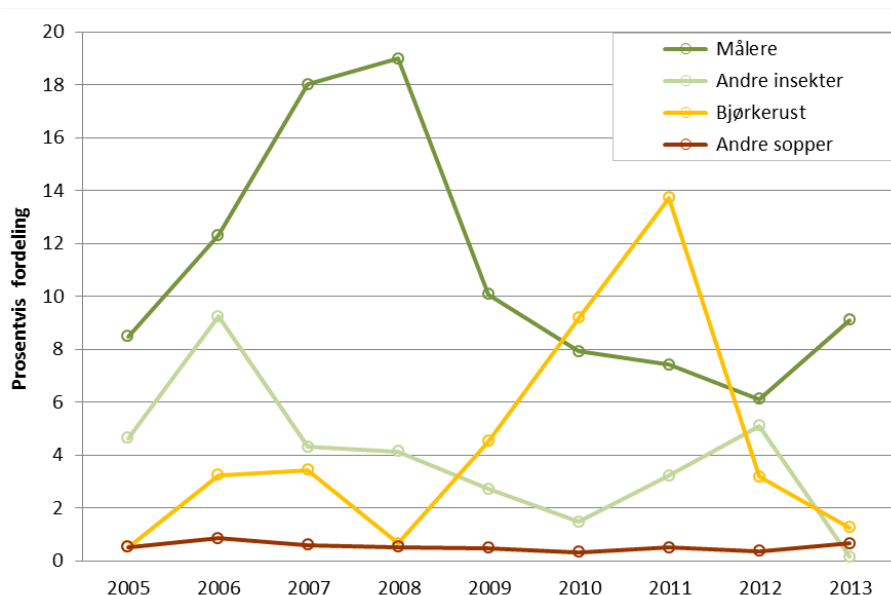


Figur 12. Prosentvis fordeling av skadeårsaker i 2013.



Figur 13. Det totale skadeomfanget pr. treslag i prosent 2005-2013.

I forhold til toppårene 2007-08 var det fortsatt få målerskader på bjørk i 2013 (Figur 14). 9,1 % av trærne var skadet av målere i 2013; dette var likevel en kraftig økning i forhold til 2012. Det var også vesentlig færre skader forårsaket av bjørkerustsopp enn i toppåret 2011. Det er siden 2005 registrert få skader på bjørk forårsaket av andre sopper enn bjørkerustsopp, mens angrep av andre insekter enn målere har variert noe med flest skader i årene 2006 og 2012.



Figur 14. Utvikling i insekt- og soppskader på bjørk 2005-2013.

Detaljerte årsaker til skader på trærne i 2013 er listet opp i Tabell 8. Av de identifiserte skadeårsakene hos gran var det flest registreringer av granrustsopp (5 %). Furu hadde samlet sett mange skader, men det jevnt fordelt mellom ulike årsaker. Bjørk var, som i tidligere år, mest utsatt for målere, mens andre insekter gjorde liten skade i 2013. Bjørkerust

ble registrert på 1,3 % og snøskader på 1,7 % av bjørketrærne. Av de øvrige lauvtrærne var 1,7 % skadet av målere, 1,1 % av andre insekter, 1,7 % av sopper og 1,3 % av hjortedyr.

Siden skaderegistreringene i den landsrepresentative skogovervåkingen startet i 2005 har det aldri blitt registrert like omfattende granrustsoppangrep som i 2013, hvor 5 % av de bedømte grantrærne var angrepet. Gjentatte granrustangrep sammen med forekomsten av omfattende frosttørkeskader i Sør-Norge i 2013 kan sannsynligvis forklare den økte misfargingen og lave kronetettheten hos gran som ble registrert i 2013 (jf. også avsnittene om Frosttørke og Granrustsopp i kap. 3.4).

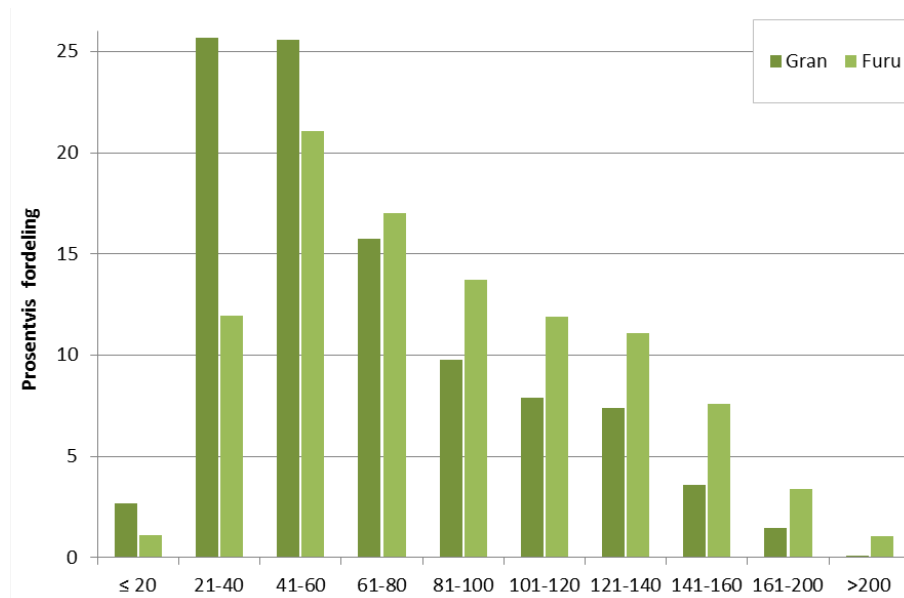
Tabell 8. Årsaker til at trær er skadet i 2013 med prosentandel skadde trær for hvert treslag.

Kategori	Årsak	Gran (%)	Furu (%)	Bjørk (%)	Annet lauv (%)
Vilt og beitedyr	Hjortedyr	0,2	0,6		1,3
	Bever			0,1	
	Husdyr				0,2
	Andre virveldyr	0,1	0,04	0,01	0,6
Insekter	Målere			9,1	1,7
	Granbarkbille	0,02			
	Liten granbarkbille	0,1			
	Stor margborer		0,04		
	Liten margborer		0,02		
	Andre insekter	0,1		0,2	1,1
Sopper	Granrustsopp	5,0			
	Furuskytte		0,3		
	Bjørkerustsopp			1,3	
	Granbarstripesopp	0,04			
	Tyritopsopp		0,6		
	Furuas knopp- og greintørkesopp		0,1		
	Honningsopp			0,01	
	Andre sopper	0,1	0,2	0,7	1,7
Abiotiske	Næringsmangel	0,1	0,04		
	Snøskred			0,1	
	Tørke	0,4	0,4	0,6	0,2
	Frost	0,3	0,6	0,1	
	Lyn				0,1
	Jord/steinras	0,02		0,01	0,1
	Snø	0,5	0,7	1,7	0,9
	Vind	0,7	0,2	0,2	0,3
	Brann		0,1	0,01	
	Andre abiotiske	0,1	0,02	0,1	
Menneskeskapte	Hogstskade	0,1	0,02	0,03	0,4
	Kjøreskade	0,1	0,02	0,04	0,1
	Veibygging				0,1
	Andre menneskeskapte		0,02		0,1
Annet	Ikke identifisert	3,7	3,2	4,5	3,4
Skader totalt		11,5	7,2	18,7	12,1
Antall trær totalt		5366	4901	6836	1864

3.1.2. TRÆRNES ALDER

Trærnes alder påvirker kronetettheten, særlig hos gran. I 2013 var drøyt halvparten (54 %) av grantrærne 60 år eller yngre, og 25,6 % mellom 61 og 100 år, mens andelen gamle trær (> 100 år) var 20,4 % (Figur 15). Furu har en annen, jevnere aldersfordeling med en tredjedel

(34,2 %) av trærne som var 60 år eller yngre, og 30,8 % mellom 61 og 100 år, mens 35,1 % var over 100 år. 4,5 % av furutrærne som ble observert i 2013 var mer enn 160 år gamle, mens bare 1,6 % av grantrærne kom i samme aldersklasse. Det eldste treet som ble registrert i 2013 var en 355 år gammel furu med tilnærmet fulltett krone helt uten misfarging. Det eldste grantreet var 225 år gammelt og preget av både kroneutglisning og misfarging.



Figur 15. Prosentvis fordeling av alder hos gran og furu fordelt på aldersklasser i 2013.

3.2 Intensiv overvåking

3.2.1. TRÆRNES KRONETILSTAND

Kronetetthet

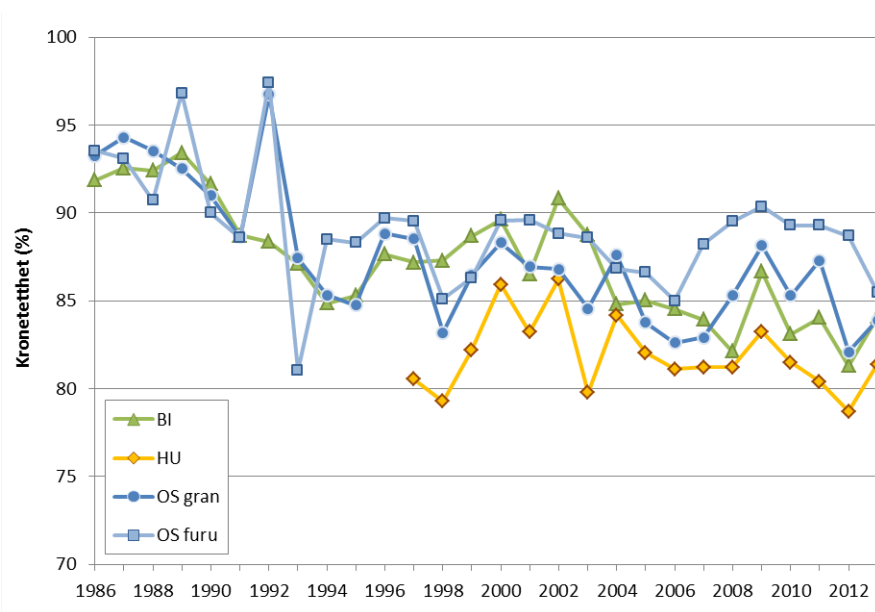
I 2013 økte kronetettheten på de tre granflatene (Tabell 9). Alle granflatene hadde i 2013 en kronetetthet på over 80 %. Kronetettheten for furu i Osen gikk ned med 3,2 %-poeng i 2013.

Tabell 9. Kronetetthet (%) og kronefarge (%-andel grønne trær) for hovedtreslaget på flatene i 2013 med endringer fra 2012 i parentes.

Flate	Treslag	Kronetetthet	Kronefarge
BI	Gran	84,1 (2,8)	98 (-2)
HU	Gran	81,4 (2,7)	92 (16)
OS	Gran	83,9 (1,8)	98 (11)
OS	Furu	85,5 (-3,2)	100 (9)

Utviklingen i kronetetthet gjennom overvåkingsperioden har stort sett fulgt samme mønster på granflatene i BI, HU og OS (Figur 16). Det var store svingninger i kronetettheten på 1990-tallet, i begynnelsen av 2000-tallet og i perioden etter 2007 på alle flater. Det er en relativt tydelig trend med synkende kronetetthet over tid for gran i Birkenes og Osen, mens det er ingen slik trend i Hurdal.

Kronetettheten på furuflata i Osen har vært relativt stabil siden midten av 1990-tallet og har holdt seg mellom 85 og 90 % helt siden 1994 (Figur 16). Det er ingen tydelig trend for utviklingen i kronetetthet over tid for furu i Osen.



Figur 16. Utvikling av kronetetthet på flatene i Birkenes, Hurdal og Osen fram til 2013.

Kronefarge

Andelen grantrær med normal grønn farge økte kraftig på flatene i Hurdal og Osen fra 2012 til 2013 (Tabell 9), mens den gikk noe ned i Birkenes. Særlig kraftig var økningen i Hurdal, hvor det i tidligere år ble registrert omfattende misfarging. Andelen normalt grønne furutrær i Osen økte til 100 %.

På 1990-tallet var det store variasjoner i kronefarge og generelt mye misfarging på gran, som sannsynligvis var relatert til hyppige tørkeperioder i 1990-årene. I Birkenes var det mye misfarging i flere år på 1990-tallet, og igjen i 2010 da nesten halvparten av trærne hadde varierende grad av misfarging. Utenom disse periodene har andelen normalt grønne grantrær i Birkenes ligget mellom 90 og 100 %. Også i Hurdal var det mye misfarging på slutten av 1990-tallet og i 2009 og 2011, og grantrærne på denne flata har i større grad enn de andre vært preget av misfarging. Kronefarge hos gran i Osen har gjennom hele overvåkingsperioden vært mer stabil med stort sett lite misfarging.

Det har også vært store svingninger i kronefarge for furu gjennom overvåkingsperioden, spesielt på midten av 1990-tallet. I de aller fleste årene av overvåkingsperioden har andelen normalt grønne furutrær i Osen likevel ligget på eller nær 100 %.

Skader

Etter ICP Forests' kriterier (Lorenz et al. 2009) defineres trær som skadet når de har en kronetetthet lavere enn 75 % og/eller mer enn 25 % misfarging. Av de 318 trærne som ble kronebedømt på de intensive overvåkingsflatene i 2013, hadde kun 28 trær (9 %) en kronetetthet lavere enn 75 %, men bare ett av disse var sterkt skadet og bare ett hadde mer enn 25 % misfarging. "Dieback"-symptomer ble kun observert på ett tre i Hurdal og ett i Birkenes. "Dieback" er avdøying av små og store kvister fra ytterst i krona og innover mot stammen, og kan blant annet skyldes honningsoppangrep (toppskranting) eller tørke (jf. Figur 35). Det ble ellers registrert få skader på overvåkingsflatene; 7 grantrær hadde sår eller kvaeutflod, og 1 furu med tyritopp ble registrert. En dominant gran i Birkenes hadde dødd siden forrige registrering i 2012.

3.2.2. TILFØRSEL AV LANGTRANSPORTERTE LUFTFORURENSNINGER

Svovel- og nitrogenforbindelser

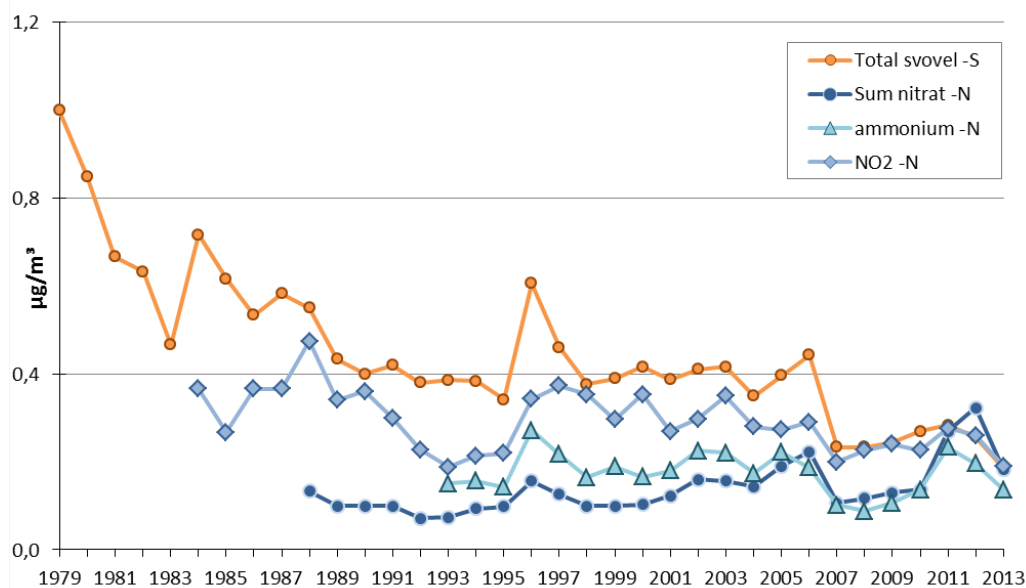
I 2013 ble svovel- og nitrogenforbindelser i luft målt på fire stasjoner i fastlands-Norge, hvorav to er tilknyttet aktive OPS flater. Innholdet av kalium (K), natrium (Na), kalsium (Ca), magnesium (Mg) og klorid (Cl⁻) i luft ble i tillegg også bestemt (Tabell 10).

Tabell 10. Årsmiddelkonsentrasjoner av luftkomponenter på norske bakgrunnsstasjoner i 2013.

Stasjon	Årsmiddelkonsentrasjoner											
	SO ₂	SO ₄ ²⁻	NO ₂	sum NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	sum NH ₄	NH ₄	Mg	Ca	K	Cl ⁻	Na
	µg- S/m ³	µg- S/m ³	µg- N/m ³	µg- N/m ³	µg- N/m ³	µg- N/m ³	µg- N/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Birkenes II	0,09	0,25	0,28	0,29	0,21	0,47	0,23	0,06	0,06	0,06	0,57	0,51
Hurdal	0,04	0,17	0,69	0,18	0,12	0,37	0,15	0,02	0,05	0,06	0,14	0,17
Kårvatn	0,02	0,09	0,16	0,13	0,09	0,57	0,09	0,02	0,04	0,04	0,16	0,15
Tustervatn	0,03	0,08	0,13	0,13	0,09	0,69	0,09	0,03	0,04	0,03	0,25	0,2

Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid og sulfat i luft var høyest på Birkenes med hhv. 0,09 og 0,25 µg S/m³. Årsmiddelverdier for nitrat og ammonium var også høyest på Birkenes med hhv 0,21 og 0,23 µg N/m³, mens Hurdal opplevde høyest nivå av nitrogendioksid med 0,69 µg N/m³. Den totale avsetningen av nitrogen og svovel er summen av det som avsettes i form av nedbør (våtavsetning) og avsetningen av gasser og partikler (tørravsetning). Bidraget av tørravsatt svovel til den totale avsetning var 16–46 % om sommeren og 9–27 % om vinteren. Tørravsetningen for nitrogenkomponenter bidrar for det meste relativt mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren.

Årsmiddelkonsentrasjonene i 2013 var generelt en del lavere sammenlignet med foregående år (Figur 17). I et lengre tidsperspektiv har reduksjonene for svoveldioksid med 1980 som referanseår, blitt beregnet til å være mellom 93 % og 96 % (60-84 % fra 1990), og for sulfat mellom 76 % og 94 % (50-87 % fra 1990) i fastlands-Norge. Årsmiddelkonsentrasjonen av ammonium i luft viser en signifikant reduksjon på 30-55 % på to stasjoner siden 1993. For summen nitrat + salpetersyre og sum ammoniakk + ammonium har det derimot vært en økning i konsentrasjonsnivået på flere stasjoner, muligens pga. av endringer i lokale utslipp. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for NO₂ (38-73 %).

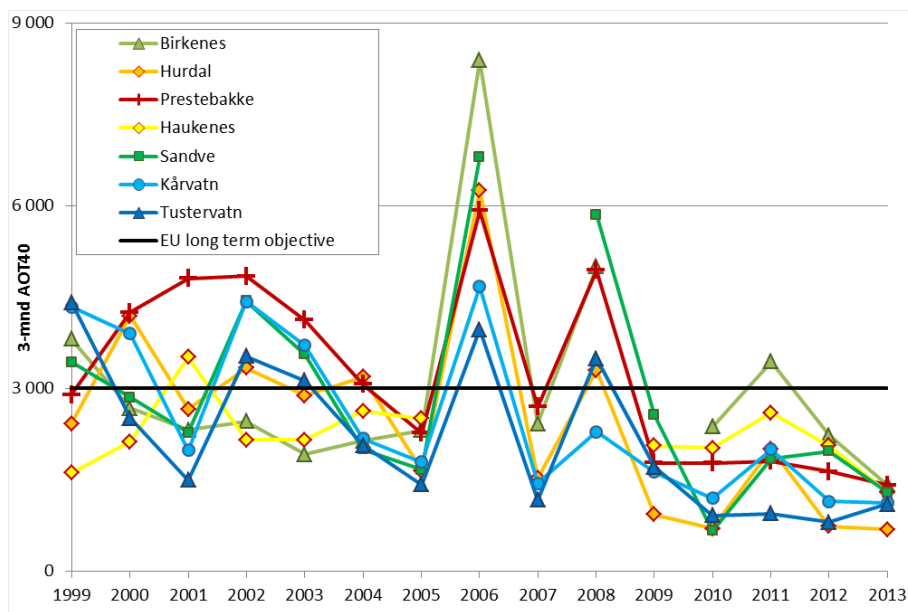


Figur 17. Midlere årlige konsentrasjoner i luft av total svovel ($\text{SO}_2 + \text{SO}_4^{2-}$), sum nitrat ($\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$), ammonium (NH_4^+) og nitrogendioksid (NO_2) på tre norske bakgrunnsstasjoner (Birkesnes, Kårvatn, Tustervatn).

Ozon

I 2013 ble ozonkonsentrasjonen målt med UV monitor på syv stasjoner på fastlandet. Ozonnivåene fra år til år er i stor grad styrt av værforholdene, og ozonepisoder her til lands henger sammen med høytrykk i sør/sørøst med transport av varme luftmasser inn til landet. Målingene av bakkenært ozon i Norge i 2013 viste generelt lave verdier. Maksimalt timemiddel var $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Tustervatn, og EUs terskelverdi på $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (for helse) ble dermed ikke overskredet. Dette er det laveste årsmaksimum observert i landet siden ozonovervåkingen startet. Dette samsvarer med data fra EEAs overvåking sommeren 2013 som viste få overskridelser og generelt lave nivåer i Nord-Europa.

Grenseverdien for beskyttelse av vegetasjon er basert på parameteren AOT40, som betegner summen av ozonverdiene som overstiger 40 ppb gjennom vekstsesongen. Grenseverdien for landbruksvekster, 3000 ppb-timer (mai-august), ble ikke overskredet på noen av stasjonene i 2013. Høyest var verdien på Birkesnes med 1417 ppb-timer. Verdier over langtidsmålet ("long-term objective") på 3000 ppb-timer har imidlertid forekommet i mange av de siste ti årene (Figur 18). Grenseverdien på skog er 5000 ppb-timer for seks månedersperioden april-september. 2013 var det ingen overskridelser av denne grenseverdien. Høyest var verdien på Kårvatn med 4361 ppb-timer.



Figur 18. Tremåneders AOT-verdi (1. mai - 1. august) for årene 1999-2013. EUs langtidsmål på 3000 ppb-timer er markert i figuren.

3.2.3. KJEMISKE ELEMENTER I NEDBØR, KRONEDRYPP OG JORDVANN I SKOG

Nedbør og kronedrypp

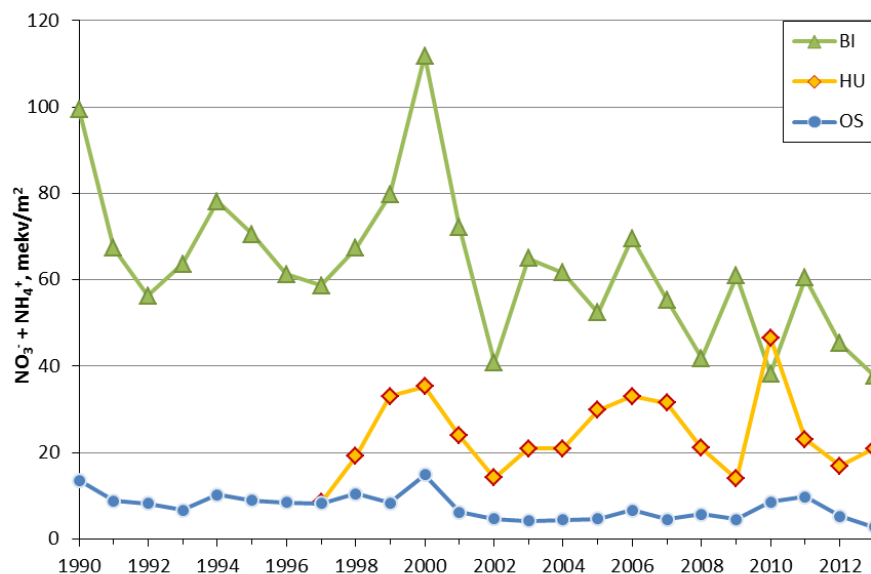
Nedbørsmengde (mm), pH (beregnet fra volumveide årsmiddelverdier av H^+ -aktivitet), og beregnet deposisjon av forskjellige grunnstoffer og forbindelser (årlige mengder per kvadratmeter, dvs. volumveide årsmiddelkonsentrasjoner ganget med vannmengde) er vist i Tabell 11. Sjøsaltkorrigerte konsentrasjoner av sulfat-S (ikke marint, $nmSO_4-S$) er beregnet ut fra formelen: $nmSO_4-S = SO_4-S - (0,054 \cdot Cl)$.

Tabell 11. Nedbørsmengde (mm), pH, og deposisjon av kjemiske grunnstoffer og forbindelser (mg/m^2) i 2013. Tot-N = total N, nm = ikke-marint, M = manglende verdi

Flate	mm	pH	NH_4-N	NO_3-N	Tot-N	SO_4-S	$nmSO_4-S$	Ca	K	Mg	Na	Cl
<i>Frittfallende nedbør</i>												
BI	1427	5,0	522	501	M	463	303	239	140	228	1911	3274
HU	896	5,2	340	233	M	188	156	134	91	47	386	629
OS	602	5,3	54	78	205	78	66	48	92	10	255	181
<i>Kronedrypp</i>												
BI	1207	5,2	266	253	772	435	233	374	1716	255	2238	3669
HU	637	5,3	185	108	484	159	124	172	1124	66	536	688
OS	455	5,1	14	23	141	55	39	114	830	42	272	332

Figur 19 viser langtidstrender i deposisjon av uorganisk nitrogen ($NO_3^- + NH_4^+$) i kronedrypp på alle tre overvåkingsflater. Årlige fluktuasjoner i deposisjon beror i stor grad på variasjoner i nedbørsmengde. Siden 1990 har det vært en svak reduksjon i deposisjon av uorganisk nitrogen i kronedrypp i hvert fall på Birkenes og Osen, mens Hurdal ikke viser noen tydelig trend. Årsaken til reduksjonen er uklar, fordi nitrogenavsetning i kronedrypp er påvirket både av tilførsel fra atmosfæren og prosesser i trærnes krone. Reduksjon skjedde for det mest i den tidligere delen av perioden, før 2002. Det er ingen tydelig trend i avsetning av uorganisk nitrogen de siste årene. Deposisjon av antropogent sulfat ble sterkt redusert på 1990-tallet

og begynnelsen av 2000-tallet som et resultat av reduserte SO₂-utslipp i Europa, men det har ikke vært store endringer i løpet av de siste årene (ikke vist). Trendene er sammenligningsbare med trender i andre nordeuropeiske land (Waldner et al. 2014).



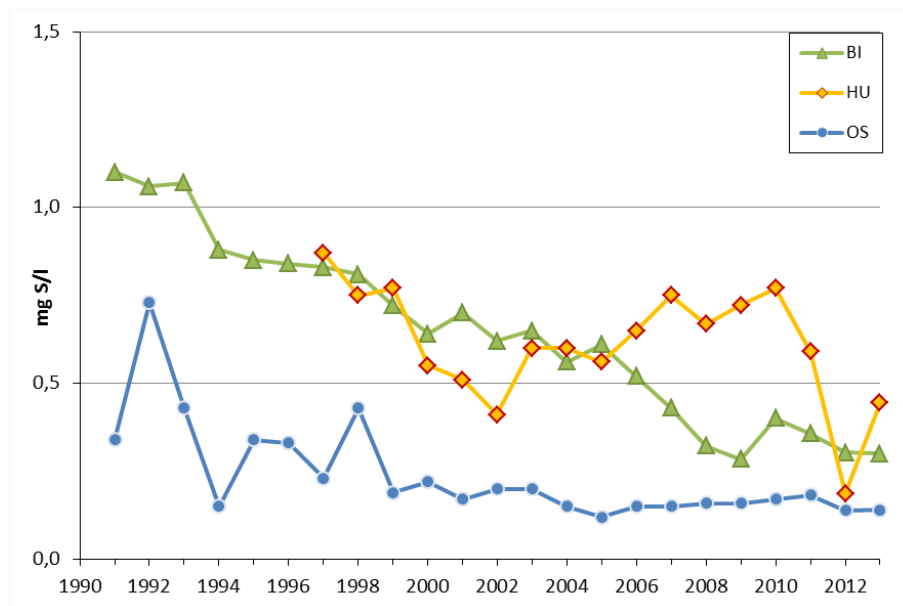
Figur 19. Langtidstrender i uorganisk nitrogen (NO₃⁻ + NH₄⁺, mekv/m²) i kronedrypp.

Jordvann

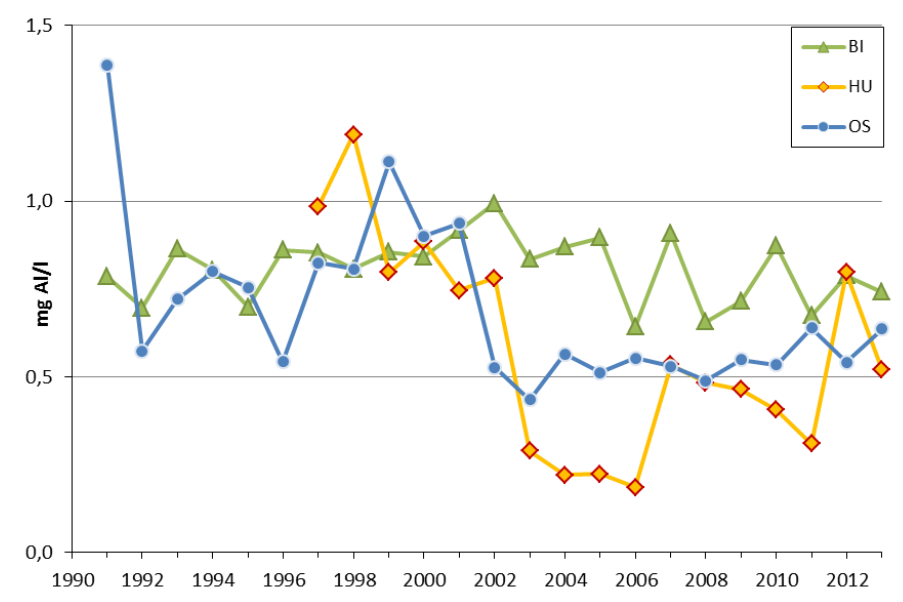
Tabell 12 viser volumveide årsmiddelkonsentrasjoner (unntatt ledningsevne, som ikke er volumveid) for jordvannprøver fra lysimeteranlegg, mens pH er beregnet ut fra volumveide årsmiddelverdier for H⁺-aktivitet. Der konsentrasjonen har vært under deteksjonsgrensen, er den satt lik halve deteksjonsgrensen. Sjøsaltkorrigerte konsentrasjoner av sulfat-S (ikke marint, nmSO₄-S) er beregnet ut fra formelen: nmSO₄-S = SO₄-S - (0,054 * Cl).

Tabell 12. Volumveide middelkonsentrasjoner (mg/l) i jordvann i 2013, der Led = ledningsevne (μS/cm), Tot = total, Lab = labil, nm = ikke marint, * = platelysimeter, M = manglende verdi

Flate	Sjikt	Led	pH	Tot-Al	Lab-Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Tot-N	SO ₄ -S	nmSO ₄ -S	Cl
BI	15*	25	4,5	0,74	0,20	0,17	0,13	0,14	0,10	0,001	1,98	0,05	0,03	0,32	0,38	0,30	1,6
BI	40	30	4,8	0,57	0,39	0,17	0,04	0,12	0,21	0,002	3,34	0,04	0,03	0,15	1,18	0,95	4,1
HU	5	13	5,0	0,46	0,28	0,07	0,05	0,08	0,04	0,005	1,51	0,02	0,03	0,14	0,57	0,52	1,0
HU	15	25	4,4	0,52	0,18	0,11	0,10	0,13	0,03	0,012	1,30	0,02	0,03	0,24	0,47	0,44	0,4
HU	40	10	5,2	0,13	0,09	0,08	0,00	0,10	0,03	0,016	1,25	0,02	0,03	0,07	0,66	0,63	0,5
OS	5	18	4,3	1,05	0,36	0,55	0,98	0,28	0,36	0,135	1,05	0,06	0,03	0,54	0,20	0,17	0,5
OS	15	12	4,6	0,64	0,19	0,36	0,73	0,35	0,32	0,015	0,91	0,06	0,03	0,40	0,16	0,14	0,3
OS	40	12	4,9	0,50	0,29	0,17	0,06	0,49	0,13	0,011	0,61	0,03	0,03	0,19	0,38	0,36	0,5



a. Ikke-marint SO₄-S (mg S/l).



b. Total Al (mg/l)

Figur 20. Langtidstrender i (a) ikke-marint SO₄-S og (b) total Al i jordvann fra 15 cm-sjiktet.

Langtidstrender for total Al og ikke-marint sulfat i 15 cm dybde på de tre overvåkingsflatene er vist i Figur 20. Konsentrasjonen av antropogent sulfat i jordvann ble sterkt redusert på 1990-tallet og begynnelsen av 2000-tallet som et resultat av redusert tilførsel fra atmosfæren, men det har ikke vært store endringer i løpet av de siste årene. Aluminiumkonsentrasjonene har vært relativt stabile og har ligget under den toksiske grensen de siste årene.

3.2.4. KJEMISKE ELEMENTER I BARNÅLER

I 2013 lå konsentrasjonen av makronæringsstoffene i årets barnåler, med noen unntak, over grensa for næringsmangel (Tabell 13). Næringsmangel i barnåler defineres her som

elementinnhold i nåler som sammenlignet med normale forhold fører til dårligere vekst og, ved enda lavere konsentrasjoner, til synlige mangelsymptomer. Konsentrasjoner av makronæringsstoffer i området mellom mangel- og optimumsgrense anses for å være normale eller tilstrekkelige for gran, mens konsentrasjoner over optimumsgrensa ikke lenger fører til bedre vekst (UNECE 2000). Mangel- og optimumsgrenser i tabellene og figurene er beregnet etter Aamlid et al. (1991), Brække (1994), Hüttl (1991) og Stefan et al. (1997).

Tabell 13. Konsentrasjoner av makronæringsstoffer i mg/g tørrstoff i årets barnåler 2013 (prosentvise endringer fra 2011 i parentes). Normal: Området mellom mangel- og optimumsgrense med tilstrekkelige konsentrasjoner av makronæringsstoffer for gran.

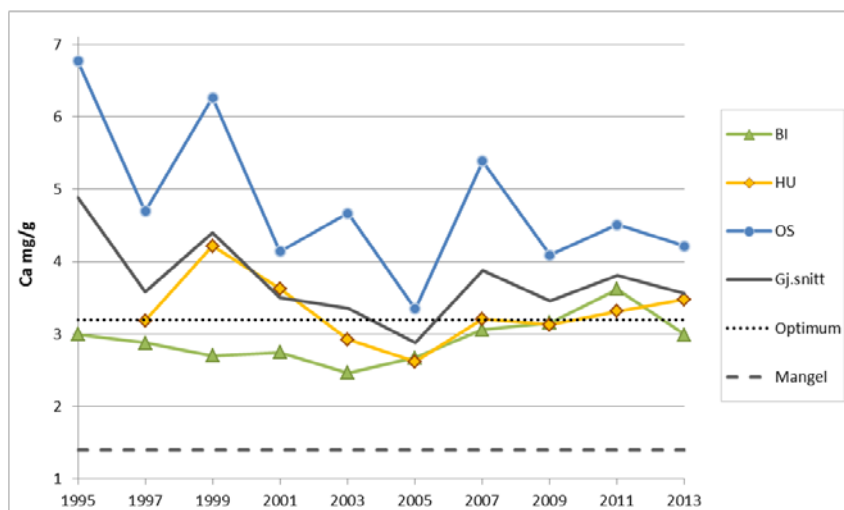
Flate	Ca	K	Mg	N	P	S
BI	3,0 (-17,3 %)	7,0 (0,0 %)	1,5 (6,6 %)	13,3 (-1,7 %)	1,5 (23,5 %)	0,90 (-1,2 %)
HU	3,5 (4,9 %)	4,6 (7,3 %)	1,2 (23,9 %)	12,8 (6,6 %)	1,3 (9,3 %)	0,79 (10,5 %)
OS	4,2 (-6,5 %)	7,2 (1,3 %)	1,1 (2 %)	10,5 (-4,1 %)	1,7 (0,2 %)	0,69 (-1,7 %)
Normal	1,4 -3,2	4,5 -7,3	0,7 -1,1	13,0 -17,0	1,2 -1,8	0,70 -0,90

Tabell 13 viser også prosentvise endringer i konsentrasjonen av næringsstoffer i barnåler fra forrige nåleanalyse i 2011. I Birkenes sank kalsium- (Ca) verdiene kraftig, mens innholdet av fosfor (P) i barnålene økte kraftig. I Hurdal økte konsentrasjonen for alle næringsstoffer, og særlig for magnesium (Mg) og svovel (S). I Osen var det ingen store endringer i næringsstoffkonsentrasjonen i forhold til 2011. Konsentrasjonen av næringsstoffer kan variere kraftig fra år til år. Temperatur og nedbør påvirker næringsstoffenes tilgjengelighet, og dette kan forklare noe av svingningene i næringsstoffenes konsentrasjon i barnålene mellom årene (Hüttl 1991).

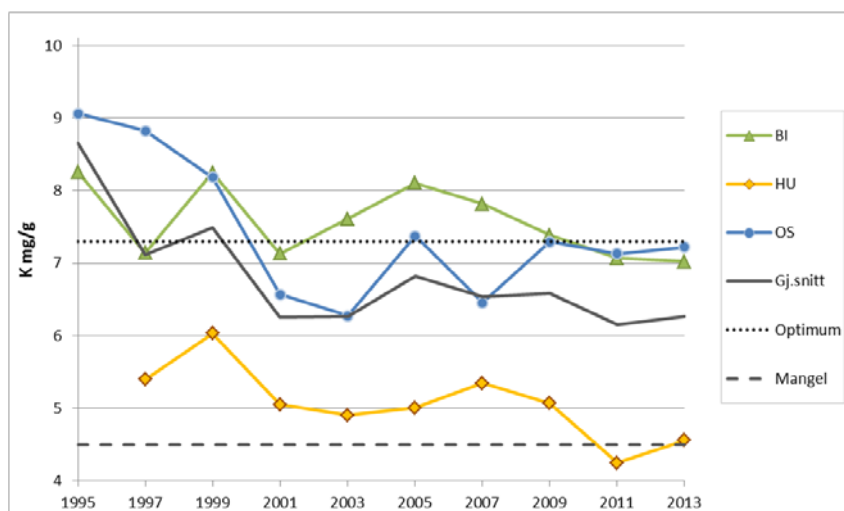
Konsentrasjonen av Ca i barnålene var høy på alle flater i 2013, og den var over optimumsgrensa i Osen og Hurdal (Tabell 13, Figur 21). Innholdet av kalium (K) og P i barnålene lå i området for tilstrekkelig næringskonsentrasjon på alle flater (Tabell 13, Figur 22 og Figur 25). Kaliummangel kan føre til misfarging av nåler og – ved svært lave verdier – til nåletap (Aamlid et al. 1991). Det var høye Mg-verdier i barnålene på alle flater (Tabell 13, Figur 23).

Konsentrasjonen av nitrogen (N) i barnålene avtok i Birkenes og Osen, mens den økte i Hurdal (Tabell 13, Figur 24). Birkenes hadde fortsatt den høyeste konsentrasjonen av N i barnålene av alle flater i 2013, og det var kun på denne flata at N-innholdet var så vidt over mangelgrensa. På de to andre flatene lå N-konsentrasjonen under mangelgrensa. N-mangel er imidlertid normal i boreale barskoger, hvor dette er det viktigste vekstbegrensende næringsstoffet (Binkley & Högberg 1997). Birkenes har hatt relativt stabile N-verdier i barnålene siden 1999.

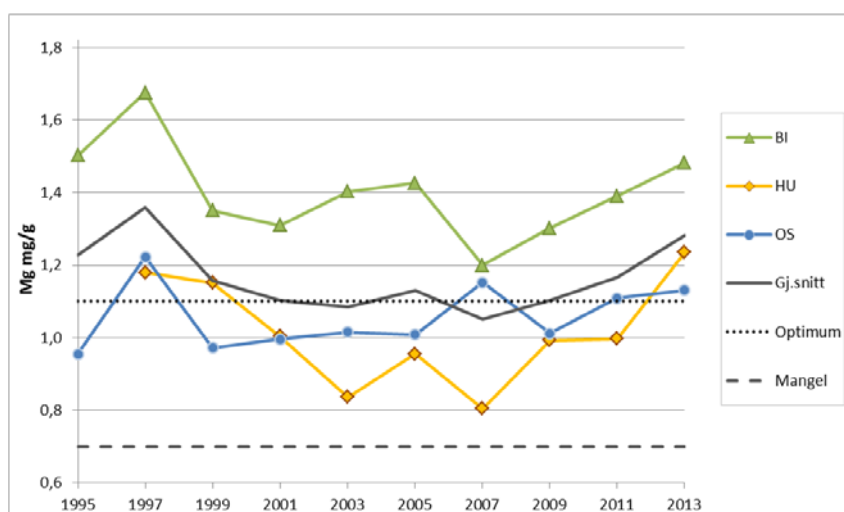
Flata på Sørlandet (Birkenes), som er mest utsatt for langtransporterte forurensinger, hadde, som i tidligere år, de høyeste S-verdier i barnålene av alle overvåkingsflater i 2013, selv om disse hadde avtatt noe i forhold til 2011 (Tabell 13, Figur 26). Konsentrasjonen av S i barnålene i Birkenes har siden 2001 hatt en svakt økende tendens. Innholdet av S i barnålene økte i Hurdal, mens det avtok i Osen. I Osen lå konsentrasjonen av S under mangelgrensa i 2013.



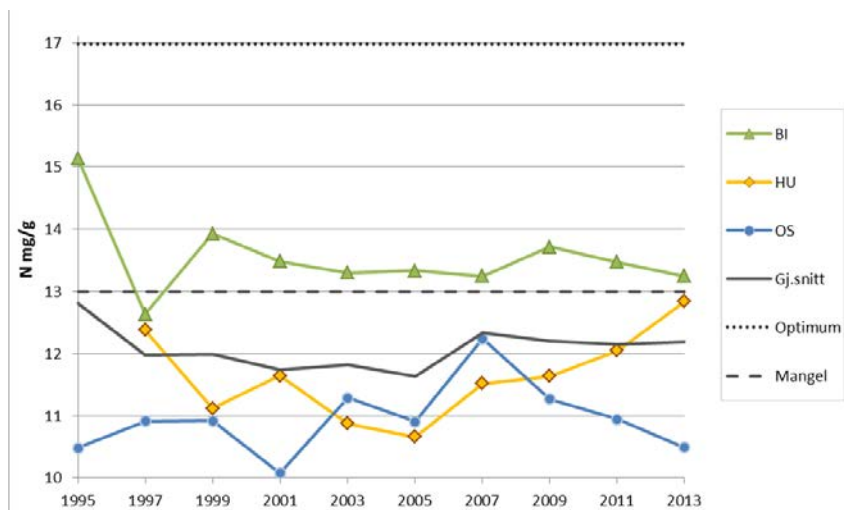
Figur 21. Endringer i kalsiumkonsentrasjon i barnåler (Ca mg/g tørrstoff) på flatene i Birkenes, Hurdal og Osen 1995-2013. Gj.snitt: Gjennomsnitt.



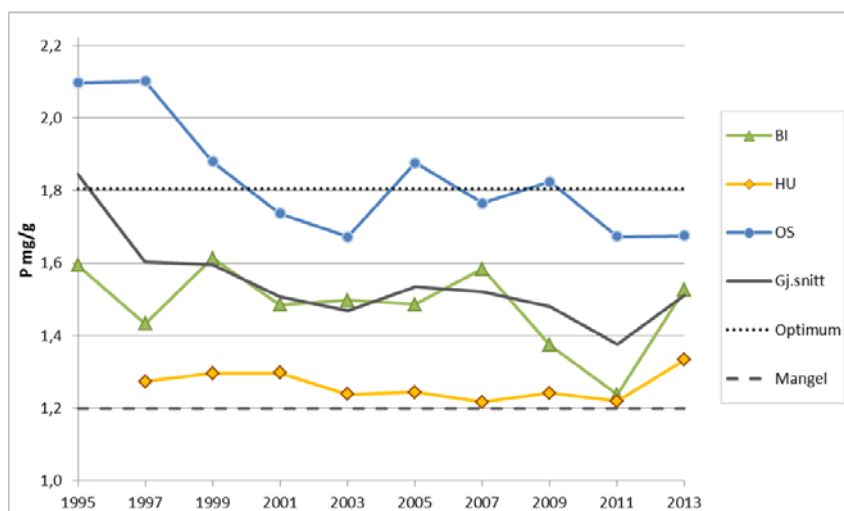
Figur 22. Endringer i kaliumkonsentrasjon i barnåler (K mg/g tørrstoff) på flatene i Birkenes, Hurdal og Osen 1995-2013. Gj.snitt: Gjennomsnitt.



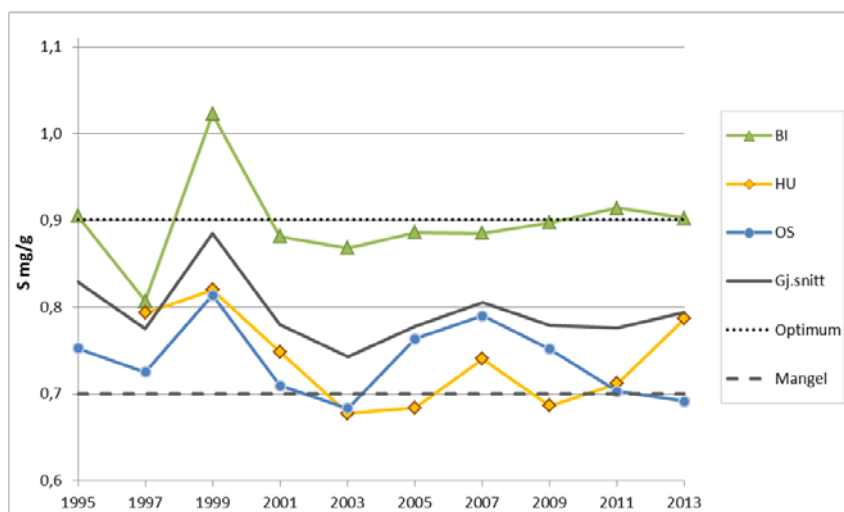
Figur 23. Endringer i magnesiumkonsentrasjon i barnåler (Mg mg/g tørrstoff) på flatene i Birkenes, Hurdal og Osen 1995-2013. Gj.snitt: Gjennomsnitt.



Figur 24. Endringer i nitrogenkonsentrasjon i barnåler (N mg/g tørrstoff) på flatene i Birkenes, Hurdal og Osen 1995-2013. Gj.snitt: Gjennomsnitt.



Figur 25. Endringer i fosforkonsentrasjon i barnåler (P mg/g tørrstoff) på flatene i Birkenes, Hurdal og Osen 1995-2013. Gj.snitt: Gjennomsnitt.



Figur 26. Endringer i svovelkonsentrasjon i barnåler (S mg/g tørrstoff) på flatene i Birkenes, Hurdal og Osen 1995-2013. Gj.snitt: Gjennomsnitt.

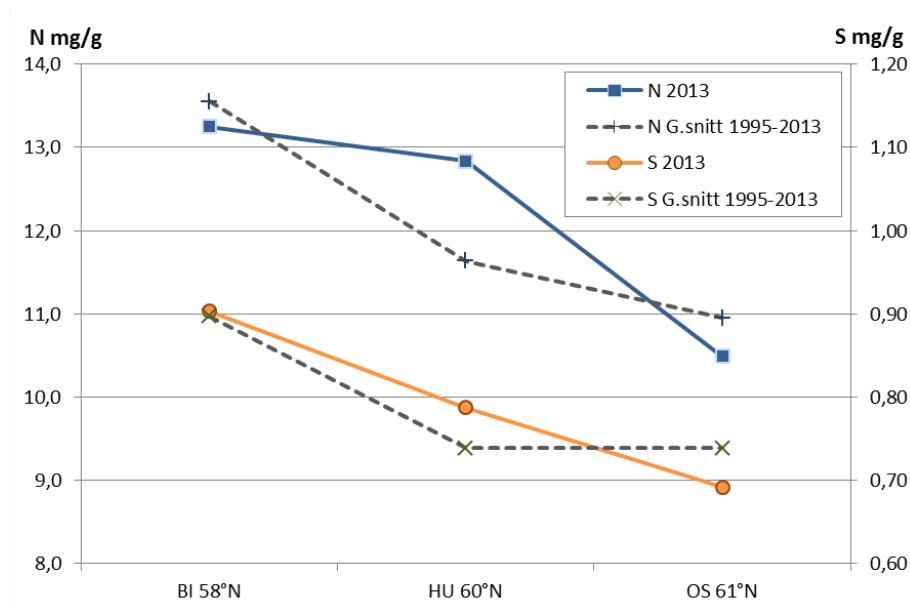
Næringsstoffenes konsentrasjon i forhold til hverandre er også viktig for optimale vekstforhold. Hvis et næringsstoff fins i for høy eller for lav konsentrasjon i forhold til et annet, kan dette føre til næringsubalanse og over tid til næringsmangel (Kjønaas & Stuanes 2008), og dermed til redusert tilvekst. Tabell 14 viser forholdet mellom konsentrasjonen av nitrogen og andre viktige elementer i barnålene, der tall lavere enn normalen indikerer for lite N i forhold til de andre næringsstoffene, mens tall høyere enn normalen indikerer for lite Ca, K, Mg, P eller S i forhold til N.

Selv om konsentrasjonen av makronæringsstoffer i barnålene var lav på noen av flatene, var den likevel på et tilstrekkelig nivå for de fleste elementer i forhold til det lave N-innholdet, med unntak av Ca og P i Osen. Denne flata, som har hatt de høyeste konsentrasjonene av Ca og P av alle flater i alle år siden 1995 (Figur 21 og Figur 25), hadde lave verdier for forholdet mellom N og P og til en viss grad også mellom N og Ca, noe som indikerer at det er for lite nitrogen på denne flata i forhold til Ca og P. Osen hadde da også lavest konsentrasjon av N i barnålene av de tre overvåkingsflatene. De andre makronæringsstoffene fantes i tilstrekkelige konsentrasjoner i forhold til N på alle flater.

Tabell 14. Forholdet mellom N og de andre makronæringsstoffer, årets barnåler 2013. Normal: Området der næringsstoffenes forhold til hverandre er "harmonisk", dvs. at de fins i tilstrekkelige konsentrasjoner i forhold til hverandre.

Flate	N/Ca	N/K	N/Mg	N/P	N/S
BI	4,4	1,9	8,9	8,7	14,7
HU	3,7	2,8	10,4	9,6	16,3
OS	2,5	1,5	9,3	6,3	15,2
Normal	2-16	1-4	8-29	7-14	11-21

Figur 27 viser nord-sør gradienten for nitrogen- og svovelinnhold i barnåler fra Birkenes i sør (58°23'N) via Hurdal (60°22'N) til Osen (61°16'N). Konsentrasjonen av både N og S i barnåler avtar med økende breddegrad.



Figur 27. Nord-sør gradienten for nitrogen- (øverst) og svovelinnhold (nederst) i barnåler fra Birkenes via Hurdal til Osen. Data for 2013 og gjennomsnittet for hele perioden (1995-2013) for hver av de tre flatene.

3.2.5. VEGETASJONSANALYSE

I det følgende gis en kort beskrivelse av tilstand og endringer i dekning av plantearter i de kvadratmeterstore vegetasjonsrutene på overvåkingsflata i Birkenes fra 1991 til 2013. For de ulike vegetasjonssjiktene var det ingen signifikante endringer når hvert sjikt betraktes som en helhet, bortsett fra for tresjiktet. Tresjiktet var forholdsvis stabilt i den siste femårsperioden, men i perioden fra 1991 til 2013 var det en signifikant reduksjon i dekning av gran i vegetasjonsrutene, fra en midlere dekning på 65 % til en dekning på 46 % ($p < 0,01$) (Tabell 13). Noe av dette skyldes avdøying. Trearter som også opptrer i felt- (F) og busksjiktet (B) har en liten, men noenlunde stabil dekning over tid. Økt forekomst kan skyldes at det har vært frøår (gran) eller en mer tilfeldig fuglebæsj med halvfordøyde bær (rogn), mens eventuell nedgang av smårogn kan skyldes elgbeite ved lav snødybde. Ellers var det generelt kun små endringer i artenes dekning i 2013 i forhold til i 2008. Busksjiktet har siden 1991 i gjennomsnitt dekket 1 til 2 % av vegetasjonsrutene.

Feltsjiktet på flata i Birkenes er fattig på arter, med 3 lyngarter, 2 grasarter og 1-2 urter. I gjennomsnitt dekker feltsjiktet 36 til 38 % av vegetasjonsrutene (av dette arealet utgjør lyng drøyt 90 %). Blåbær (*Vaccinium myrtillus*) er den dominerende arten i feltsjiktet, med en midlere dekning i prøveflatene på 29 % i 2013. Dekningen av blåbær har ligget stabilt rundt 29-30 % helt siden 1991. Tyttebær (*V. vitis-idaea*) har gått svakt tilbake de siste 15 årene, fra litt over 6 % i 1998 til noe under 5 % i 2013. Grasartene smyle (*Avenella flexuosa*) og blåtopp (*Molinia caerulea*) har blitt registrert alle fem ganger. Dekningen av smyle er relativt stor og utgjorde 4 % i 2013, men størst var den i 1991 (7 %). Av urter ble bare maiblom (*Maianthemum bifolium*) (1 %) og skogstjerne (0,4 %) registrert i 2013. Linnea (*Linnea borealis*) og skrubbær (*Chamaepericlymenum suecicum*) ble siste registrert i henholdsvis 2003 og 1998. Ingen arter av lyng, urter og graminider hadde signifikante endringer i dekning i perioden 1991-2013.

Bunnsjiktet på flata i Birkenes er preget av moser- og levermoser som er typiske for blåbærgranskog. Registreringene og foto (Figur 21) fra rutene viser at det er variasjoner fra registrering til registrering, men bare en mindre del av variasjonen over tid er signifikant. Fra 2003 til 2013 økte midlere dekning av bunnsjiktet (ikke statistisk signifikant), fra 56 til 63 %. Tall fra 1991 og 1998 antyder en midlere bunnsjiktdekning på henholdsvis 51 og 62 %, slik at det kan se ut til at dekningen svinger litt opp og ned. I samsvar med økt dekning av bunnsjikt har dekningen av strø gått tilbake fra 43 % til 37 % i løpet av de siste ti årene. Levermosene hadde i 2013 en midlere dekning i vegetasjonsrutene på 1,4 %, hvorav skjeggmoser (*Barbilophozia* spp.) utgjorde 0,9 %. Levermosedekningen har gått noe tilbake siden 1991. I 2013 var de arealmessig viktigste (størst dekning) bladmosene blanksigd (*Dicranum majus*) 27 %, fulgt av furumose (*Pleurozium schreberi*) 8 %, kystkransmose (*Rhytidiadelphus loreus*) 19 %, og noen få arter torvmoser (*Sphagnum* spp.) med drøyt 7 %. Dekning av blanksigd har holdt seg stabil siden 1991, furumose siden 2003, mens dekningen av kystkransmose har økt signifikant siste ti år, fra en midlere dekning på 13 % i 2003 til drøyt 19 % i 2013 ($p < 0,01$). Dekningen av torvmoser har vist en jevn (ikke signifikant) økt dekning helt siden oppstart, fra 3 % i 1991 til over 7 % i 2013. Redusert dekning av relativt små levermoser og økt dekning av relativt store bladmoser samsvarer med observasjoner gjort i permanente overvåkingsflater i eldre norsk granskog (Økland et al. 2004). I TOV-sammenheng har disse endringene blitt koblet til milde høster og noe lengre vekstsesonger de siste 10–15 årene.

Tabell 15. Gjennomsnittlig prosent dekning av arter i vegetasjonsrutene i Birkenes i 1991 – 2013. Kort strek betyr at arten mangler. F = feltsjikt, B = bunnsjikt. Bokstav i kolonnen etter et årstall antyder signifikante forskjeller mellom tidligere år: a - 1991 vs 1998, b - 1998 vs 2003, c - 2003 vs 2008, d - 2008 vs 2013, e - 1991 vs 2013.

		1991	1998	2003	2008	2013
<i>Betula pubescens</i>	Dunbjørk	5,37	3,42	3,46	2,60	4,20
<i>Betula pubescens</i> F+B	Dunbjørk F+B	0,02	0,12	0,06	0,06	0,08
<i>Picea abies</i>	Gran	65,20	55,30	53,70	47,10	45,62 e
<i>Picea abies</i> F+B	Gran F+B	0,61	1,42 a	0,70 b	1,52 c	1,30 e
<i>Pinus sylvestris</i>	Furu	1,59	1,60	1,20	1,30	1,30
<i>Quercus</i> sp. F	Eik F	-	-	0,04	0,06	0,08
<i>Sorbus acuparia</i> F+B	Rogn F+B	0,12	0,34	0,44	0,36	0,28
<i>Calluna vulgaris</i>	Røsslyng	0,41	0,38	0,36	0,28	0,38
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Blåbær	29,07	30,32	28,44	29,84	29,02
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Tyttebær	4,44	6,34	6,52	6,98	4,66
<i>Avenella flexuosa</i>	Smyle	7,34	2,46	4,18	3,32	4,12
<i>Molinia caerulea</i>	Blåtopp	0,02	0,12	0,14	0,06	0,06
<i>Chamaepericlymenum suecicum</i>	Skrubbær	-	-	0,02	-	-
<i>Linnaea borealis</i>	Linnea	-	0,02	-	-	-
<i>Maianthemum bifolium</i>	Maiblom	0,20	0,72	0,82	0,52	1,00
<i>Trientalis europaea</i>	Skogstjerne	-	-	-	0,02	0,04
<i>Barbilophozia</i> spp.	Skjeggmoser	3,80	2,38	1,24	1,08	0,92 e
<i>Bazzania trilobata</i>	Storstylte	-	-	-	-	0,02
<i>Lophocolea heterophylla</i>	Stubbeblonde	-	-	-	-	0,04
<i>Lophozia ventricosa</i>	Grokornflik	-	-	-	-	0,20 de
<i>Plagiochila asplenioides</i>	Prakthinnemose	-	-	0,02	0,02	0,02
<i>Ptilidium ciliare</i>	Bakkefrynse	0,10	0,40 a	0,34	0,30	0,14
<i>Dicranum fuscescens</i>	Bergsigd	-	0,40 a	0,40	0,50	0,22 e
<i>Dicranum majus</i>	Blanksigd	28,07	28,44	27,26	26,66	26,78
<i>Dicranum polysetum</i>	Krussigd	-	0,28	0,08	0,04	0,06
<i>Dicranum scoparium</i>	Ribbesigd	-	1,04 a	1,06	1,26	0,96 e
<i>Hylocomium splendens</i>	Etasjehusmose	0,37	1,10	1,48	2,42	2,58
<i>Leucobryum glaucum</i>	Blåmose	0,15	0,20	0,16	0,02	-
<i>Plagiothecium undulatum</i>	Kystjamnemoser	-	0,52 a	0,32	0,30	0,36
<i>Plagiothecium</i> sp.	Jamnemoser	-	-	0,06	0,08	0,08
<i>Pleurozium schreberi</i>	Furumose	2,76	6,02 a	8,32	8,28	8,26
<i>Pohlia</i> sp	Nikkemose-art	-	-	-	0,04	-
<i>Polytrichum formosum</i>	Kystbjørnemoser	0,66	1,18	0,84	0,66	0,32
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	Fjærmose	0,05	-	0,08 b	0,08	0,08
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	Kystkransemose	12,02	13,62	12,70	16,36	19,06 e
<i>Sphagnum</i> spp.	Torvmoser	3,02	4,22	5,24	6,16	7,28
<i>Cladonia rangiferina</i>	Grå reinlav	-	0,02	0,04	0,02	0,02
<i>Cladonia</i> spp.	Begerlav	-	0,04	0,04	0,02	0,02



a. 2003: Rogn 2, blåbær 35, tyttebær 5, smyle 2, maiblom 2, blanksigd 25, etasjehusmose 15, furumose 7, kystkransemose 7, torvmoser 3



b. 2008: Rogn 2, blåbær 45, tyttebær 5, smyle 1, maiblom 1, blanksigd 40, etasjehusmose 17, furumose 4, kystkransemose 7, torvmoser 5



c. 2013: Rogn 2, blåbær 50, tyttebær 2, smyle 1, maiblom 2, blanksigd 23, etasjehusmose 12, furumose 5, kystkransemose 7, torvmoser 20. Tydelig bladfall fra blåbær!

Figur 28. Vegetasjonsrute 5 i Birkenes. Vegetasjonsendringer 2003 (a), 2008 (b) og 2013 (c), med prosent dekning for noen få arter. Foto: Ingvald Røsberg

3.3 Askeskuddsyke

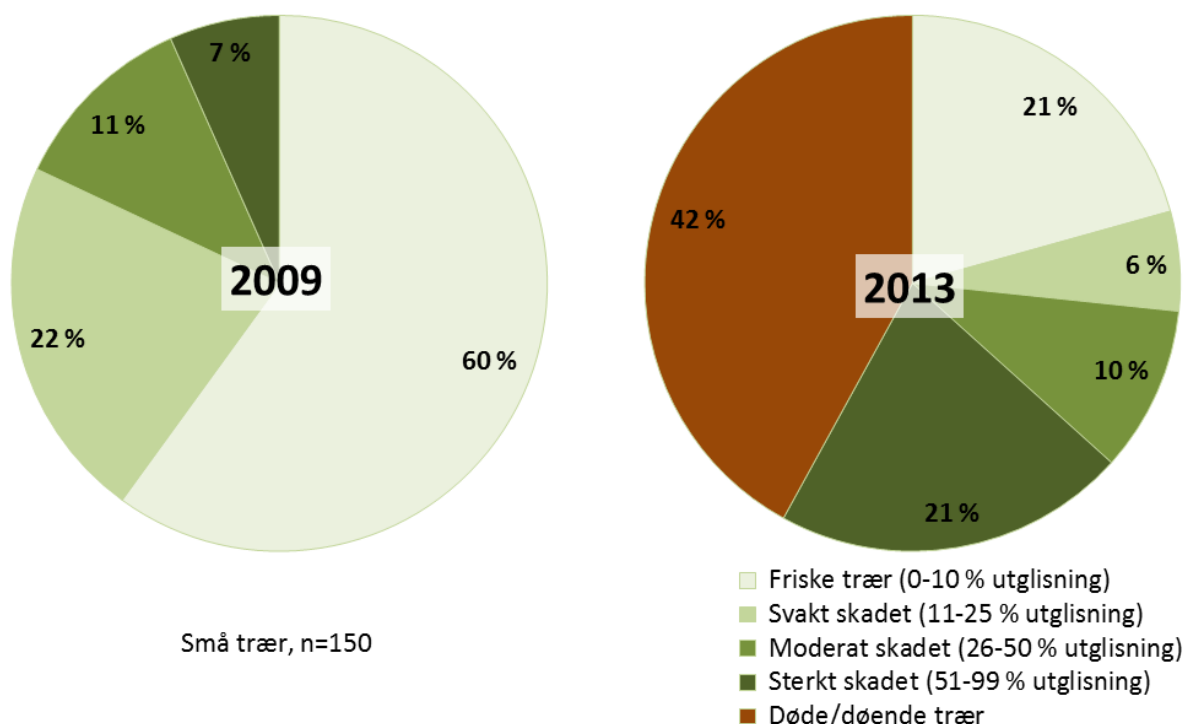
3.3.1. SYKDOMSUTVIKLING OG UTBREDELSE I NORGE I 2013

Soppen askeskuddbeger, som forårsaker askeskuddsyke, skal nå hete *Hymenoscyphus fraxineus* og ikke lenger *H. pseudoalbidus* (Barel et al. 2014). Askeskuddsyke ble først oppdaget i Norge i 2008 og var da allerede spredd over store deler av Østlandet og Sørlandet. Sykdommen har siden spredd seg meget raskt og hadde i løpet av 2012 etablert seg over store deler av søndre Sogn og Fjordane med det nordligste funnet i Innvik i Stryn (Timmermann et al. 2013). I 2013 spredte seg videre nordover gjennom Sogn og Fjordane og inn i Møre og Romsdal. De nordligste funnene ble gjort i Åheim, Vannylven og Straumshamn, Volda, begge på Sunnmøre (Figur 4). Askeskuddbeger stammer trolig fra Asia, hvor den er funnet flere steder på bladstilker av «mandsjurika-ask», *Fraxinus mandshurica*, som vokser i de nordøstlige deler av Asia (Zhao et al. 2012; Zheng og Zhuang 2013).

3.3.2. OVERVÅKING PÅ PERMANENTE FLATER

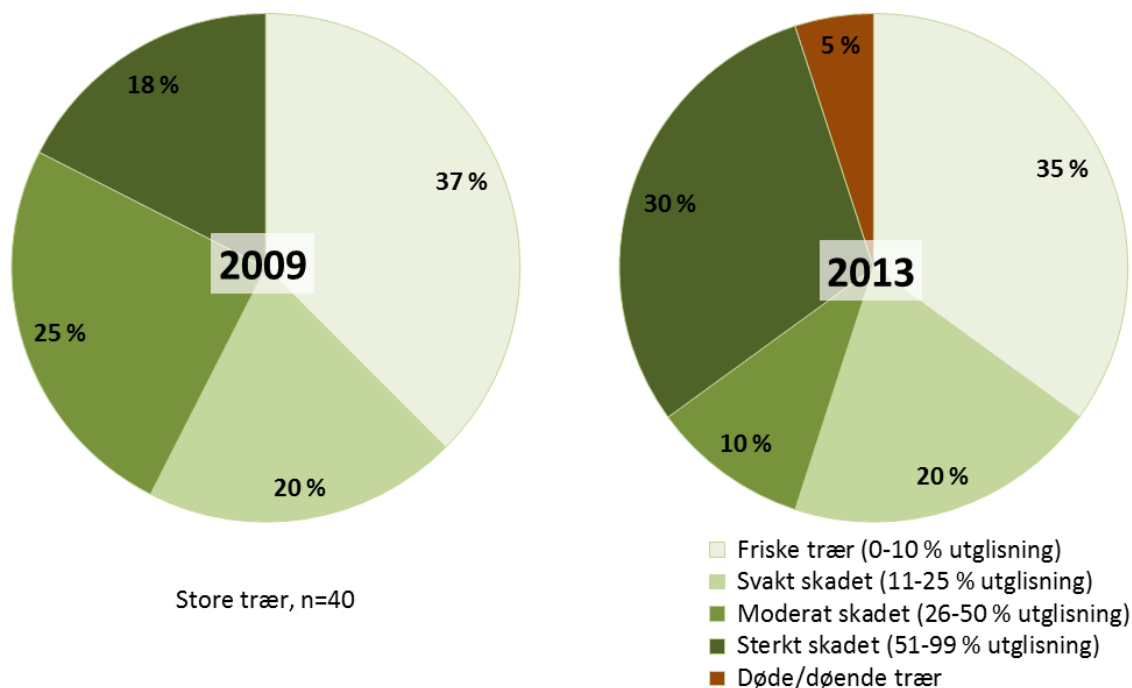
Øst- og Sørlandet

Det har vært en dramatisk utvikling for de små asketrærne på de 4 overvåkingsflatene på Østlandet fra 2009 til 2013. Av de 150 småtrærne som ble valgt ut i oppstartsåret, var 82 % friske eller bare svakt skadde i 2009 (opptil 25 % kroneutglisning). I 2013 var denne andelen redusert til 27 % (Figur 29). Samtidig økte andelen sterkt skadde og døde/døende trær fra 7 % til 63 %. Den samme trenden ble observert blant de små trærne på flatene på Sørlandet i perioden 2010-2013. Mest dramatisk har utviklingen for små trær vært på flatene i Norderås og Fjugstad, der rundt 60 % av de små trærne var døde i 2013.



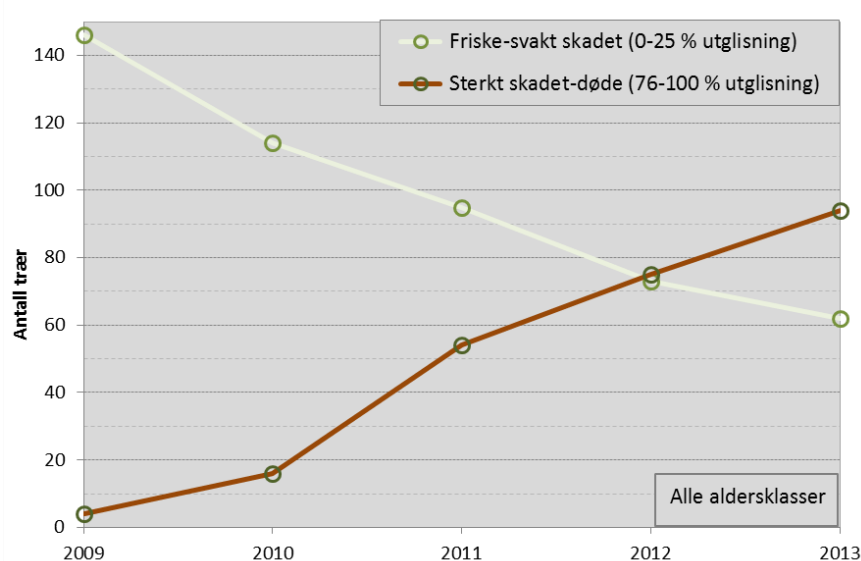
Figur 29. Utvikling av kroneskader for ask på overvåkingsflatene NO, KO, FU og FE 2009-2013, små trær (DBH<12,5 cm). Prosentandel trær i de grupperte kroneskadeklassene.

Kroneutglisningen hos de store asketrærne har økt saktere fra 2009 til 2013 på de 4 overvåkingsflatene på Østlandet enn hos de små, og andelen friske eller svakt skadde trær var omtrent uforandret i 2013 (Figur 30). Likevel var 35 % av de store trærne sterkt skadet eller døde i 2013 (mot 18 % i 2009). På flata på Sørlandet har det ikke blitt flere sterkt skadde store trær i perioden 2010-2013, men noen flere store trær med moderate skader.



Figur 30. Utvikling av kroneskader for ask på overvåkingsflatene NO, KO, FU og FE 2009-2013, store trær (DBH>12,5 cm). Prosentandel trær i de grupperte kroneskadeklassene.

Av 190 store og små asketrær totalt på de 4 overvåkingsflatene på Østlandet var halvparten (94 trær) sterkt skadde eller– døde i 2013 og bare en tredjedel (62 trær) fortsatt helt friske eller bare svakt skadde (Figur 31). Antall friske og svakt skadde trær har minket raskt fra år til år, mens antall sterkt skadde og døde trær økte tilsvarende raskt.

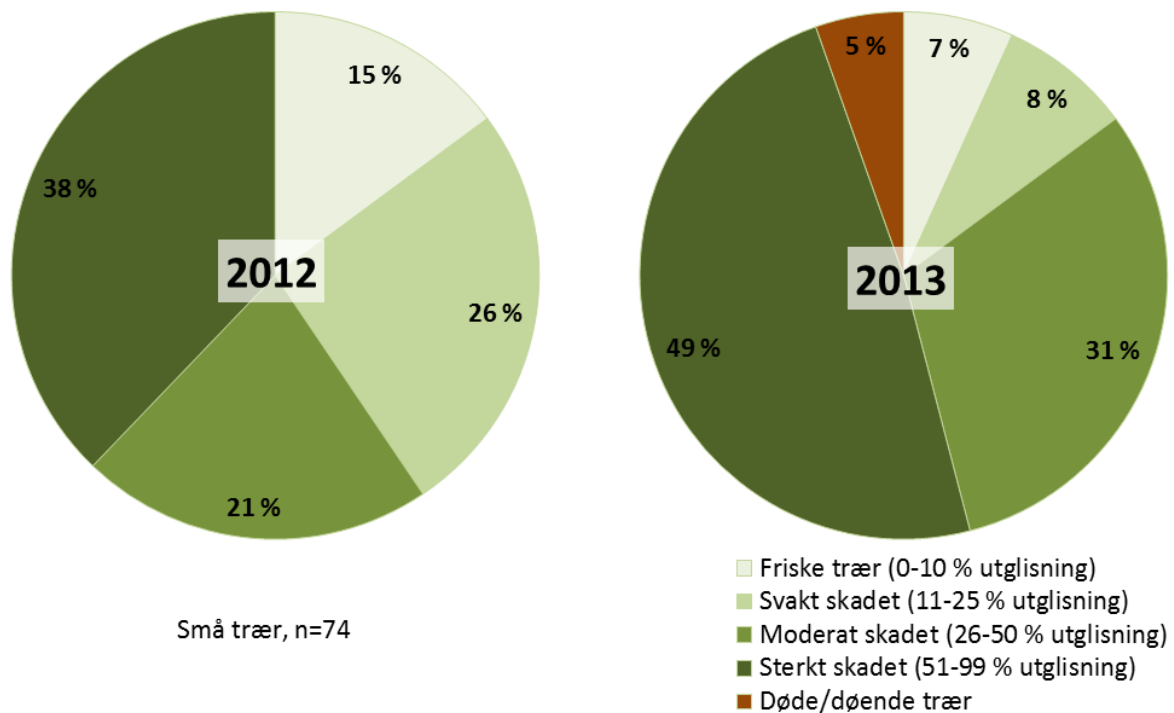


Figur 31. Utvikling av kroneskader for ask på overvåkingsflatene NO, KO, FU og FE 2009-2013, friske-svakt skadde (0-25 % utglisning) og sterkt skadde-døde trær (76-100 % utglisning), alle aldersklasser.

Vestlandet

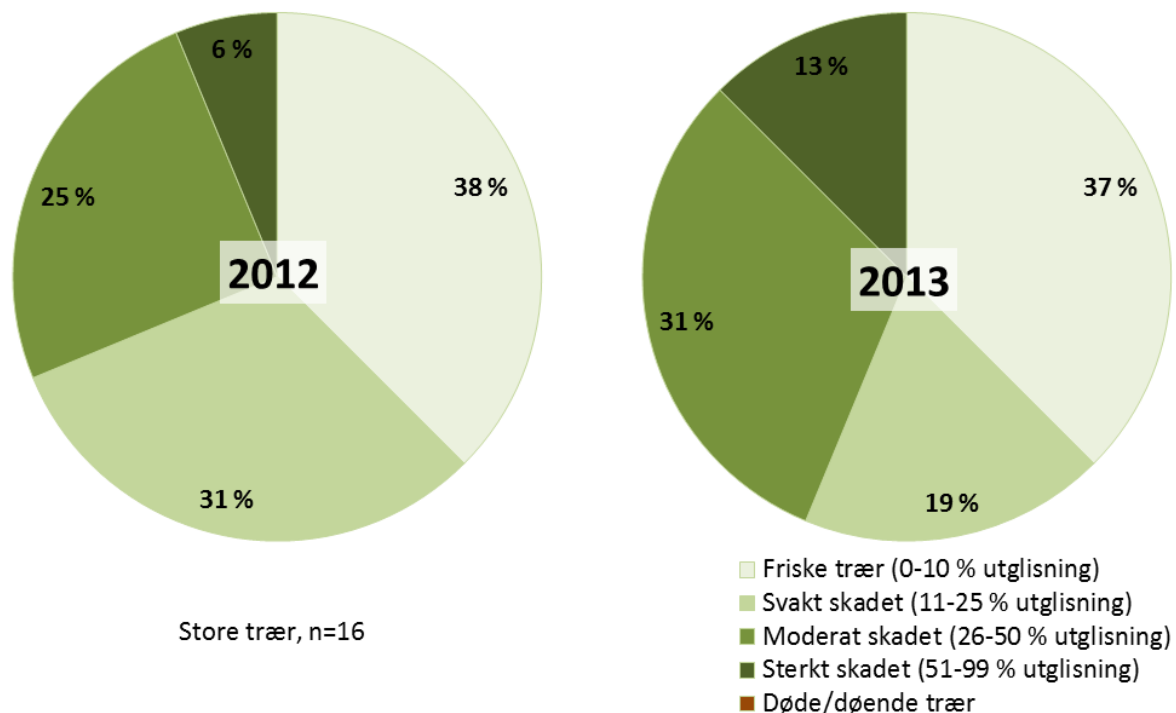
I 2013 ble den første revisjonen av kronetilstanden hos asketrærne på overvåkingsflatene på Vestlandet gjennomført. På flatene i Baustad og Askvik ble det registrert en tydelig forverring i kronetilstanden i forhold til 2012, særlig hos de små trærne, mens det på flata i Hammar ennå ikke ble funnet tegn på askeskuddsyken.

I 2012 var andelen sterkt skadde småtrær 38 % på flatene i Baustad og Askvik og ingen trær var døde, mens det i 2013 var 54 % sterkt skadde og døde småtrær på disse to flatene, samtidig som andelen friske og svakt skadde småtrær gikk ned fra 41 til 15 % (Figur 32).



Figur 32. Utvikling av kroneskader for ask på overvåkingsflatene BA og AS 2012-2013, små trær (DBH<12,5 cm). Prosentandel trær i de grupperte kroneskadeklassene.

Heller ikke på Vestlandet har utviklingen for de store asketrærne vært like dramatisk som for de små. Likevel fordoblet andelen sterkt skadde store trær på flatene i Baustad og Askvik seg til 13 %, mens andelen friske og svakt skadde store trær sank fra 69 til 56 % (Figur 33).



Figur 33. Utvikling av kroneskader for ask på overvåkingsflatene BA og AS 2012-2013, store trær (DBH>12,5 cm). Prosentandel trær i de grupperte kroneskadeklassene.

Små trær rammes hardere og drepes lettere av askeskuddsyken enn store trær fordi nekroser på stammen lett kan føre til at hele toppen eller endog hele treet dør, mens det hos et stort tre vil ta flere år å drepe store greiner. Antakelig er også infeksjonspresstet større for de små trærne som har sin bladmasse nærmere bakken der sporespredningen fra fruktlegemene skjer, enn for de store, dominerende trærne. Det er store individuelle forskjeller mellom de store trærne på de fleste flatene. Noen er nesten helt friske, mens andre har svært lite bladverk igjen. Angrepne asketrær danner mye vannris for å kompensere for løvverket som er tapt gjennom sykdommen. Dette kan føre til en midlertidig økning i bladmasse. Angrepne trær, både små og store, svekkes og vil derfor være mer utsatt for andre skadegjørere (for eksempel honningsopp) og konkurranse, og det kan dermed være flere faktorer i samspill som til slutt fører til at trærne dør.

3.4 Spesielle skader

Bjørkerustsopp (Melampsoridium betulinum)

Det var i 2013 sterke bjørkerustangrep i hele Finnmark. Også i Troms var angrepene nokså sterke. Det ble også registrert en del bjørkerust i Sør-Norge, først og fremst i høyereliggende skoger, men nokså spredt.

Frosttørke

Vinteren og våren 2013 var spesiell. Det var flere vekslinger mellom kaldt og varmt vær i løpet av vinteren. Fra rundt 20. mars ble det klarvær med store vekslinger mellom dag- og nattetemperaturene. Det kunne være opp mot 15-20 graders forskjell med varmegrader om dagen og kuldegrader om natta (data hentet fra eKlima). Det ble gradvis varmere og etter en 3 ukers tid ble det markert mildere, mens det fremdeles var dyp tele mange steder.



Figur 34. Omfattende frosttørkeskader på gran i Etne i 2013. Foto: M. Junge.



Figur 35. Glissen grankrone («dieback», venstre) og sterkt nålefall i granskog (høyre) som følge av frosttørken i Sør-Odal i 2013. Begge foto: T. Kringlebotn.

Skaden som etter hvert ble synlig var mest trolig en frostørkesituasjon forårsaket av de store temperaturforskjellene. Enkelte steder, særlig i høyereliggende områder, kunne det også være en kombinasjon med teletørke eller en ren teletørke. Store deler av Sør-Norge ble rammet (Figur 36a). Mest synlig var skaden på einer som ble brunsvidd i hele eller deler av krona. Alle nåleårganger ble skadd. Der det var snøbart ble lyng også skadd. Ofte var all vegetasjon over bakken brunsvidd og død. Enkelte steder ble det rapportert om omfattende skader på gran (Figur 34). Berørte trær mistet mye nåler med nedsatt kronetetthet som følge, og grønne nåler i store mengder ble registrert på bakken under trærne (Figur 35).

Granbarkbille (Ips typographus)

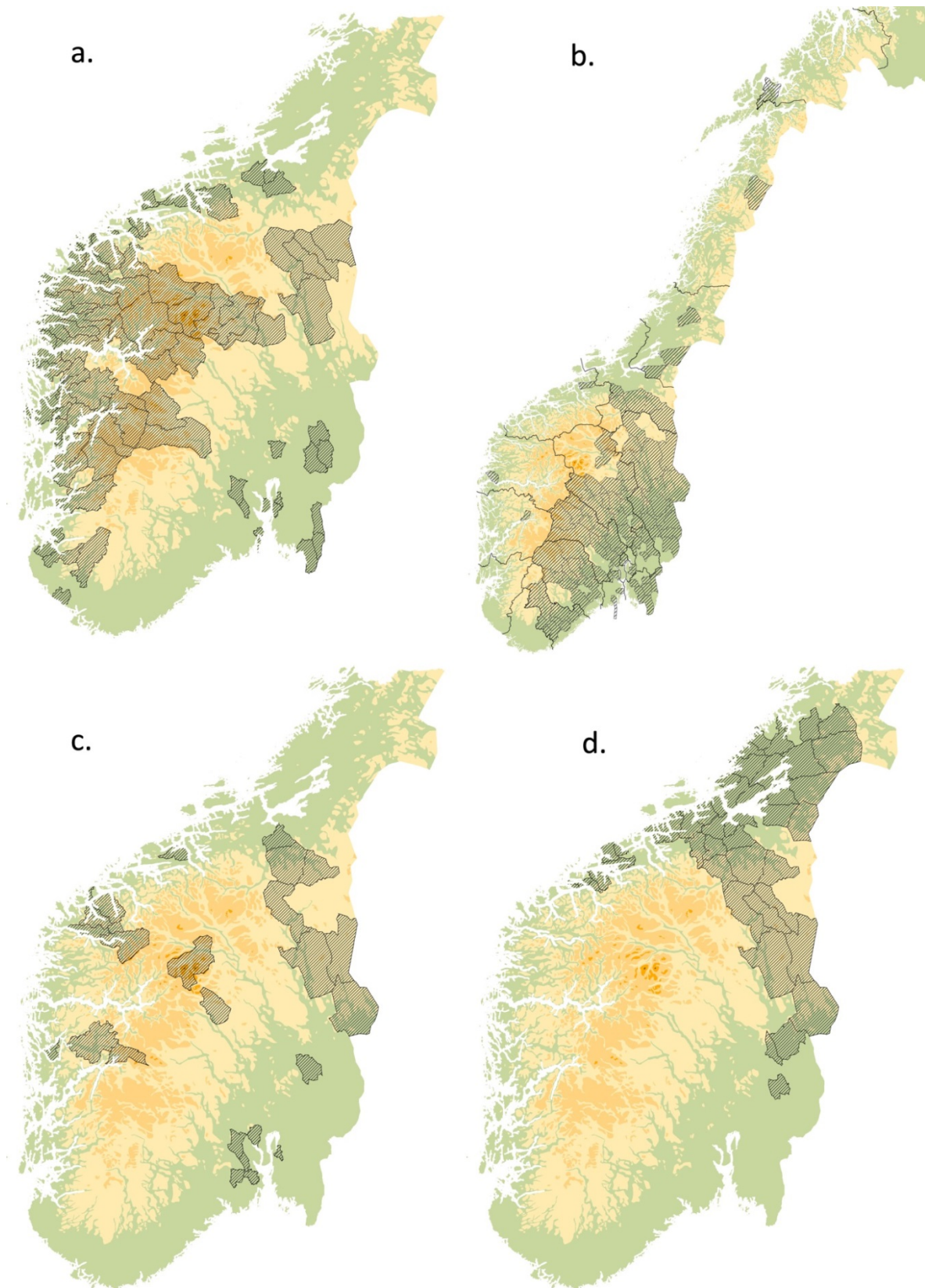
I 2013 var det en nedgang i billefangstene sammenlignet med forrige år. Nedgangen for de fleste områdene skyldes trolig at en våt og kjølig forsommer har gitt ugunstige betingelser for billenes flukt og formering, men også at en ugunstig fjorårssesong har gitt færre overvintrende biller. I tillegg kan langvarig frost med dyp tele vinteren 2012/13 ha økt billedødeligheten (Økland & Wollebæk 2013).

Granrustsopp (Chrysomyxa abietis)

Det ble registrert mye granrustangrep på Østlandet i alle høydelag fra ca. 100 moh. til fjellskogen. I lavereliggende områder var det angrep på unge, spredte enkelttrær. Fra ca. 400 moh. var det angrep også på store trær, og det var mer omfattende angrep enn året før (Figur 36b, Timmermann et al. 2013). Mange trær som ble angrepet i 2012 ble også angrepet i år. Med to nåleårganger satt ut av spill vil det bli et tilveksttap. Granrustangrep fører til misfarging hos trærne og, særlig ved gjentatte angrep på de samme trærne, til nåletap og dermed nedsatt kronetetthet.

Lokkrustsopp (Thekopsora areaolata)

Mange steder i Sør-Norge ble det observert mye angrep av lokkrustsoppen på heggeblad (Figur 36c). Skaden på hegg er i seg selv ikke så problematisk, men lokkrustsoppen vertsveksler mellom hegg og gran og kan gi skade av betydning på gran. På gran infiserer den helst i blomstene/konglene og ødelegger frøproduksjonen, men den kan også angripe toppskudd på yngre gran slik vi så mye av i 2011 (Andreassen et al. 2012b, Solheim 2012b) hvor det særlig gikk ut over juletreprodusenter. Smitte til gran vil skje fra nedfalne heggeblad så om det blir gunstige værforhold for spredning og smitte i 2014 kan det bli sterke angrep på gran i 2014. Dette kan føre til reduksjon i frøproduksjonen, og at unge grantrær får problemer med toppskudd, noe som er særlig problematisk for juletre dyrkere.



Figur 36. Kart som viser kommuner med registrerte skader av frostørke (a), granrustsoppangrep (b), lokkrustsoppangrep (c) og seljebladbilleangrep (d) i 2013.

Rotkvelning

Rotkvelning kan oppstå når røttene blir stående i stillestående vann over en viss tid og det ikke blir tilgang til ny oksygen. Oksygenmangel i røttene kan føre til rotkvelning. Under reduserende forhold vil treverdige jern, som dominerer i bakken, gå over til toverdige jern. Dette tas mye lettere opp av røttene, men er i store doser giftig for trærne. Når toverdige jern kommer inn i yteveden reagerer det med garvesyre og «blekker» ut. Dette avsettes som blålig misfarging i yteveden. Mye av jernet føres videre oppover til nålene som blir forgiftet og dør, og de får en rødbrun misfarging. Stillestående vann opptrer ofte der det er dyp tele i bakken. Som nevnt over var det i 2013 mange steder dyp tele langt utover våren. Enkelte steder var det en tydelig rotkvelning, med rødbrune barnåler på gran (Figur 37), og ved felling kunne den blålige misfargingen avdekkes.



Figur 37. Rotkvelning forårsaker rødbrune barnåler på gran Foto: H. Solheim.

Rødbandsyke

Denne sykdommen på furunåler som forårsakes av rødbandsopp (*Mycosphaerella pini* / *Dothistroma septosporum*) blir regnet som en av de store klimavinnerne på den nordlige halvkule (Solheim 2012a). Den ble første gang registrert i Norge i 2009 i indre strøk av Troms og i 2010 ble den funnet på noen få steder på Østlandet (Solheim og Vuorinen 2011). Inntil 2012 var den blitt funnet i 19 kommuner (Timmermann et al. 2013). I 2013 ble den funnet i 10 nye kommuner. De fleste funnene er gjort på ung skog, og skadene har vært lite omfattende. I enkelte bestand i Engerdal og Trysil var angrepene relativt sterke, trolig de sterkeste som er registrert i Europa på vanlig furu. Det kan se ut som soppen er i stadig

spredning. En annen mulighet er at soppen har vært her i lang tid, og at klimaendringer har gjort at angrepene er blitt sterkere og lettere synlig.

Seljebladbille (Phratora vulgatissima)

Angrep av bladbiller på selje og andre *Salix*-arter har nå pågått i flere år i Midt-Norge (Figur 36d, Figur 38). Angrepsintensiteten har variert, men det har vært en generell økning i skadeomfanget, og flere og flere kommuner er blitt berørt. I 2013 ble det gjort noen få bestemmelser av innsamlede biller og de viste at det var seljebladbilla (*Phratora vulgatissima*) som forårsaket skadene. Vi kan ikke se bort fra at også pilebladbilla (*Phratora vitellinae*), som også kan forårsake masseangrep på *Salix*-arter, er tilstede. Det er ikke så lett å skille disse to artene, men seljebladbille er gjerne mer blågrønn (engelsk navn: blue willow beetle), mens pilebladbilla gjerne er litt bronsefarget (engelsk navn: bronze willow beetle). Både larvene og de voksne billene spiser på bladene som etter hvert visner ved sterke angrep.



Figur 38. Brune vierbusker forårsaket av seljebladbille, Skodje, Møre og Romsdal. Foto: H. Solheim.

Storm

Flere stormer rammet Norge i 2013 og sterkest ble skadene i Nord-Trøndelag, men hele 14 fylker har blitt berørt i varierende grad. Det var særlig stormene Hilde 16. november og Ivar 12. desember som forårsaket mye vindfall. Det er anslått at rundt 500 000 m³ har blåst overende. Skadebildet er en blanding av mindre grupper, enkelte større flater, opprevne bestandskanter og mye spredt vindfall. Det er sjeldent at større flater har blåst overende, det har heller vært mindre grupper (SLF 2014).

Tørke

Sommeren 2013 var den varmeste og tørreste sommeren på lenge. Men godvær for feriefolket kan ha sine baksider, og fra juli måned ble det observert tørkesymptomer på mange forskjellige treslag som sto på tørkeutsatte steder. Det var særlig lauvtrær som bjørk, lønn og rogn som oftest ble observert med tørkeskader. Også trær som ikke får synlige symptomer kan bli negativt påvirket av tørkestress, noe som kan vise seg etter et år eller to. På Østlandet og Sørlandet har det tidligere vært problemer med grantørke, noe som trolig skyldes foregående års tørkesomre.

Andre skader

Det var i 2013 et godt år for mange soppskadegjørere. I høyereliggende strøk i Sør-Norge kunne en ofte se rogn med tidlig gulfarging. Dette skyldtes rognrustsoppen (*Gymnosporangium cornutum*). Dette er en ubetydelig skadegjører, men på trær med sterke angrep er det svært iøynefallende. Mange mjøldoggsopper hadde også «gode dager» i 2013. Særlig mye var det på ask (*Phyllactinia fraxini*), eik (*Erysiphe alphitoides*), selje (*Erysiphe adunca*) og spisslønn (*Sawadaea tulasnei*). Den vanligste bladsykdommen på spisslønn var imidlertid lønntjæreflekk (*Rhytisma acerina*).

I vårt land med mange bratte lisider hvor skogen klamrer seg fast kan det enkelte ganger gå skred som medfører tap for skogeiere. Mest vanlig er snøskred, men også jordskred skjer innimellom. 15. november gikk det et skred i Skredestranda i Eid kommune, Sogn og Fjordane. Nærmere 50 daa med skog ble rasert med en skadesum på nesten 700 000 kr inkludert en ødelagt traktorvei og nyplanting (Fjordingen 2014).

4. KONKLUSJONER

Endret klima med mildere vintre, tørkeepisoder om sommeren i noen regioner og økt stormfrekvens vil kunne føre til et større omfang av abiotiske skader. Også en del sopper og insekter begunstiges av et endret klima, og man vil kunne forvente at allerede forekommende arter sprer seg til nye områder eller gjør større skade en tidligere. Også nye, fremmede skadegjørere kan forventes å etablere seg i Norge, som vi allerede har sett eksempler på.

Skogovervåkingen på de landsrepresentative flatene følger nå Landsskogtakseringens 5-årige omdrev, men fortsatt på en slik måte at årlige registreringer foretas. Overvåkingen utføres på flere landsskogflater enn tidligere, og flere gran- og furutrær kronebedømmes. Skaderegistreringer gjennomføres på alle treslag som finnes på flatene. Dette nye overvåkingsopplegget vil forhåpentligvis på sikt kunne gi et bedre bilde av norske skogers helsetilstand og fange opp flere skadegjørere enn tidligere.

Gjennomsnittlig kronetetthet hos gran i den landsrepresentative skogovervåkingen (Level I) avtok og var i 2013 på det laveste nivået siden 2007, mens kronetetthet hos furu økte til det høyeste nivået siden 1991. Det var betydelige regionale forskjeller i kronetetthet, særlig hos gran. Det var lite men økt misfarging hos begge treslagene i 2013. Det var en betydelig økning i antall biotiske og abiotiske skader hos gran og furu i 2013, mens skadeomfanget på bjørk var omtrent uforandret sammenlignet med året før. Skadeomfanget på andre lauvtrær var vesentlig lavere enn på bjørk. Den lave kronetettheten og noe økende misfarging som ble registrert hos gran skyldes sannsynligvis omfattende frosttørkeskader og granrustangrep.

2013 var et gunstig år for mange soppskadegjørere. Askeskuddsyke er stadig på frammarsj i Norge, og hadde i 2013 spredd seg videre nordover i Møre og Romsdal. Spredningen i landet og utviklingen av sykdommen i askebestand på permanente overvåkingsflater følges nøye. Det ble registrert mye granrustangrep på Østlandet i 2013. Mange trær ble angrepet

for andre år på rad med misfarging og kroneutglisning og dermed tilveksttap som følge. Rødbandsyke på furu ble i 2013 funnet i flere nye kommuner, og i enkelte bestand i Engerdal og Trysil var angrepene trolig de sterkeste som er registrert i Europa på vanlig furu. Rødbandsoppet ser ut til å være i stadig spredning og begunstiges trolig av et mildere klima.

Grantrær i store deler av Sør-Norge var i 2013 utsatt for omfattende frostdørke- og teledørkeskader med nedsatt kronetetthet som følge. På sommeren ble det også observert tørkesymptomer på mange forskjellige treslag, særlig løvtrær, som sto på tørkeutsatte steder.

Avsetning av antropogent sulfat i luft og nedbør i fastlands-Norge ble sterkt redusert på 1990-tallet og begynnelsen av 2000-tallet som et resultat av reduserte SO₂-utslipp i Europa, mens det ikke er påvist noen tydelig trend i avsetning av uorganisk nitrogen de siste årene. Kjemiske analyser av luft, nedbør, jordvann og barnåler gjenspeiler de reduserte depositionsverdiene for svovelforbindelser og de stabile konsentrasjonene av nitrogenforbindelser.

ETTERORD

Overvåkingen av skogskader (OPS) og skadearkivet «Skogskader på internett» er finansiert av Landbruks- og matdepartementet, overvåkingen av askeskuddsyke av Norsk genressurscenter. Vi takker alle som har bidratt med sitt arbeid for å muliggjøre denne rapporten, inklusive andre forskere, teknikere og feltarbeidere ved de deltakende institusjonene, og lokale observatører og stasjonsholdere. En spesiell takk rettes til Rune Eriksen for tilretteleggingen av data fra den landsrepresentative overvåkingen og til Jørn Petter Storholt for produksjon av kart.

LITTERATURREFERANSER

- Andreassen, K., Clarke, N., Røssberg, I. & Timmermann, V. 2010. Intensiv skogovervåking i 2009. Resultater fra ICP Level-2 flater i Norge. Rapport fra Skog og landskap 08/10: 1-27.
- Andreassen, K., Clarke, N. & Timmermann, V. 2012a. Intensiv skogovervåking i 2011. Resultater fra ICP Forests Level 2 flater i Norge. Rapport fra Skog og landskap 17/12: 19 s.
- Andreassen, K., Timmermann, V., Clarke, N., Solheim, H. & Aas, W. 2012b. Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 2011. Rapport fra Skog og landskap 18/12: 24 s.
- Anon. 2014. Klimaendringene i Norge og betydningen for lokal beredskap. I: Felles beredskap – Felles ansvar. Røde Kors Rapport 2014: 4-15.
- Baral, H.-O., Queloz, V. & Hosoya, T. 2014. *Hymenoscyphus fraxineus*, the correct scientific name for the fungus causing ash dieback in Europe. IMA Fungus 5: 79–80
- Binkley, D. & Höglberg, P. 1997. Does atmospheric deposition of nitrogen threaten Swedish forests? For. Ecol. Manage. 92: 119-152.
- Brække, F.H. 1994. Diagnostiske grenseverdier for næringsselementer i gran- og furunåler. Aktuelt fra skogforskningen 15/94: 1-11.
- Fischer, R., Waldner, P., Carnicer, J., Coll, M., Dobbervin, M., Ferretti, M., Hansen, K., Kindermann, G., Lasch-Born, P., Lorenz, M., Marchetto, A., Meining, S., Nieminen, T., Peñuelas, J., Rautio, P., Rey, C., Roskams, P., Sánchez, G. 2012: The

- Condition of Forests in Europe. 2012 Executive Report. ICP Forests, Hamburg, 19 pp + Annexes.
- Fjordingen 2014. Skogskade taksert til 700.000 kroner. 24.2.2014. s. 5.
- Hansen-Bauer, I. & Haugen, J.E. 2007. Klimascenarier. I: Solberg, S. & Dalen, L.S. (red.) 2007. Effekter av klimaendring på skogens helsetilstand, og aktuelle overvåkingsmetoder. Viten fra Skog og landskap 3/07: 9-12.
- Hüttl, R.F. 1991. Die Blattanalyse als Monitoring-Instrument im Waldökosystem. In: Proceedings from IUFRO and ICP Forests Workshop on monitoring, Prachatice, CSFR. 139-147.
- IPCC 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kjønaas, O.J. & Stuanes, A.O. 2008. Effects of experimentally altered N input on foliage, litter production and increment in a Norway spruce stand, Gårdsjön, Sweden over a 12-year period. International Journal of Environmental Studies 65: 433-465.
- Köhl, M. & San-Miguel-Ayanz, J. 2011. Part I: Pan-European Quantitative Indicators for Sustainable Forest Management. In FOREST EUROPE, UNECE and FAO 2011: State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe: 15-142.
- Landsskogtakseringen 2013. Landsskogtakseringens feltinstruks 2013. Håndbok fra Skog og landskap 05/2013: 112 s + vedlegg.
- Michel, A., Seidling, W., Lorenz, M., Becher, G. (eds.). 2014: Forest Condition in Europe: 2013 Technical Report of ICP Forests. Report under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). Eberswalde, Hamburg: Johann Heinrich von Thünen- Institut, Thünen Working Paper 19, 91 pp + Annexes.
- Lorenz, M., Fischer, R., Becher, G., Mues, V., Granke, O., T. Braslavskaya, T., Bobrinsky, A., Clarke, N., Lachmanová, Z., Lukina, N., Schimming, C. 2009: Forest Condition in Europe. 2009 Technical Report of ICP Forests. Work report of the Institute for World Forestry 2009/1, Hamburg, 85 pp + Annexes.
- Ogner, G., Wickstrøm, T., Remedios, G., Gjelsvik, S., Hensel, G.R., Jacobsen, J.A., Olsen, M., Skretting, E. & Sørli, B. 1999. The chemical analysis program of the Norwegian Forest Research Institute 2000. Norwegian Forest Research Institute. Chemical Laboratories, Ås. ISBN 82-7169-917-2. 23 pp.
- OPS 1989 Overvåkingsprogram for skogskader. Norsk Institutt for Skogforskning, Ås, Norway. 52 pp.
- SLF 2014. <https://www.slf.dep.no/no/eiendom-og-skog/skogbruk/skogfond/stormskader-gir-risiko-for-oppformering-av-skadeinsekter>
- Skog og landskap 2014. Skogskadebeskrivelser og rapportering - Skogskader på Internett. <http://www.skogoglandskap.no/temaer/skogskader>.
- Solberg, S., Breivik, K., Clarke, N., Groeggen, T., Røsberg, I., Tørseth, K., Aamlid, D. & Aas, W. 1999. Intensive skogovervåkingsflater. Resultater fra 1998. Aktuelt fra skogforskningen 5/99: 1-24.
- Solheim, H. 2012a. Klimavinnerne. Rødbandsoppen - den røde fare. Norsk Skogbruk 58(5): 34.
- Solheim, H. 2012b. Sterke soppangrep i år. Skog 12(6): 64-65.

- Solheim, H. & Vuorinen, M. 2011. First report of *Mycosphaerella pini* causing red band needle blight on Scots pine in Norway. *Plant Disease* 95(7): 875.
- Stefan, K. A. Fürst, R. Hacker and U. Bartels, 1997. Forest Foliar Condition in Europe. Results of large-scale foliar chemistry surveys (survey 1995 and data from previous years). EC-UN/ECE, 1997, Brussels, Geneva, 207 pp.
- Timmermann, V. 2008. Kronetilstandsregistreringer på de regionale skogovervåkingsflater. Resultater 2007. *Forskning fra Skog og landskap* 2/08:
- Timmermann, V., Solheim, H., Clarke, N., Aas, W. & Andreassen, K. 2013. Skogens helsetilstand i Norge. Resultater fra skogskadeovervåkingen i 2012. Rapport fra Skog og landskap 12/13: 32 s.
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) 2010. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Revised 2010. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg. ISBN: 978-3-926301-03-1. [<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>]
- Waldner, P., Marchetto, A., Thimonier, A., Schmitt, M., Rogora, M., Granke, O., Mues, V., Hansen, K., Pihl Karlsson, G., Žlindra, D., Clarke, N., Verstraeten, A., Lazdins, A., Schimming, C., Iacoban, C., Lindroos, A.-J., Vanguelova, E., Benham, S., Meesenburg, H., Nicolas, M., Kowalska, A., Apuhtin, V., Nappa, U., Lachmanová, Z., Kristoefel, F., Bleeker, A., Ingerslev, M., Vesterdal, L., Molina, J., Fischer, U., Seidling, W., Jonard, M., O'Dea, P., Johnson, J., Fischer, R. & Lorenz, M. 2014. Detection of temporal trends in atmospheric deposition of inorganic nitrogen and sulphate to forests in Europe. *Atmos. Environ.* 95: 363-374.
- Zhao, Y.-J., Hosoya, T., Baral, H.-O., Hosaka, K. & Kakishima, M. 2012. *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the correct name for *Lambertella albida* reported from Japan. *Mycotaxon* 122: 25-41.
- Zheng H.-D. & Zhuang, W.-Y. 2013. *Hymenoscyphus albidoides* sp. nov. and *H. pseudoalbidus* from China. *Mycological Progress* DOI 10.1007/s11557-013-0945-z.
- Økland, B. & Wollebæk, G. 2013. Granbarkbillen. Registrering av bestandsstørrelsene i 2013. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 06/13: IV, 14 s.
- Økland, T., Bakkestuen, V., Økland, R. H. & Eilertsen, E. 2004. Changes in forest understory vegetation in Norway related to long-term soil acidification & climatic change. *J. Veg. Sci.* 15: 437-448.
- Aamlid, D., Solheim, H. & Venn, K. 1991. Skogskader. Veiledning i overvåking av skogskader. Norsk institutt for skogforskning, Ås. 53 s. ISBN 82-7169-505-3.
- Aas, W., Solberg, S., Manø, S. & Yttri, K.E. 2014. Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway, annual report 2013. Rapport fra Miljødirektoratet M-203/2014: 57 s. + vedlegg.