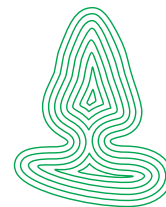


Rapport
fra Skog og landskap

12/2013



skog+
landskap

NORSK INSTITUTT FOR
SKOG OG LANDSKAP

SKOGENS HELSETILSTAND I NORGE

Resultater fra skogskadeovervåkingen i 2012

*The health state of the Norwegian forests
Results from the national forest damage monitoring 2012*

Volkmar Timmermann¹, Halvor Solheim¹, Nicholas Clarke¹, Wenche Aas²,
Kjell Andreassen¹

¹) Norsk institutt for skog og landskap

²) Norsk institutt for luftforskning (NILU)



SKOGENS HELSETILSTAND I NORGE

Resultater fra skogskadeovervåkingen i 2012

The health state of the Norwegian forests

Results from the national forest damage monitoring 2012

Volkmar Timmermann ¹⁾, Halvor Solheim ¹⁾, Nicholas Clarke ¹⁾, Wenche Aas og Kjell Andreassen ¹⁾

¹⁾ Norsk Institutt for Skog og Landskap

²⁾ Norsk institutt for luftforskning (NILU)

ISBN 978-82-311-0192-5

ISSN 1891-7933

Omslagsfoto: Fire soppsykdommer som dominerte skadebildet i 2012: Fra venstre: Askeskuddsyke, einertørke, rødbandsyke og toppskader på gran (Foto: Volkmar Timmermann og Halvor Solheim).

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

SAMMENDRAG

Kronetilstanden hos gran, furu og bjørk som inngår i den landsrepresentative skogovervåkingen har vært stabil i 2012, og det ble observert færre biotiske og abiotiske skader enn året før. Avsetningen av svoveldioksid og sulfat har blitt redusert siden 1980 på fastlands-Norge. Derimot er det ingen tydelig trend i avsetning av uorganisk nitrogen gjennom nedbøren de siste årene. Askeskuddsyke er stadig på frammarsj i Norge, og har i 2012 spredd seg videre nordover i Sogn og Fjordane. 2012 var et gunstig år også for mange andre soppsykdommer, som einertørke, rødbandsyke på furu og toppskader på gran.

Skogovervåking i Norge og 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 registreringer av skogens helsetilstand på de landsrepresentative overvåkingsflatene og fra skogøkologiske analyser på de intensive overvåkingsflatene i 2012, samt utviklingen over tid. Disse to flatesettene inngår i det nasjonale "Overvåkingsprogram for skogskader", som er en del av det europeiske skogovervåkingsprogrammet ICP Forests. Det presenteres videre data fra overvåkingen av askeskuddsyke og fra andre skogskaderegistreringer i 2012.

Kronetilstanden hos gran, furu og bjørk som inngår i den landsrepresentative skogovervåkingen (OPS Level I) var stabil og god. Det ble registrert økende kronetetthet og mindre misfarging i 2012 enn året før, og færre toppskader og skader forårsaket av abiotiske årsaker på alle de overvåkede treslagene, mens det ble observert flere insektskader på bjørk. Kronetilstanden på de intensive overvåkingsflatene (OPS Level II) var relativt stabil med lite misfarging og få observerte skader, mens kronetettheten avtok noe i 2012.

Årsmiddelkonsentrasjonene av svovel- og nitrogenforbindelser i luft, målt på fire stasjoner på fastlands-Norge, var høyest på Birkenes. Konsentrasjonene var her likevel en del lavere sammenlignet med foregående år, med unntak av sum nitrat + salpetersyre som hadde en økning. Avsetninger av svoveldioksid og sulfat har blitt redusert siden 1980 på fastlands-Norge. Årsmiddelkonsentrasjonen av ammonium viser en signifikant reduksjon siden 1993. Summen nitrat + salpetersyre i luft viser ingen entydig trend, mens avsetningen av nitrogendioksid også har hatt en signifikant reduksjon på fastlandsstasjonene.

Forskjellene i pH i frittfallende nedbør og kronedrypp, målt på de intensive overvåkingsflatene, var små mellom flatene sør i landet og flata i Nordland. Avsetningene av antropogent sulfat og uorganisk nitrogen forblir høyest på de kystnære flatene sør i landet. Det er ingen tydelig trend i avsetning av uorganisk nitrogen i frittfallende nedbør 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 har de siste årene ikke endret seg mye.

Årsmiddelkonsentrasjoner for jordvannprøver fra lysimeteranlegg på de intensive overvåkingsflatene viser at nitratkonsentrasjoner i 2012 var generelt lave, med unntak av Lardal. Generelt synes risikoen for uakseptabel nitratlekkasje fra overvåkingsflatene å være liten. Konsentrasjoner av labilt aluminium lå stort sett under den toksiske grensen.

Askeskuddsyke er nå spredd over store deler av Østlandet, Sørlandet og Vestlandet. Sykdommen har i 2012 spredd seg videre nordover i Sogn og Fjordane, hvor de nordligste funnene ble gjort i sørlige deler av Flora kommune, og ved Innvik i Stryn kommune. Soppen askeskuddbeger, som forårsaker askeskuddsyken, stammer trolig fra Asia. På overvåkingsflatene i askebestand på Østlandet, som ble etablert i 2009, har det vært en dramatisk utvikling for de små asketrærne fra 2009 til 2012. Andelen sterkt skadde og døde/døende småtrær økte fra noen få prosent i 2009 til over halvparten av de registrerte trærne i 2012. Kroneutglisningen hos de store asketrærne på Østlandsflatene har økt saktere i samme periode. Likevel var en tredjedel av de store trærne sterkt skadet eller døde i 2012.

2012 var et gunstig år for mange soppskadegjørere. Den pågående einertørken ble undersøkt for første gang i 2012. Det viste seg at den skyldes en sopp som angriper nålene og fører til at einertrærne tørker nedenfra og innenfra. Angrepne einertrær ble funnet mange steder i Sør-Norge under 550 moh. Rødbandsyke, som forårsakes av rødbandsoppen og angriper furunåler, ble i 2012 funnet i flere nye kommuner på Østlandet og er nå funnet i 17 kommuner i Sør-Norge og to i Nord-Norge. Det ble registrert til dels sterke angrep i noen bestand i Trysil og Engerdal i 2012. Rødbandsoppen regnes for å være en av de store klimavinnerne på den nordlige halvkule. Toppskader på gran, forårsaket av furuas knopp- og grentørkesopp (som også kan angripe gran) og lokkrustsoppen var vidt utbredt i Sør-Norge i 2012, og førte til stedvis omfattende skader på ungskog og juletrær.

Nivået av granbarkbiller i de utsatte fellene fortsatte å gå ned og varierte fra lavt til middels høyt i 2012. Trøndelagsfylkene hadde derimot en økning i barkbillenivået.

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

SUMMARY

Crown condition of Norway spruce, Scots pine and birch, assessed on the Level I plots of the Norwegian forest damage monitoring programme, was stable in 2012, and less damage caused by fungi and abiotic factors was observed. Deposition of sulphur dioxide and sulphate on the Norwegian mainland has been reduced since 1980. However, there has not been a clear trend in deposition of inorganic nitrogen in precipitation. Ash dieback has continued to spread through Norway, and in 2012 it spread further north in the county of Sogn og Fjordane. 2012 was a favourable year for many pathogenic fungi in Norway, attacking especially juniper, pine and spruce.

Forest monitoring has been carried out in Norway and the rest of Europe 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 the large-scale Level I plots and on the intensive Level II monitoring plots in 2012, as well as the development over time. Both monitoring networks are part of the European forest monitoring programme (ICP Forests). This report furthermore presents results from the Norwegian ash dieback monitoring and from other damage recording projects in 2012.

Crown condition of Norway spruce, Scots pine and birch, assessed on the Level I plots of the Norwegian forest damage monitoring programme, was stable in 2012. Defoliation and discolouration decreased compared to 2011, and less damage caused by fungi and abiotic factors on the assessed tree species was observed, while there were more incidents of damage caused by insects on birch. Crown condition was relatively stable on the Level II monitoring plots with little discolouration and damage, although defoliation increased on most plots.

The average concentrations of sulphur and nitrogen compounds in the air, measured at four stations on the Norwegian mainland, were highest at Birkenes, but lower than in previous years, with the exception of the sum of nitrate + nitric acid that increased. 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. Sum nitrate + nitric acid shows no clear trend, while the deposition of nitrogen dioxide has also been significantly reduced at the mainland stations.

Differences in pH in bulk and throughfall deposition, measured at the Level II monitoring plots, were small between the plots in southern and northern Norway, while the deposition of anthropogenic sulphate and inorganic nitrogen remained highest at the plots close to the coast in the south. In recent years, there has not been a clear trend in deposition of inorganic nitrogen in precipitation. 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.

The average concentrations in soil solution sampled from lysimeters at the Level II monitoring plots showed low nitrate concentrations in 2012, with the exception of the plot in Lardal. It seems that the risk of nitrate leakage from the monitoring plots is generally small. Concentrations of labile aluminium were for the most part below toxic levels.

Ash dieback has spread through large parts of East, South and West Norway. The disease spread further north in the county of Sogn og Fjordane in 2012. The fungus *Hymenoscyphus albidus*, 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 50 % in 2012. Defoliation among the large, dominant ash trees in the four monitoring plots in East Norway has increased more slowly from 2009 until 2012; however, one third of the large trees were severely damaged or dead in 2012.

2012 was a favourable year for many pathogenic fungi in Norway. An on-going disease among junipers was examined for the first time in 2012. It is caused by a fungus that attacks the needles, resulting in the desiccation of the juniper trees. Affected trees were found at many places in southern Norway below 550 m a.s.l. Red band needle blight of conifers caused by the fungus *Mycosphaerella pini* was observed in several new municipalities in East Norway in 2012, and is now present in 17 municipalities in the southern parts of Norway and two in northern Norway. There have been partially heavy attacks of this fungus in some stands in East Norway. The fungus is considered to be greatly favoured by climate change in the northern hemisphere. Top damage of spruce, caused by the fungi *Gremmeniella abietina* and *Thekopsora areolata*, was widespread in southern Norway in 2012, and caused extensive damage in some places in young spruce stands and Christmas tree plantations.

The amount of European spruce bark beetles in traps was low to medium high in 2012, with the exception of the counties in Mid-Norway which experienced an increase in trapped bark beetles.

Key words:

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

INNHold

SAMMENDRAG	ii
SUMMARY	iv
INNHold	vi
1. INNLEDNING	1
2. METODER	2
2.1 Landsrepresentativ overvåking – OPS Level I	2
2.2 Intensiv overvåking – OPS Level II	5
2.3 Overvåking av askeskuddsyke	8
2.4 Registrering av spesielle skader	9
3. RESULTATER OG DISKUSJON	10
3.1 Landsrepresentativ overvåking	10
3.1.1 Trærnes kronetilstand	10
3.2 Intensiv overvåking	16
3.2.1 Trærnes kronetilstand	16
3.2.2 Tilførsel av langtransporterte luftforurensninger	18
3.2.3 Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog	20
3.3 Askeskuddsyke	24
3.3.1 Sykdomsutvikling og utbredelse i Norge i 2012	24
3.3.2 Overvåking på permanente flater	24
3.4 Spesielle skader	26
4. KONKLUSJONER	30
ETTERORD	30
LITTERATURREFERANSER	31

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 2007) 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) vil temperaturøkningen bli størst i innlandet og om vinteren. Videre er det antatt at årsnedbøren vil øke de fleste steder 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. 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. 7000 flater som ligger i et arealbasert nett med én overvåkingsflate pr. 256 km² (Level I) og fra ca. 600 intensivt overvåkede flater (Level II), og det utarbeides årlige rapporter om skogtilstanden i Europa (Lorenz & Becher 2012, Fischer et al. 2012).

I 2005 innførte ICP Forests en standardisert rapportering av skader på trær der det er lagt større vekt på å fastslå årsakene til synlige skader. 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, Timmermann et al. 2012) 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, Andreassen et al. 2012a) 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 registreringer av skogens helsetilstand på de landsrepresentative overvåkingsflatene, fra skogøkologiske analyser og målinger av luftkjemi på de intensive overvåkingsflatene, fra overvåkingen av askeskuddsyke og fra andre skogskaderegistreringer i 2012. Årets resultater er også sammenlignet med overvåkingsdata over tid.

2. METODER

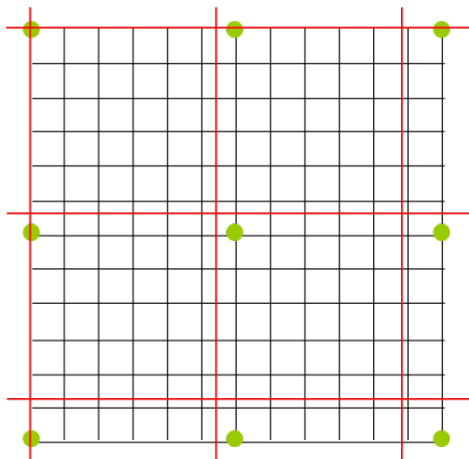
2.1 Landsrepresentativ overvåking – OPS Level I

Prøveflater

Alle flatene i den landsrepresentative skogovervåkingen inngår i Landsskogtakseringens registreringer i et 3x3 km nett med permanente flater som oppsøkes med femårige omdrev (Landsskogtakseringen 2012). 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.

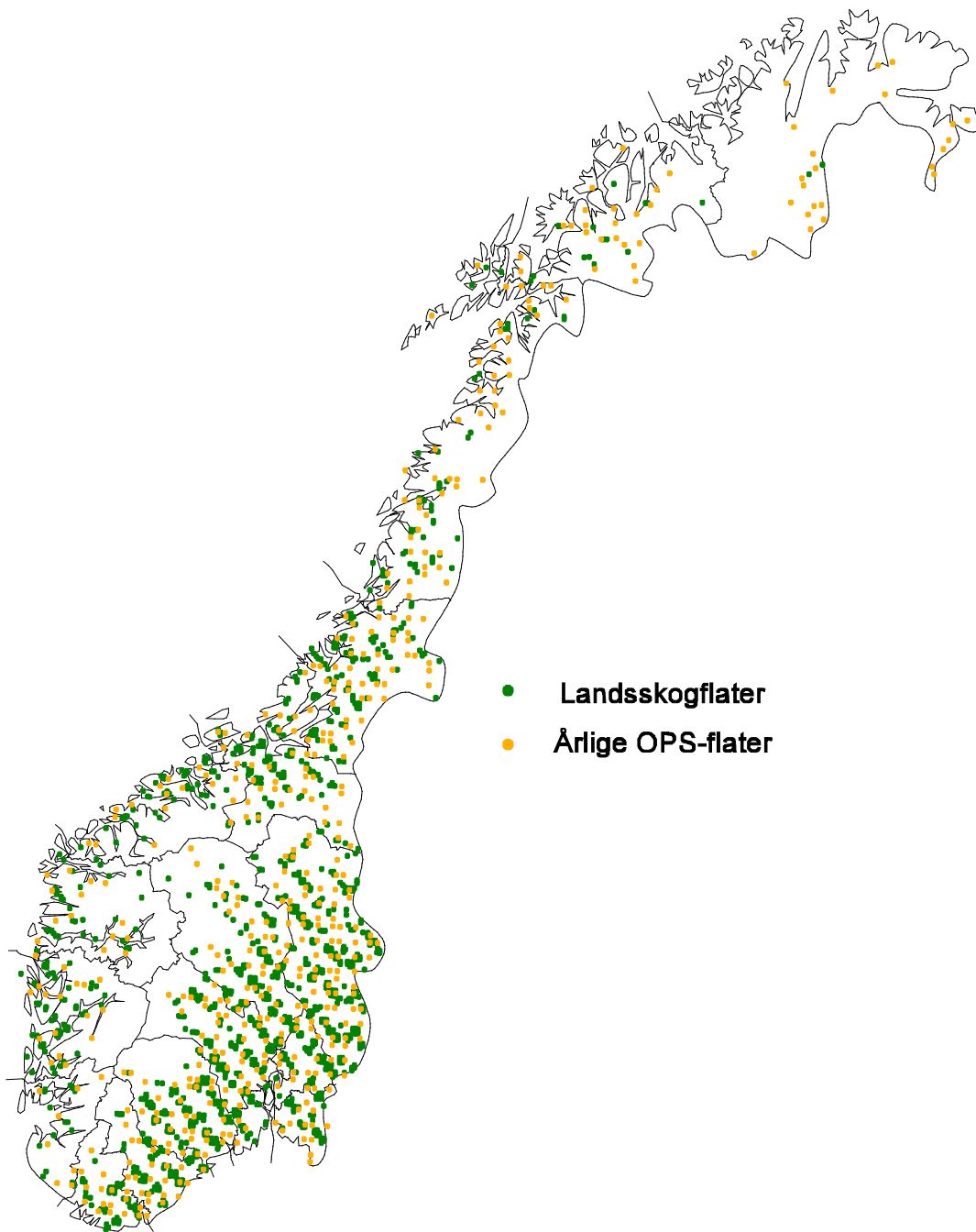
I 2012 ble totalt 1726 overvåkingsflater oppsøkt av feltobservatørene. Rundt 1200 av disse oppsøkes hvert femte år, mens ca. 500 overvåkes hvert år. De sistnevnte er et utvalg av Landsskogflatene, tilpasset standardnettet til ICP Forests (16x16 km) med én overvåkingsflate pr. 256 km² (Figur 1). Alle prøveflater har et fast areal på 250 m², men med litt forskjellig måleprogram.

De omtrent 500 flatene som oppsøkes årlig danner grunnlaget for tidsserien som går tilbake til 1989. Resultater fra disse flatene rapporteres årlig til den internasjonale skogovervåkingsdatabasen ved ICP Forests sammen med andre europeiske lands overvåkingsdata. Kronetilstandsregistreringer utføres likt over hele Europa i henhold til en felles manual som beskriver metodene (UNECE 2010).



Figur 1. Utvalg av overvåkingsflater: Svart rutenett: Landsskogflater Norge, 3x3 km nett (opsøkes hvert 5. år). Rødt rutenett: Level I ICP Forests, 16x16 km nett = 1 flate/256 km² (årlig). Grønne prikker: Level I flater i Norge (årlig).

Flatene som inngår i den landsrepresentative overvåkingen er fordelt over hele landet (Figur 2). 54 % av flatene lå på Østlandet og rundt 10 % i de tre nordligste fylkene. Rundt 60 % av overvåkingsflatene lå under 400 moh. og 5,6 % over 800 moh. Halvparten av flatene var lokalisert i blåbær- og bærlyngskog.

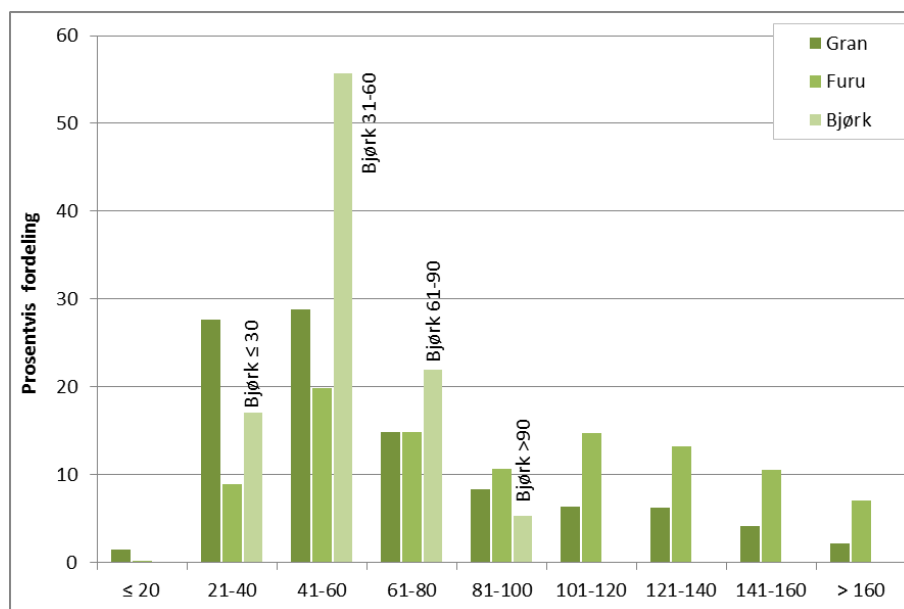


Figur 2. Lokalisering av de landsrepresentative overvåkingsflatene i 2012.

Prøvetrær

På overvåkingsflatene som oppsøkes hvert år utføres registreringene av kronetilstanden på alle gran-, furu og bjørketrær som har en diameter større enn 5 cm i brysthøyde og som i tillegg ikke er undertrykt, utsatt for stammebrekk eller vindfall eller som har en tørrtopp som dekker mer enn halvparten av krona. På Landsskogtakseringens flater med femårige omdrev er antall prøvetrær lavere (bare gran og furu) og plukkes ut ved hjelp av relaskop (relaskopfaktor 6). Det blir dermed et utvalg av trær som representerer kronetilstanden på disse flatene. I 2012 ble det totalt oppsøkt 10083 trær. Kronetilstanden ble bedømt på 9904 av disse, hvorav 4428 var grantrær, 3092 furutrær og 2384 bjørketrær.

I 2012 var over halvparten (57 %) av grantrærne mellom 21 og 60 år, og andelen gamle trær (> 100 år) var bortimot 20 % (Figur 3). Furu har en annen, jevnere aldersfordeling med 45 % trær som var over 100 år i 2012 og bare knappe 30 % som var mellom 21 og 60 år. 7 % av furutrærne som ble observert i 2012 var mer enn 160 år gamle, mens bare 2 % av grantrærne kom i samme aldersklasse. Over halvparten (56 %) av de observerte bjørketrærne kom i aldersklassen 31-60 år, mens bare 5 % var mer enn 90 år gamle i 2012.



Figur 3. Prosentvis fordeling av alder hos gran, furu og bjørk fordelt på aldersklasser i 2012. Merk at bjørk har en annen aldersklasseinndeling enn gran og furu.

Registreringer på prøvetrær

Skogens vekst og helsetilstand (vitalitet) 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 mål på skogens vitalitet. Det kan være både naturlige skadeårsaker (for eksempel aldring, tørke, vind, næringsmangel, insekter eller sopp) eller menneskeskapte årsaker, som for eksempel forurensning, til at et tre får redusert vitalitet. I tillegg til å kunne forklare variasjoner i trærnes kronetetthet og kronefarge, brukes skaderegistreringer for å kartlegge utbredelse og forekomst av insekter og sopp (biotiske skader) og av skader som skyldes værforhold, klima og andre abiotiske faktorer.

Kronetilstandsregistreringer i den landsrepresentative skogovervåkingen omfatter helseparametere som kronetetthet og kronefarge, konglesetting og blomstring, skader og avdøying. På Landsskogtakseringens flater med femårige omdrev blir kun kronetetthet og -farge på gran og furu bedømt.

Vitalitetsklasser er definert som kombinasjon av kronefarge og kronetetthet, uttrykt ved omfang av misfarging og av kroneutglisning (reduksjon i kronetetthet). Følgende klasser benyttes (Tabell 1): 0: Ingen skade, 1: Svakt skadet, 2: Moderat skadet, 3: Sterkt skadet.

Tabell 1. Kombinasjon av utglisning og misfarging til vitalitetsklasser.

Misfarging: Utglisning:				
	0–10 %	11–25 %	26–60 %	>60 %
0-10 %	0	0	1	2
11-25 %	0	1	2	2
26-60 %	1	2	3	3
>60 %	2	3	3	3

Registreringsmetodikken for alle parameterne som registreres i den landsrepresentative skogovervåkingen er ellers utførlig beskrevet i Timmermann et al. 2012 (jf. også avsnittet om Trærnes kronetilstand i kap. 2.2).

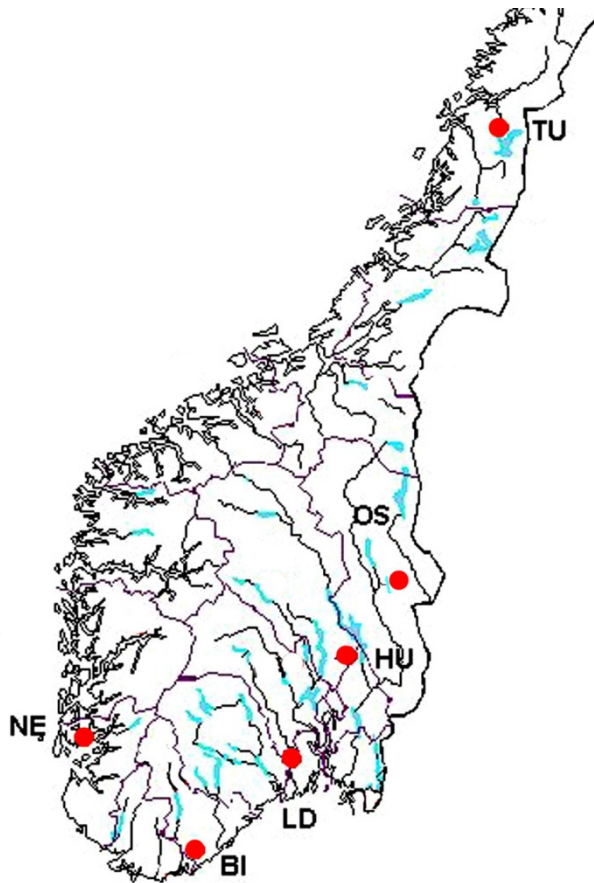
2.2 Intensiv overvåking – OPS Level II

Overvåkingsflater

I Norge var det seks intensive skogovervåkingsflater i 2012, fem i Sør-Norge og én i Nord-Norge (Figur 4). Tabell 2 gir en oversikt over viktige karaktertrekk ved flatene. Hver flate har et areal på omkring ett dekar, og er omgitt av en ytre sone hvor enkelte av registreringene foretas, slik at totalarealet for de fleste flatene er på 2,5 dekar. Skogen på de fleste flatene er dominert av gran (*Picea abies*). Innblanding av furu (*Pinus sylvestris*) forekommer på mange av flatene, og er størst på Osen. På Osen er flata også større enn de andre overvåkingsflatene og her registreres kronetilstand både hos gran og furu. I figurer og tabeller er flatene sortert fra sør til nord, noe som omtrentlig gjenspeiler tilførselsmønstre for langtransporterte luftforurensninger.

Tabell 2. Oversikt over de intensive overvåkingsflatene. Hoh = Høyde over havet.

Flate	Treslag	Bonitet (H40)	Alder 2012	Etablering	Vegetasjonstype	Hoh (m)	Startår
BI Birkenes	gran	12,9	127	naturlig	Bærlyngskog	200	1986
NE Nedstrand	gran	17,5	79	plantet	Blåbærskog	100	1987
LD Lardal	gran	13,2	139	naturlig	Blåbærskog	170	1988
HU Hurdal	gran	17,0	85	naturlig	Blåbærskog	280	1996
OS Osen	gran+furu	12,4	159	naturlig	Bærlyngskog	560	1987
TU Tustervatn	gran	5,6	164	naturlig	Småbregneskog	400	1988



Figur 4. Lokalisering av de intensive overvåkingsflatene i 2012.

Måleprogram

Med unntak for luftmålinger, har alle flatene nesten identisk måleprogram i henhold til metodene beskrevet i ICP Forests-manualen (UNECE 2010), og det har stort sett vært uforandret siden oppstarten. I måleprogrammet inngår vurdering av trærnes kronetilstand, analyser av kjemisk innhold i jord, luft, nedbør, jordvann og barnåler, samt av skogsvegetasjonen (Tabell 3). 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, 2012c).

Tabell 3. Måleprogram og frekvens på de intensive overvåkingsflatene

Målinger	Flater	Frekvens
Kronetilstand	Alle flater	Årlig
Tilvekst	Alle flater	Hvert femte år
Jordkjemi	Alle flater	Minst én gang
Barnålkjemi	Alle flater	Annet hvert år
Nedbør (Fritt fall)	Alle flater	Kontinuerlig
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, TU	Kontinuerlig (NILU)
Fenologi	-	Utføres ikke i Norge
Ozonskader	-	Utføres ikke i Norge

Trærnes kronetilstand

Kronebedømmelse er en subjektiv vurdering av trærnes kronetilstand (vitalitet) 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. 2013). I 2012 ble svovel- og nitrogenforbindelser i luft målt på fire stasjoner på fastlands-Norge, hvorav tre er tilknyttet aktive OPS flater (BI, HU, TU). Innholdet av kalium, natrium, kalsium, magnesium og klorid i luft ble i tillegg også bestemt. Prøver ble tatt døgnavis. I 2012 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).

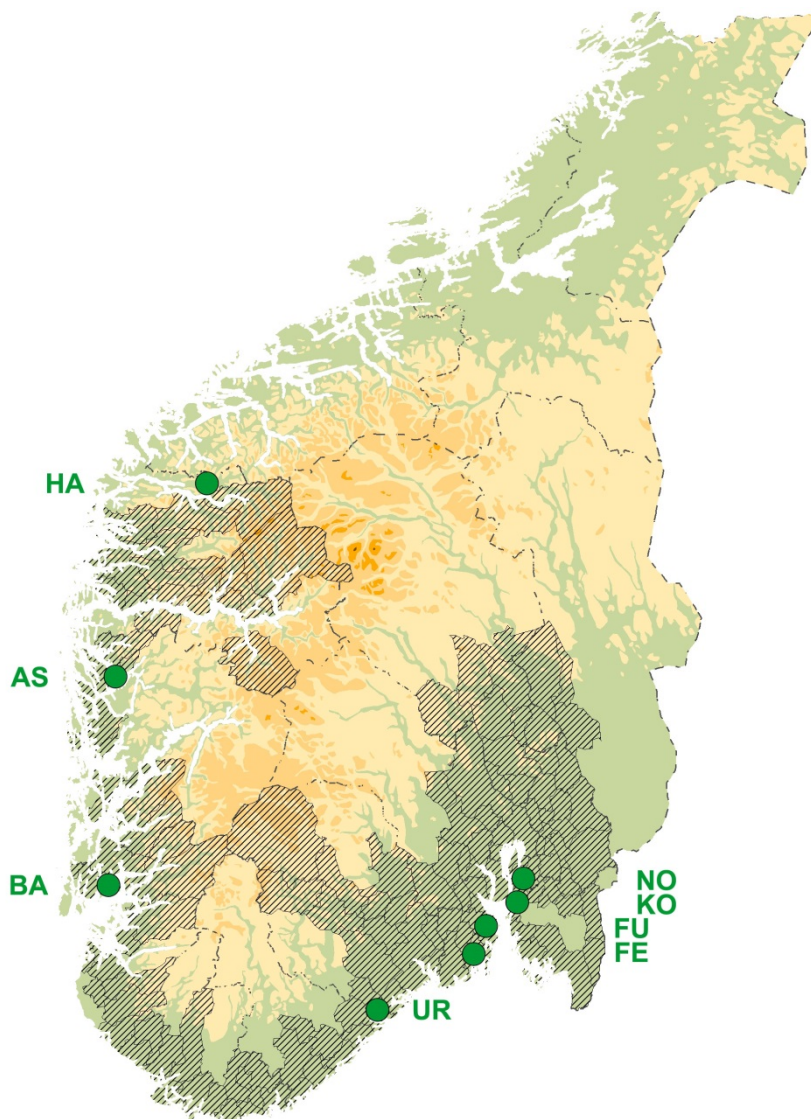
Kjemiske elementer i nedbør, kronedrypp og jordvann i skog

Nedbør og kronedrypp er samlet inn annenhver uke om vinteren og hver uke om sommeren, som i tidligere år. 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 2012 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.

2.3 Overvåking av askeskuddsyke

I 2012 var det i alt 8 overvåkingsflater for askeskuddsyke i Norge, 4 på Østlandet, 1 på Sørlandet og 3 på Vestlandet (Figur 5). Flatene ble opprettet mellom 2009 og 2012 (Tabell 4). 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 hver av disse store trærne ble det så valgt 4 små trær (understandere), i alt 40 små trær og totalt 50 trær per flate. I de andre bestandene var alderssammensetningen mer ensartet, og små trær defineres her ved at de har en diameter ved brysthøyde (DBH) mindre enn 12,5 cm. På flatene i Fevang (FE), Urfjell (UR) og Askvik (AS) er det totale antall trær 40, mens det er 50 på flata i Hammar (HA). I oppstartsåret ble trærne delt inn i høydeklasser (Tabell 5), og DBH ble målt på alle de store trærne.



Figur 5. Lokalisering av overvåkingsflater for askeskuddsyke og utbredelse av askeskuddsyke (skraverte kommuner) i 2012.

Tabell 4. 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	0,2	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

Tabell 5. Antall trær i hver høydeklasse.

Flate	1: <2m	2: 2-5m	3: 5-10m	4: 10-15m	5: >15m
NO	-	20	20	-	10
KO	5	19	14	2	10
FU	10	16	11	3	10
FE	-	5	19	16	-
UR	-	-	29	11	-
BA	-	17	23	8	2
AS	1	6	7	22	4
HA	1	8	8	11	12
SUM	17	91	131	73	48

Kroneskader på ask registreres som utglisning (som er det motsatte av tetthet), altså manglende løvmasse, og deles inn i kroneskadeklasser (Tabell 6). Registreringene utføres en gang per år for hvert tre mellom slutten av juni og midten av august. I tillegg registreres det helseparametere som misfarging, døde greiner og topper, dieback, vannris og frøsetting. I resultatdelen presenteres utviklingen av kroneskader for overvåkingsflatene NO, KO, FU og FE samlet siden disse har lengst tidsserie.

Tabell 6. Kroneskadeklasser med grad av utglisning og grupperte skadeklasser

Skadeklasser	Grupperte skadeklasser
0 = Ingen skade	
1 = 1-10% utglisning	0-1 = Friske trær (0-10 % utglisning)
2 = 11-25% utglisning	2 = Svakt skadet (11-25 % utglisning)
3 = 26-50% utglisning	3 = Moderat skadet (26-50 % utglisning)
4 = 51-75% utglisning	
5 = 76-90% utglisning	
6 = 91-99% utglisning	4-6 = Sterkt skadet (51-99 % utglisning)
7 = 100% utglisning	
8 = Dødt tre	7-8 = 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 2013). 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

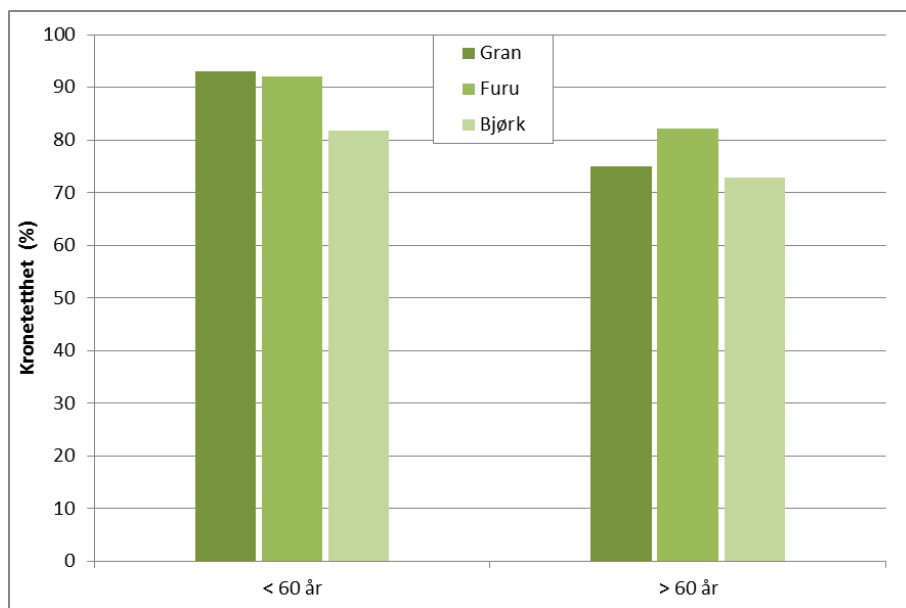
Gjennomsnittlig kronetetthet i 2012 var henholdsvis 85,3 og 85,0 % for gran og furu (Tabell 7). Dette representerer en økning på 0,6 %-poeng for gran og 0,8 %-poeng for furu sammenlignet med kronetettheten i 2011. Gjennomsnittlig kronetetthet for bjørk var 79,3 %, som er en økning på hele 2,7 %-poeng sammenlignet med året før.

Tabell 7. Kronetetthet 2012 i prosent og prosentandel i kronetetthetsklasser (endringer fra året før i parentes).

	Gran	Furu	Bjørk
Gjennomsnittlig kronetetthet	85,3 (0,6)	85,0 (0,5)	79,3 (2,7)
0 Fulltett krone (≥ 90 %)	57,3 (3,6)	40,6 (1,6)	28,8 (7,3)
1 Svakt redusert krone (89-75 %)	25,2 (-2,1)	46,3 (-0,8)	44,5 (-2,1)
2 Moderat redusert krone (74-40 %)	13,7 (-1,7)	12,1 (-0,7)	22,9 (-3,9)
3 Sterkt redusert krone (39-0 %)	3,7 (0,1)	1,1 (0)	3,8 (-1,4)

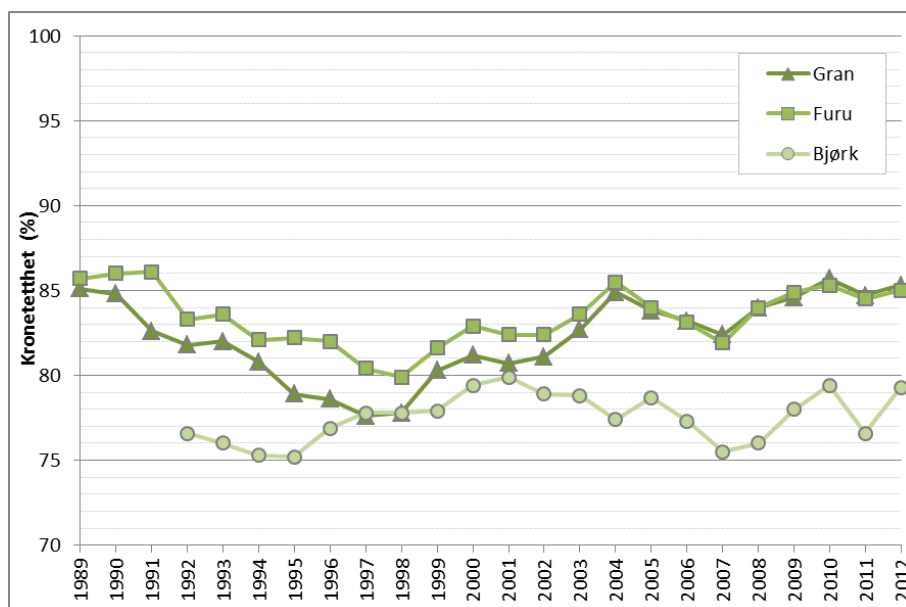
Det var stor variasjon mellom treslagene når det gjelder prosentandel trær med fulltett krone (kronetetthet ≥ 90 %). Hos gran var prosentandelen 57,3 %, hos furu 40,6 % og hos bjørk bare 28,8 % (Tabell 7). Dette representerer en økning for gran på 3,6 %-poeng, for furu på 1,6 %-poeng og for bjørk på 7,3 %-poeng sammenlignet med resultatene for 2011 i denne kronetetthetsklassen. Drøyt en fjerdedel (26,7 %) av bjørketrærne hadde i 2012 en kronetetthet lavere enn 75 % (kronetetthetsklasser 2 og 3), mens kun 17,4 % av grantrærne og 13,2 % av furutrærne hadde tilsvarende lav kronetetthet.

Eldre trær har generelt lavere kronetetthet enn yngre trær (Figur 6). Gjennomsnittlig kronetetthet i 2012 for gran yngre enn 60 år var 93 %, for grantrær eldre enn 60 år var tallet 75 %, altså 18 %-poeng lavere. For furu og bjørk var forskjellen mellom yngre og eldre trær ikke så markant (hhv. ca. 10 og 9 %). Lavest kronetetthet hadde bjørketrærne eldre enn 60 år (72,8 %). Kronetettheten økte i begge aldersgruppene hos alle treslagene i forhold til 2011.



Figur 6. Gjennomsnittlig kronetetthet for gran-, furu- og bjørketrær yngre og eldre enn 60 år i 2012.

Etter en nedgang i kronetettheten i 2011, ble det i 2012 igjen registrert en økning i kronetettheten for både gran, furu og bjørk (Figur 7). Utviklingen i kronetettheten har vært omtrent likt for gran og furu over hele overvåkingsperioden. Begge hadde lavest kronetetthet i 1997/98. Siden da har kronetettheten hos gran økt med 7,7 %-poeng og hos furu med 5,1 %-poeng. Gran hadde i 2010 den høyeste kronetettheten som er registrert i hele overvåkingsperioden. Bjørk hadde lavest kronetetthet i 1995 med 75,2 %, og hadde igjen nesten like lav kronetetthet i 2007. Deretter økte kronetettheten for bjørk fram til 2010, mens den hadde en kraftig nedgang i 2011, etterfulgt av en nesten like kraftig økning i 2012.



Figur 7. Utvikling i gjennomsnittlig kronetetthet for gran og furu fra 1989 og for bjørk fra 1992, fram til 2012.

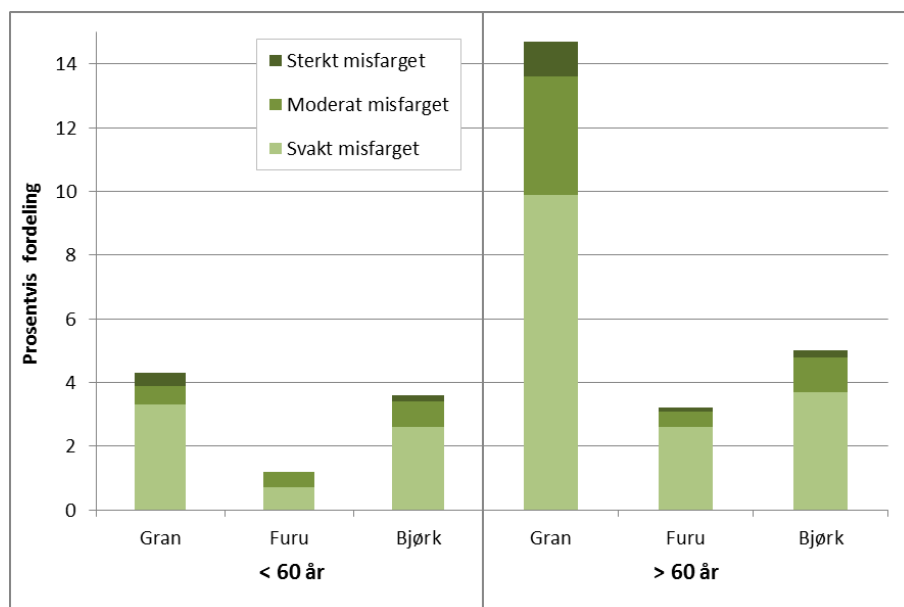
Kronefarge

Det var svært lite misfarging hos alle de overvåkede treslagene i 2012 (Tabell 8). 91 % av alle grantrærne var normalt grønne (0-10 % misfarging), mens 97 % av furutrærne og 96 % av bjørketrærne var normalt grønne i 2012. Det var en økning i andelen normalt grønne trær fra 2011 til 2012 for alle treslagene (hhv. 2, 1 og 7 %-poeng), økningen var særlig stor for bjørk. Få trær hadde sterk misfarging (mer enn 60 % misfarging) i 2012.

Tabell 8. Omfang av misfarging i 2012 i prosent og prosentandel i misfargingsklasser (endringer fra året før i parentes).

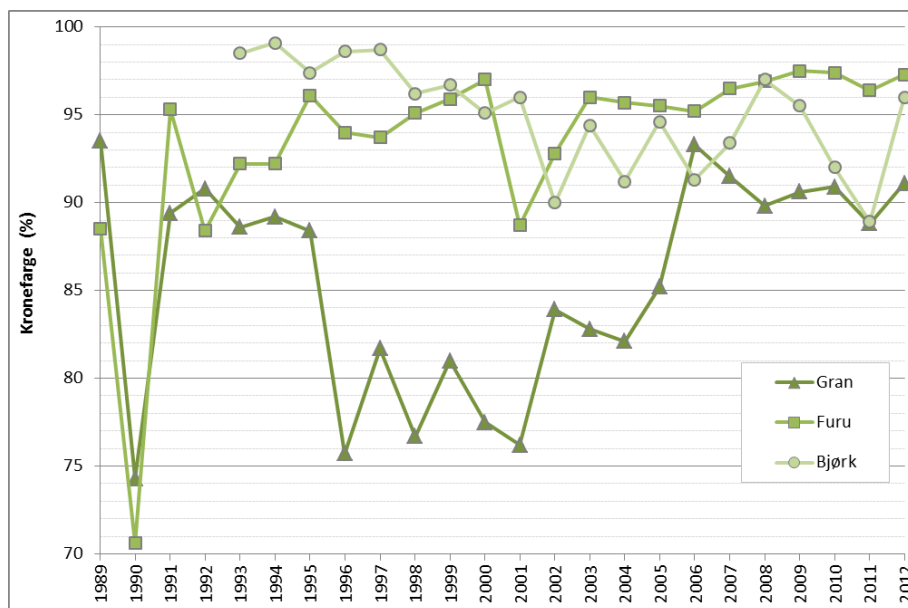
Misfargingsklasse		Gran	Furu	Bjørk
0 Normalt grønne (0-10 %)		91 (2)	97 (1)	96 (7)
1 Svakt misfarget (11-25 %)		6 (-1)	2 (-1)	3 (-1)
2 Moderat misfarget (26-60 %)		2 (-1)	1 (0)	1 (-3)
3 Sterkt misfarget (>60 %)		1 (0)	0 (0)	0 (-3)

Hos gran var det først og fremst trær eldre enn 60 år som hadde misfarget bar, mens det for furu og bjørk ikke var store forskjeller mellom aldersgruppene i andelen trær med misfarging (Figur 8).



Figur 8. Fordeling av misfargingsklasser for gran-, furu- og bjørketrær yngre og eldre enn 60 år i 2012.

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 9). Kronefarge hos gran forbedret seg deretter sterkt, og har vært relativt stabilt fra 2008 til 2012. Kronefarge hos furu har siden 2003 vært stabil med lite misfarging (mindre enn 5 %), og andelen normalt grønne trær har ligget rundt 97 % siden 2007. Furu har generelt hatt lite misfarging i hele overvåkingsperioden (med unntak av 1990). Andelen misfargete bjørketrær i perioden 1993-2001 var mindre enn 5 %. Etter dette har det vært større svingninger i kronefarge fra år til år. Etter en nedgang i andelen normalt grønne bjørketrær i perioden fra 2008 til 2011, økte andelen normalt grønne bjørketrær kraftig i 2012.



Figur 9. Utvikling i kronefarge for gran og furu fra 1989 og for bjørk fra 1993, fram til 2012. Prosentandel normalt grønne trær (0-10 % misfarging).

Vitalitetsklasser

Vitalitetsklasser er en kombinasjon av misfarging og kroneutglisning, der de sterkest skadete trærne preges av en høy grad av både utglisning og misfarging. Hos alle treslag minket andelen trær i vitalitetsklassene 1-3 i 2012, særlig hos bjørk.

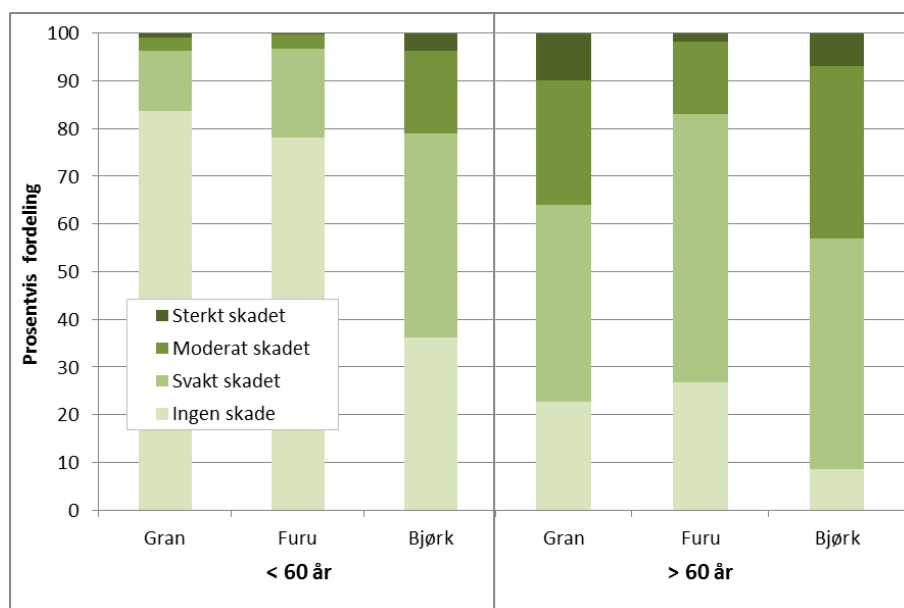
I 2012 hadde 57,2 % av grantrærne "ingen skade" i kronen i form av misfarging og/eller reduksjon i kronetetthet (Tabell 9), en økning på 3,8 %-poeng i forhold til i 2011. 25,1 % av grantrærne var "svakt skadet". Dette er 2 %-poeng mindre enn året før. Andelen "moderat skadete" (12,9 %) og "sterkt skadete" (4,9 %) grantrær var også mindre enn året før. Hos furu var 40,5 % av trærne "ikke skadet", 1,7 %-poeng mer enn året før. Både andelen "svakt skadete" og "moderat skadete" furutrær minket sett i forhold til i 2011, mens andelen "sterkt skadete" furutrær var uendret lavt. Hos bjørk hadde 28,8 % av trærne "ingen skade" i 2012, en nedgang på 7,5 %-poeng. 44,3 % av bjørkene "svakt skadet" (omtrent uendret fra 2011), og 26,1 % "moderat skadet", en nedgang på 3,6 %-poeng. 4,4 % av bjørketrærne var "sterkt skadet", 3,7 %-poeng færre enn i 2011. Bjørk har fortsatt en høyere grad av skader i form av misfarging og utglisning i krona enn gran og furu, særlig i klassen "moderat", men kronetilstanden hos bjørk har forbedret seg vesentlig i forhold til 2011.

Tabell 9. Prosentandelen trær fordelt på vitalitetsklasser i 2012 (endringer fra året før i parentes).

Vitalitetsklasse	Gran	Furu	Bjørk
0 Ingen skade	57,2 (3,8)	40,5 (1,7)	28,8 (7,5)
1 Svakt skadet	25,1 (-2,0)	46,2 (-0,9)	44,3 (-0,2)
2 Moderat skadet	12,9 (-1,0)	12 (-0,8)	22,5 (-3,6)
3 Sterkt skadet	4,9 (-0,6)	1,3 (0)	4,4 (-3,7)

Vanligvis er det de eldre trærne som har størst grad av kombinasjonen "utglisning og misfarging". Dette var også tilfelle i 2012 (Figur 10). For gran- og furutrær yngre enn 60 år var en stor andel av trærne, hhv. 83,7 % og 78,1 %, i vitalitetsklassen "ingen skade", mens det var få eldre trær helt uten kroneskader (22,7 % for gran og 26,7 % for furu). 9,9 % av de eldre grantrærne var "sterkt skadet" i 2012 mot bare 1,7 % hos furu. Hos bjørk er det mindre forskjeller mellom de yngre og de eldre trærne enn hos gran og furu, og det er vesentlig færre trær helt uten kroneskader i begge aldersgruppene. Andelen yngre bjørketrær (under

60 år) i vitalitetsklassen "ingen skade" lå i 2012 på 36,3 %, mens det var 3,6 % i klassen "sterkt skadet". Hos de eldre bjørketrærne (over 60 år) var bare 8,6 % i klassen "ingen skade", og det var 6,8 % "sterkt skadete" eldre bjørketrær.



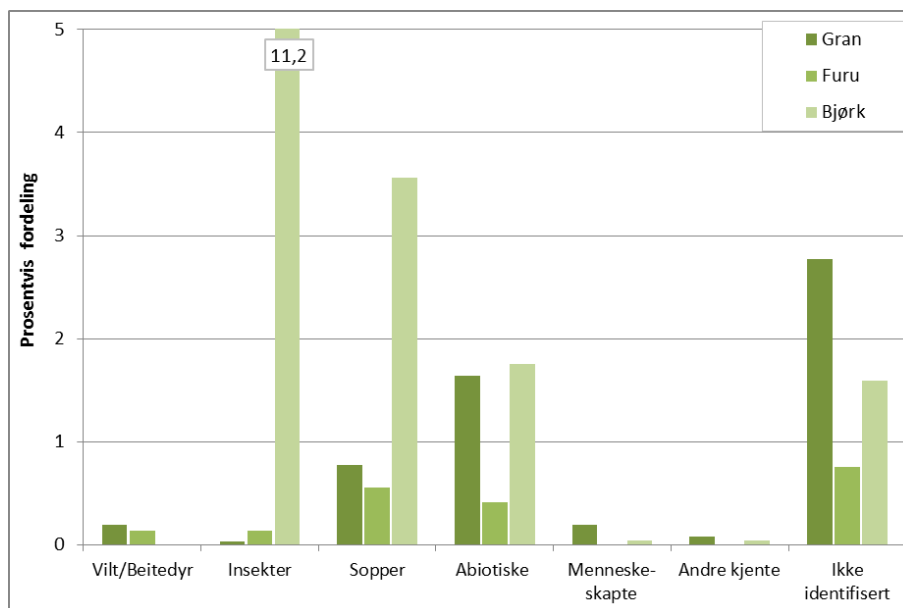
Figur 10. Fordeling av vitalitetsklasser på gran, furu og bjørk i 2012, yngre og eldre enn 60 år.

Skader

Biotiske og abiotiske skader registreres kun på prøvetrærne på overvåkingsflatene som oppsøkes årlig. Trær som har stammebrekk (0,1 % i 2012), tørrtopp (0,05 %) eller er vindfelt (0,1 %) inngår i registreringen av skadeårsaker, men ikke i kronebedømmelsen. I tillegg registreres trær som er døde på rot (0,3 % i 2012), avvirket (0,4 %) og undertrykt (1,7 %).

Skaderegistrering ble i 2012 utført på 2562 grantrær, 1447 furutrær og 2386 bjørketrær. På grantrærne var det først og fremst nåler (1 %), greiner (1,2 %) og stamme (1,8 %) som hadde skader, hos furu nåler (0,6 %) og greiner (0,8 %). 16,7 % av bladene hos bjørk var skadet og 1,5 % av greinene eller kvistene.

5,7 % av de undersøkte grantrærne og 2 % furutrærne hadde en eller annen form for skade, for det meste med abiotiske årsaker som snø, tørke og vind (1,6 % for gran og 0,4 % for furu, Figur 11). Det ble registrert få insektskader på gran og furu, mens 0,8 % av grantrærne og 0,6 % av furutrærne var skadet av sopp. Hos bjørk var mindre en femtedel av trærne skadet, hvorav 11,2 % av insekter og 3,6 % av sopper. Skader med abiotiske årsaker ble registrert på 1,8 % av de undersøkte bjørketrærne. For gjennomsnittlig 1,7 % av de observerte skadene (alle treslag) kunne årsaken ikke identifiseres i felt. Det totale skadeomfanget for alle treslagene var vesentlig mindre enn i 2011.



Figur 11. Prosentvis fordeling av skadeårsaker i 2012

I forhold til toppårene 2007-08 var det fortsatt en nedgang i antall målerskader på bjørk i 2012, og det var også vesentlig færre skader forårsaket av bjørkerustsopp (Figur 12). 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 12. Utvikling i antall insekt- og soppskader på bjørk 2005-2012

Detaljerte årsaker til skader på trærne i 2012 er listet opp i Tabell 10. Av de identifiserte skadeårsakene hos gran var det flest registreringer av granrustsopp, snø og vind. Kun halvparten av skadeårsakene på gran kunne identifiseres i felt. Furu hadde få skader. Bjørk var, som i tidligere år, mest utsatt for både biotiske og abiotiske skader med bjørkerust og andre sopper, målere og andre insekter, snø, vind, og frost på toppen av antall skadetilfeller.

I tillegg til avvirkete trær, hadde 7 grantrær, 1 furutre og 9 bjørketrær dødd av forskjellige naturlige årsaker siden forrige registrering på de årlig undersøkte flatene.

Tabell 10. Årsaker til at trær er skadet i 2012 med antall skadete trær og prosentandeler for hvert treslag.

Kategori	Årsak	Gran		Furu		Bjork	
		Ant.	%	Ant.	%	Ant.	%
Vilt og beitedyr	Hjortedyr	5	0,2	2	0,1	-	
Insekter	Målere	-		-		146	6,1
	Granbarkbille	1	0,04	-		-	
	Andre insekter	-		2	0,1	122	5,1
Sopper	Granrustsopp	19	0,7	-		-	
	Bjørkerust	-		-		76	3,2
	Tyritoppsopp	-		5	0,3	-	
	Andre sopper	1	0,04	3	0,2	9	0,4
Abiotiske	Næringsmangel	-		-		1	0,04
	Tørke	12	0,5	-		7	0,3
	Frost	3	0,1	-		4	0,2
	Snø	11	0,4	2	0,1	24	1,0
	Brann	-		-		2	0,1
	Vind	15	0,6	2	0,1	3	0,1
	Andre abiotiske	1	0,04	2	0,1	1	0,04
Menneskeskapte	Hogstskade	2	0,1	-		-	
	Kjøreskade	2	0,1	-		-	
	Andre menneskeskapte	1	0,04	-		1	0,04
Annet	Andre kjente	2	0,1	-		1	0,04
	Ikke identifisert	71	2,8	11	0,8	38	1,6
Skader totalt		146	5,7	29	2,0	435	18,2
Skadebedømte trær		2562	100	1447	100	2386	100
Ikke bedømte trær	Undertrykt	43		11		55	
	Avvirket	16		7		5	
	Døde på rot	7		1		9	
Antall trær totalt		2628		1466		2455	

Kongler

Konglemengden for gran viser en betydelig variasjon fra år til år. I årene 1992, 1995, 1998 og 2006 var det mye kongler, mens det i 1991, 2001, 2005, 2011 og 2012 var svært lite kongler hos gran. Hos furu er det også en betydelig årlig variasjon i konglemengde, men jevnt over synes det å være større konglesetting hos furu enn hos gran. Størst konglemengde i registreringsperioden var i 1992, 1999 og 2005, minst i 1994, 1995 og 2003. I perioden 2007 til 2012 var det middels store konglemengder hos furu.

3.2 Intensiv overvåking

3.2.1 TRÆRNES KRONETILSTAND

Kronetetthet

I 2012 sank kronetettheten på alle granflatene med unntak av Tustervatn (Tabell 11). Det var flata i Nedstrand som hadde høyest kronetetthet i 2012 (83,9 %), mens Tustervatn hadde lavest (75,5 %). Kronetettheten for furu i Osen var i 2012 nesten uforandret på 88,7 %.

Tabell 11. Kronetetthet (%) og kronefarge (%-andel grønne trær) for hovedtreslaget på flatene i 2012 med endringer fra 2011 i parentes. Gjennomsnittstall for granflatene.

Flate	Treslag	Kronetetthet	Kronefarge
BI	Gran	81,3 (-2,7)	100 (2)
NE	Gran	83,9 (-6,3)	100 (0)
LD	Gran	81,5 (-1,9)	81 (16)
HU	Gran	78,7 (-1,7)	76 (29)
OS	Gran	82,1 (-5,2)	87 (-10)
OS	Furu	88,7 (-0,6)	91 (9)
TU	Gran	75,5 (2,1)	76 (4)
Gj.snitt	Gran	80,5 (-2,6)	87 (7)

På de sørøstlige flatene (Birkenes, Lardal, Hurdal, Osen) samt på flata i Nedstrand har kronetettheten for gran ligget over eller rundt gjennomsnittet i nesten hele overvåkingsperioden, med unntak av Lardal og Hurdal i enkelte år. Flata i Tustervatn har i hele perioden ligget under gjennomsnittet for granflatene, og har hatt gjennomgående lav kronetetthet med et minimum i 1994 (under 60 %). Det er ingen tydelig trend for utviklingen i kronetetthet over tid for noen av flatene, men det var store svingninger i kronetettheten på 1990-tallet og i begynnelsen av 2000-tallet. 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.

Kronefarge

Andelen grantrær med normal grønn farge økte på alle flater med unntak av Osen fra 2011 til 2012 (Tabell 11). Særlig kraftig var økningen i Hurdal og Lardal, hvor det i tidligere år ble registrert omfattende misfarging. Likevel hadde fortsatt 1/4-del av trærne i Hurdal og 1/5-del i Lardal misfarging. Også i Tustervatn var 1/4-del av trærne misfarget. Andelen normalt grønne furutrær økte i Osen til 91 %.

På 1990-tallet var det store variasjoner i kronefarge og generelt mye misfarging, som sannsynligvis var relatert til hyppige tørkeperioder i 1990-årene. Fra 1999 fram til 2008 har andelen normalt grønne grantrær på de intensive overvåkingsflatene generelt vært høy med over eller rundt 90 %. De siste årene (2009-2011) har det igjen vært store svingninger i grantrærnes kronefarge, særlig på flatene i Birkenes, Lardal, Hurdal og Tustervatn, samtidig som kronetettheten i denne perioden har holdt seg relativt stabilt på disse fire flatene. Det har vært store svingninger i kronefarge for furu gjennom overvåkingsperioden, særlig på midten av 1990-tallet. I de aller fleste årene av overvåkingsperioden har andelen normalt grønne furutrær 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 491 trærne som ble kronebedømt på de intensive overvåkingsflatene i 2012, hadde 61 trær (12,4 %) en kronetetthet lavere enn 75 %, mens 11 (2,2 %) hadde mer enn 25 % misfarging (Tabell 12). Imidlertid var størsteparten av disse trærne bare "moderat skadet" etter ICP Forests' definisjon, og det var kun 16 trær som var "alvorlig skadet" med en kronetetthet lavere enn 40 % eller mer enn 60 % misfarging. Halvparten av de moderat eller sterkt skadete trærne stod på flata i Hurdal. Tustervatn har i hele overvåkingsperioden, med unntak av noen få år, hatt en gjennomsnittlig kronetetthet på under 75 %. Denne flata ligger relativt høyt (400 m over havet) og har noen av de eldste trærne (> 160 år) blant overvåkingsflatene. Høyde over havet kombinert med høy trealder og den nordlige beliggenheten (65°53'N) bidrar sannsynligvis til nedsatt trevitalitet. Flata vender dessuten mot nordøst med lite direkte solinnstråling som følge. I Tustervatn ble det i 2012 igjen registrert mange trær med

"dieback"-symptomer i varierende omfang (5-60 % av krona). "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. Hele 44 grantrær (66 %) hadde slike symptomer i Tustervatn. Dette bidrar til den reduserte kronetettheten som vi observerte i Tustervatn. "Dieback"-symptomer ble også observert i større omfang i Hurdal (7 trær, 11 %). Det ble ellers registrert få skader på overvåkingsflatene: På flatene i Lardal, Hurdal og Osen ble det i alt observert 6 grantrær med sår eller kvæutflod og 1 furu med tyritopp. 5 undertrykte grantrær i Birkenes, 2 i Lardal, 1 i Nedstrand og 2 i Osen hadde dødd siden forrige registrering i 2011. Rundt flata i Lardal stod det mange tørrgraner og nylig barkbilledrepte grantrær, men så langt har kun ett av trærne på flata vært angrepet av barkbiller (gammel skade). Flere av de vindfelte trærne i buffersonen rundt flata hadde store råteskader.

Tabell 12. Trærnes status og skader i 2012: Antall bedømte, ikke-bedømte og døde trær, samt antall registrerte skader.

Flate	Hovedtreslag	Levende, ikke bedømt					Døde trær		Skader							
		Kronebedømt	Hengende	Topp-/kronebrekk	Undertrykt	Annet	Stående døde	Liggende døde	SUM	Kronetetthet <75 %	Misfarging >25 %	Dieback	Nye topp-/kronebrekk	Sår/kvæutflod	Tyritopp	Nye døde trær
BI	Gran	54		7	27	7	37	17	149	7						5
NE	Gran	49		9	22	7	28	4	119							1
LD	Gran	59		2	20	8	7	6	102	10	4			1		2
HU	Gran	62			6		5	1	74	13	6	7		3		
OS	Gran	133	8		159	1	15	6	322	11			1	2		2
OS	Furu	67			1		1		69						1	
TU	Gran	67	1	3	16	2	25	7	121	20	1	44				
SUM		491	9	21	251	25	118	41	956	61	11	51	1	6	1	10

3.2.2 TILFØRSEL AV LANGTRANSPORTERTE LUFTFORURENSNINGER

Svovel- og nitrogenforbindelser

I 2012 ble svovel- og nitrogenforbindelser i luft målt på fire stasjoner på fastlands-Norge, hvorav tre 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 13).

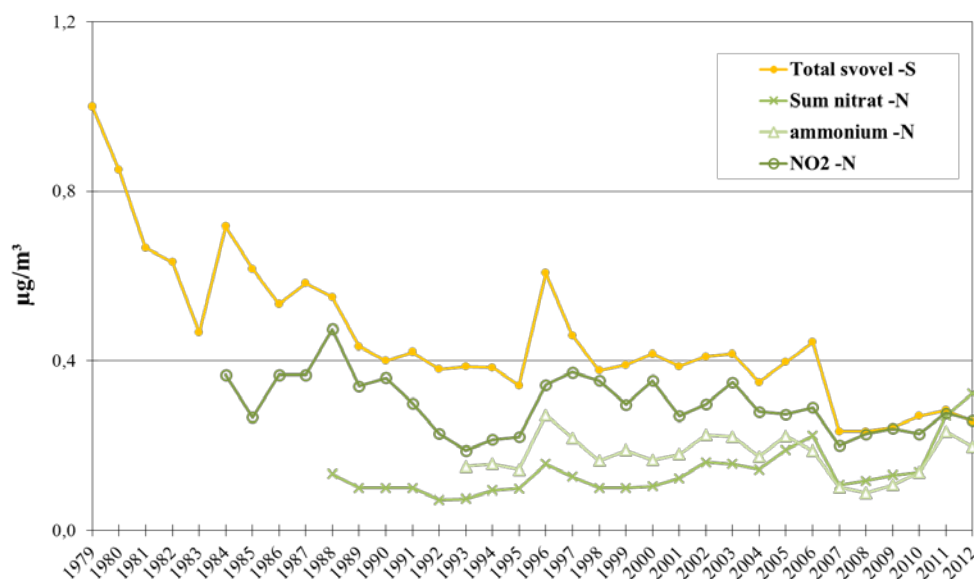
Tabell 13. Årsmiddelkonsentrasjoner av luftkomponenter på norske bakgrunnsstasjoner i 2012.

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	µg/m ³
Birkenes II	0,07	0,27	0,39	0,46	0,31	0,61	0,28	0,06	0,05	0,07	0,35	0,43	
Hurdal	0,06	0,22	0,76	0,30	0,18	0,49	0,19	0,03	0,04	0,07	0,10	0,16	
Kårvatn	0,04	0,14	0,22	0,26	0,15	0,71	0,16	0,03	0,03	0,05	0,25	0,19	
Tustervatn	0,05	0,12	0,17	0,25	0,17	1,07	0,15	0,03	0,03	0,06	0,23	0,18	

Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid (SO₂) og sulfat (SO₄²⁻) i luft var høyest på Birkenes med hhv. 0,07 og 0,27 µg S/m³. Årsmiddelverdier for nitrat (NO₃⁻) og ammonium

(NH_4^+) var også høyest på Birkenes med hhv 0,31 og 0,28 $\mu\text{g N/m}^3$, mens Hurdal opplevde høyest nivå av nitrogenendioksid (NO_2) med 0,76 $\mu\text{g N/m}^3$. 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 tørravsett svovel til den totale avsetning var 15–27 % om sommeren og 4–13 % 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 2012 var generelt en del lavere sammenlignet med foregående år utenom for sum nitrat + salpetersyre (HNO_3) som hadde en økning (Figur 13). I et lengre tidsperspektiv har reduksjonene for svoveldioksid med 1980 som referanseår, blitt beregnet til å være mellom 91 % og 96 % (78-97 % fra 1990), og for sulfat mellom 78 % og 82 % (61-67 % fra 1990) på fastlands-Norge. Årsmiddelkonsentrasjonen av ammonium viser en signifikant reduksjon på 50 % siden 1993. Summen nitrat + salpetersyre i luft viser ingen entydig trend. Det er både positive og negative trender. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for nitrogenendioksid; en reduksjon på 29-75 % på fastlandsstasjonene.



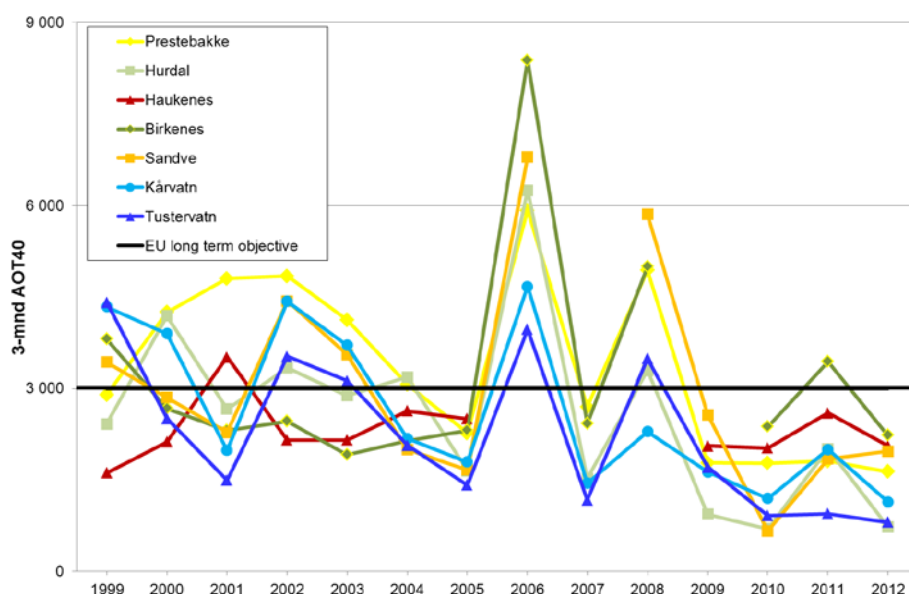
Figur 13. Midlere årlige konsentrasjoner i luft av total svovel ($\text{SO}_2+\text{SO}_4^{2-}$), sum nitrat ($\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$), ammonium (NH_4^+) og nitrogenendioksid (NO_2) på tre norske bakgrunnstasjoner (Birkenes, Kårvatn, Tustervatn).

Ozon

I 2012 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 2012 viste generelt lave verdier. Sommerhalvåret i 2012 var karakterisert av relativt tørt og varmt vær i mai i Sør-Norge, mens det seinere på sommeren var mer nedbør og lavere temperaturer enn normalen i store deler av landsdelen. På deler av Østlandet var det i lengre perioder betydelig kjøligere og betydelig våtere enn normalen. Dette gjenspeiles i nivåene av bakkenært ozon da de høyeste nivåene ble observert i slutten av mai på samtlige stasjoner. Maksimalt timemiddel var 130 $\mu\text{g/m}^3$ på Birkenes, noe som er det laveste maksimalnivået for landet som helhet som er registrert siden de rutinemessige målingene startet.

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 2012. Høyest var verdien på Birkenes med 2233 ppb-timer. Verdier over langtidsmålet ("long-term objective") på 3000 ppb-timer har imidlertid forekommet i mange av de siste ti årene (Figur 14). Vi gjør oppmerksom på at AOT-verdiene vist i Figur 14 refererer til tremåneders perioden mai-juli (som er angitt i EU direktivet), uten noen "nordisk tilpasning". Med en såkalt nordisk tilpasning, dvs. med beregningsperioden 15. mai til 15. august, ville AOT-verdiene blitt noe lavere i og med at ozonnivået generelt er lavere i august enn i mai i Norge. Pga. revisjoner i manualen har grenseverdien på skog blitt redusert fra 10 000 ppb-timer til 5000 ppb-timer (april-september). Reduksjonen i grenseverdi for skog kan vise seg å få en del betydning for antall overskridelser i Norge, men i 2012 var det ingen overskridelser av denne grenseverdien. Høyest var verdien på Sandve med 3970 ppb-timer. Mens 3-måneders AOT40-verdiene i 2012 var sammenlignbare med tidligere år, var 6-månedersverdiene svært lave.



Figur 14. Tremåneders AOT-verdi (1. mai - 1. august) for årene 1999-2011. 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

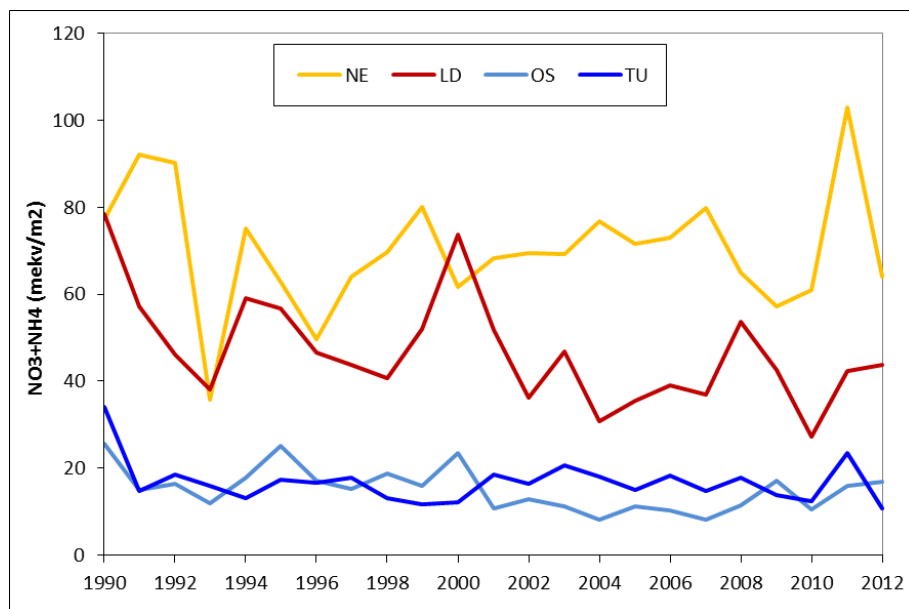
Volumveide årsmiddelkonsentrasjoner er beregnet for noen viktige elementer og forbindelser i frittfallende nedbør og kronedrypp, mens pH er beregnet ut fra volumveide årsmiddelverdier av H^+ -aktivitet. Der konsentrasjonen har vært under deteksjonsgrensen, er den satt lik halve deteksjonsgrensen. Sjøsaltkorrigerte konsentrasjoner av sulfat-S (ikke marint, $nmSO_4-S$) er beregnet ut fra formelen: $nmSO_4-S = SO_4-S - (0,054 \cdot Cl)$. Nedbørsmengde (mm), pH, og beregnet deposisjon av forskjellige grunnstoffer og forbindelser (årlige mengder per kvadratmeter, dvs. konsentrasjon ganget med vannmengde) er vist i Tabell 14.

Tabell 14. Nedbørsmengde (mm), pH, og deposisjon av kjemiske grunnstoffer og forbindelser (mg/m²) i 2012. Tot-N = total N, nm = ikke-marint

Felt	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>												
NE	2991	5,2	389	508	1077	1047	289	359	308	775	7872	14027
LD	1306	4,9	261	353	679	261	212	78	148	54	639	914
OS	981	5,1	88	147	314	108	95	39	59	7	216	255
TU	1074	5,4	97	54	226	215	30	97	116	163	1921	3341
<i>Kronedrypp</i>												
BI	1622	5,2	324	308	892	519	266	373	1666	303	2791	4752
NE	2069	5,3	331	497	1076	1655	204	828	2476	1701	15264	26956
LD	1177	5,1	141	177	459	224	154	153	1132	73	785	1330
HU	772	5,4	100	131	348	139	100	116	955	48	477	749
OS	707	5,1	35	42	170	64	45	85	759	28	256	375
TU	837	5,1	67	33	209	452	0	385	1095	528	5021	8920

Forskjellene i pH i frittfallende nedbør og kronedrypp mellom flatene sør i landet og Tustervatn er små, mens avsetning av antropogent sulfat og uorganisk nitrogen forblir høyest på de kystnære flatene sør i landet. Deposisjon av totalsulfat var lavest på Osen, sannsynligvis delvis fordi nedbørsmengden var lavest der.

Figur 15 viser langtidstrender i deposisjon av uorganisk nitrogen (NO₃⁻ + NH₄⁺) i frittfallende nedbør på fire gjenværende felter. Årlige fluktuasjoner i deposisjon beror i stor grad på variasjoner i nedbørsmengde, og 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).



Figur 15. Langtidstrender i uorganisk nitrogen (NO₃⁻ + NH₄⁺) i frittfallende nedbør.

Jordvann

Tabell 15 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 15. Volumveide middelkonsentrasjoner (mg/l) i jordvann i 2012, der Led = ledningsevne (μS/cm), Tot = total, Lab = labil, nm = ikke marint, DOC = løst organisk karbon, * = platelysimeter, M = manglende verdi

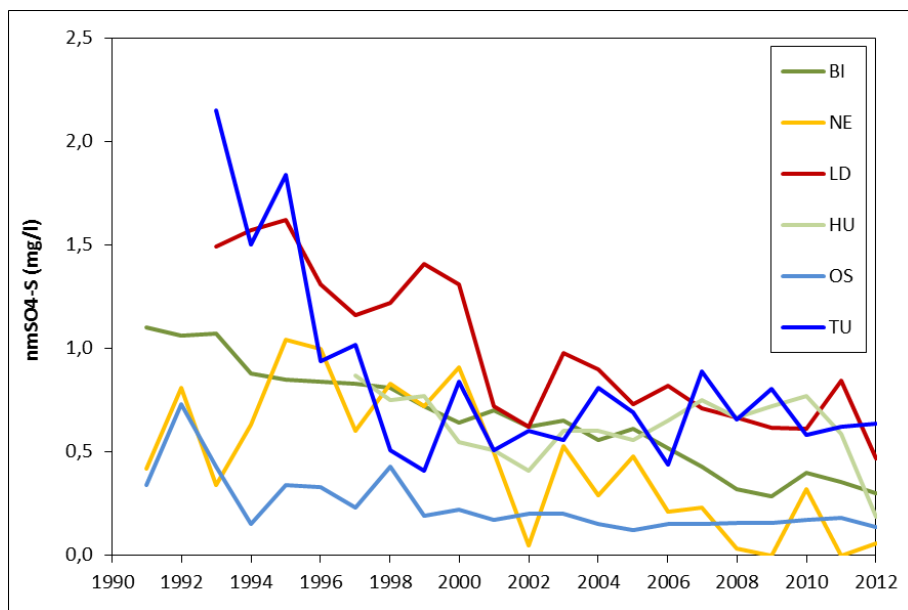
Felt	Sji kt	Led	pH	Tot- Al	Lab- Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	NH ₄ -N	NO ₃ - N	Tot-N	SO ₄ - S	nmSO ₄ - S	Cl	DOC
BI	15*	27	4,4	0,79	0,32	0,16	0,14	0,04	0,10	0,001	2,31	0,03	0,03	0,32	0,41	0,30	2,0	20,8
BI	40	37	4,7	0,65	0,55	0,17	0,05	0,03	0,30	0,002	4,08	0,04	0,03	0,15	1,20	0,86	6,2	4,8
NE	5	50	4,4	0,90	0,51	0,81	0,21	0,12	0,55	0,006	5,98	0,12	0,03	0,44	0,50	0,00	11,2	16,3
NE	15	70	4,4	0,78	0,44	0,47	0,15	0,17	0,77	0,018	8,49	0,07	0,03	0,37	0,83	0,06	14,3	16,4
NE	40	74	4,8	0,54	0,52	0,14	0,00	0,38	1,08	0,078	10,01	0,04	0,03	0,10	1,47	0,52	17,7	1,0
LD	5	M	5,4	0,28	M	0,19	0,25	0,37	0,21	0,036	1,51	0,18	0,06	0,49	0,48	0,41	1,3	4,0
LD	15	M	6,0	0,08	0,01	0,54	0,06	0,09	0,20	0,084	1,50	0,11	0,07	0,33	0,54	0,47	1,5	4,1
LD	40	18	6,3	0,02	0,02	0,68	0,00	0,06	0,34	0,034	1,79	0,02	0,03	0,11	0,71	0,59	2,1	1,6
HU	5	14	4,9	0,52	0,37	0,08	0,07	0,07	0,04	0,007	1,56	0,03	0,03	0,17	0,49	0,42	1,3	6,0
HU	15	37	4,1	0,80	0,26	0,10	0,21	0,11	0,03	0,008	1,20	0,02	0,03	0,43	0,21	0,19	0,4	35,1
HU	40	10	5,2	0,10	0,10	0,07	0,00	0,05	0,02	0,014	1,20	0,02	0,03	0,07	0,63	0,60	0,6	0,7
OS	5	30	4,3	0,88	0,38	0,49	0,84	0,23	0,34	0,085	0,58	0,06	0,03	0,47	0,15	0,12	0,4	31,9
OS	15	18	4,6	0,54	0,24	0,36	0,57	0,33	0,31	0,012	0,53	0,06	0,03	0,34	0,16	0,14	0,3	19,2
OS	40	11	5,0	0,48	0,32	0,16	0,04	0,44	0,13	0,009	0,65	0,03	0,03	0,17	0,40	0,38	0,4	7,7
TU	5	15	6,0	0,30	0,13	0,18	0,05	0,35	0,14	0,001	2,04	0,05	0,03	0,23	0,39	0,32	1,3	7,0
TU	15	28	6,3	0,07	0,05	0,43	0,00	0,29	0,40	0,001	3,87	0,02	0,03	0,09	0,87	0,64	4,3	2,6
TU	40	27	6,4	0,01	0,01	0,28	0,00	0,35	0,42	0,001	3,67	0,02	0,03	0,05	1,04	0,83	4,0	0,9

Det er nå for få overvåkingsflater igjen for å kunne finne regionale mønstre.

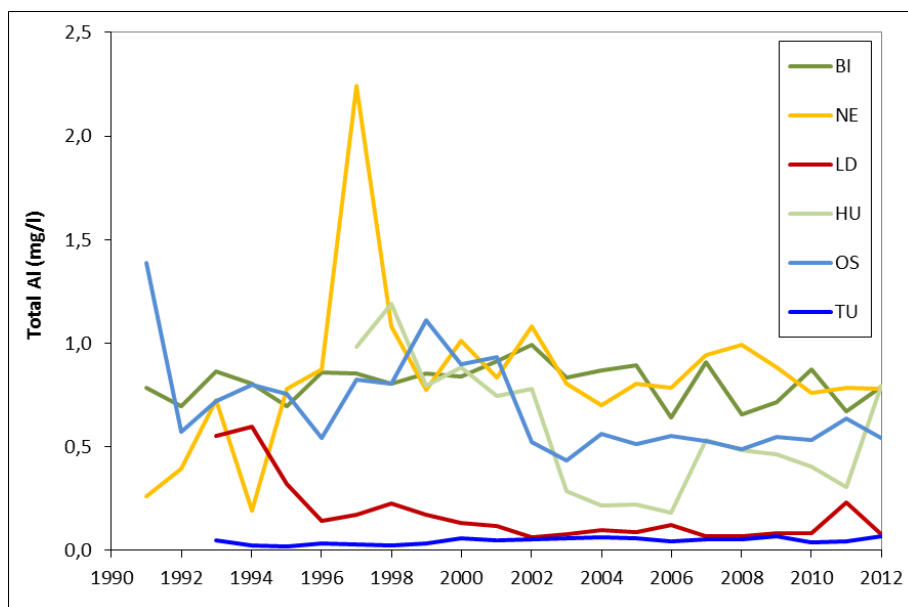
Nitratkonsentrasjoner i 2012 var generelt lave, oftest under deteksjonsgrensa, unntatt på Lardal der det var noen høye konsentrasjoner spesielt i mai og juni. Årsaken til disse er uklar. Generelt virker risikoen for uakseptabel nitratlekkasje fra overvåkingsflatene å være liten.

Konsentrasjoner av labilt aluminium (den antatt toksiske fraksjonen) ligger normalt under den toksiske grensen. Over 1 mg/L labilt Al ble kun observert på Nedstrand i januar 2012, i forbindelse med høy tilførsel av sjøsalt under vinterstormer og samtidig med relativt lave pH-verdier. Denne sjøsaltepisoden var kortvarig: I februar var verdiene for Al betydelig lavere og pH høyere. Konsentrasjoner av labilt Al over den toksiske grensen kan forekomme kortvarig i forbindelse med høy tilførsel av sjøsalt, men det er ikke påvist skader på skog i Norge som et resultat av dette.

Som i 2011, viste Hurdal lave pH-verdier. Disse kan ha sammenheng med relativt høye konsentrasjoner av løst organisk karbon, som består i stor grad av svake syrer. Hurdal viste også høye konsentrasjoner av aluminium. Mye av dette aluminium var ikke-labil, sannsynligvis organisk bundet og lite toksisk.



a. Ikke-marint $\text{SO}_4\text{-S}$.



b. Total Al

Figur 16. Langtidstrender i (a) ikke-marint $\text{SO}_4\text{-S}$ og (b) total Al i jordvann fra 15 cm-sjiktet.

Langtidstrender for total Al og ikke-marint sulfat i 15 cm dybde på de seks gjenværende flatene er vist i Figur 16. På 1990-tallet var det en stor reduksjon i konsentrasjonene av ikke-marint sulfat i jordvann som et resultat av redusert tilførsel i deponisjon. Under de siste årene har reduksjonen i ikke-marint sulfat vært liten. Det har heller ikke vært noen tydelig trend i aluminiumkonsentrasjonene under de siste årene. Høye aluminiumkonsentrasjoner på Nedstrand i 1997 skyldes høy tilførsel av sjøsalter.

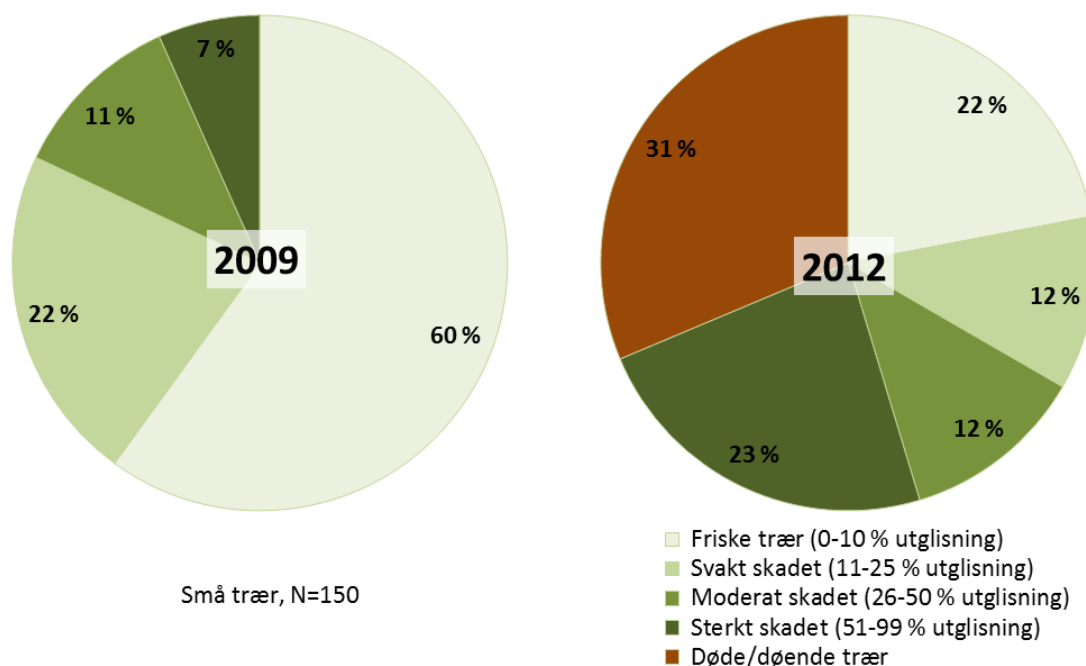
3.3 Askeskuddsyke

3.3.1 SYKDOMSUTVIKLING OG UTBREDELSE I NORGE I 2012

Askeskuddsyke, forårsaket av askeskuddbeger (*Hymenoscyphus pseudoalbidus* / *Chalara fraxinea*), 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 2011 kommet et stykke inn i Sogn og Fjordane (Andreassen et al. 2012c). I 2012 har den spredd seg videre nordover i Sogn og Fjordane, og de nordligste funnene ble gjort i sørlige deler av Flora kommune i ytre strøk av fylket, og ved Innvik i Stryn kommune i indre strøk (Figur 5, Solheim og Timmermann 2012). I tillegg ble det gjort et funn i en hage i Ålesund, men dette treet ble felt og destruert. Askeskuddbeger stammer trolig fra Asia. Den er funnet på bladstilker til en askeart, *Fraxinus mandshurica*, som vokser i de nordøstlige deler av Asia, blant annet i de nordlige deler av Japan (Zhao et al. 2012).

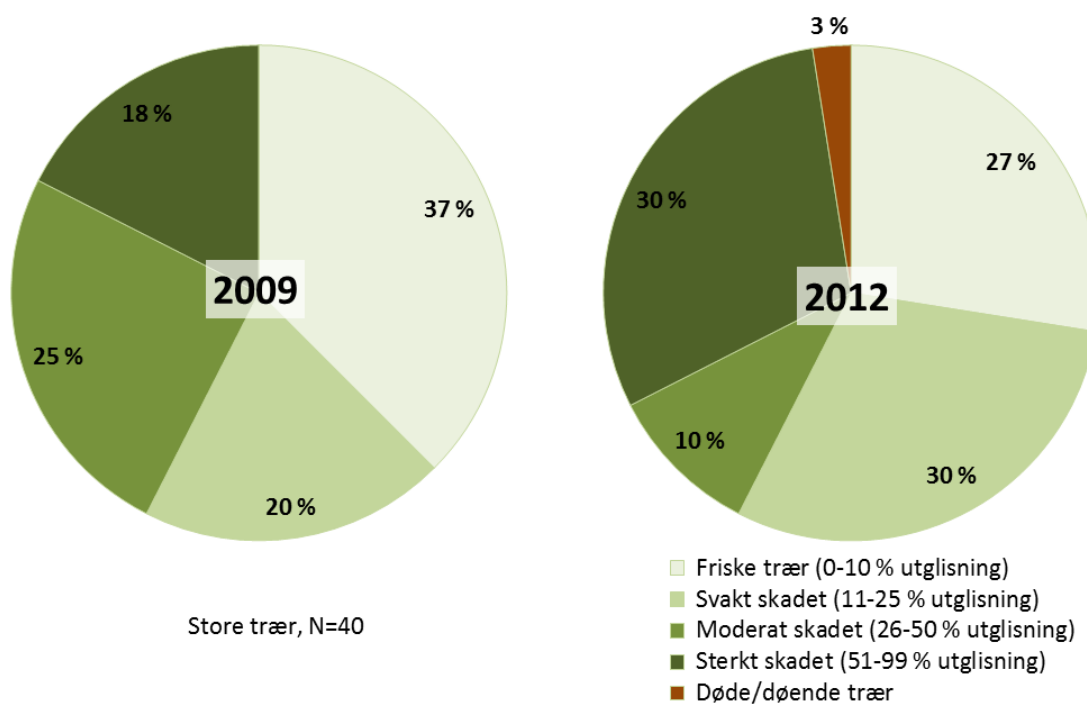
3.3.2 OVERVÅKING PÅ PERMANENTE FLATER

Det har vært en dramatisk utvikling for de små asketrærne på de 4 overvåkingsflatene på Østlandet fra 2009 til 2012. Av de 150 småtrærne som ble valgt ut i oppstartsåret, var 82 % friske eller bare svakt skadde i 2009 (opptil 25 % kroneutglisning). I 2012 var denne andelen redusert til 34 % (Figur 17). Samtidig økte andelen sterkt skadde og døde/døende trær fra 7 % til 54 %. Den samme trenden ble observert blant de små trærne på flata på Sørlandet i perioden 2010-2012.



Figur 17. Utvikling av kroneskader for ask på overvåkingsflatene NO, KO, FU og FE 2009-2012, små trær (DBH<12,5 cm). Prosentandel trær i de grupperte kroneskadeklassene.

Kroneutglisningen har økt saktere fra 2009 til 2012 hos de store asketrærne på de 4 overvåkingsflatene på Østlandet enn hos de små. Likevel var 33 % av de store trærne sterkt skadet eller døde i 2012 (mot 18 % i 2009). Andelen friske store trær er redusert med 10 %-poeng i samme tidsperiode (Figur 18). Den samme trenden ble observert på flata på Sørlandet i perioden 2010-2012.



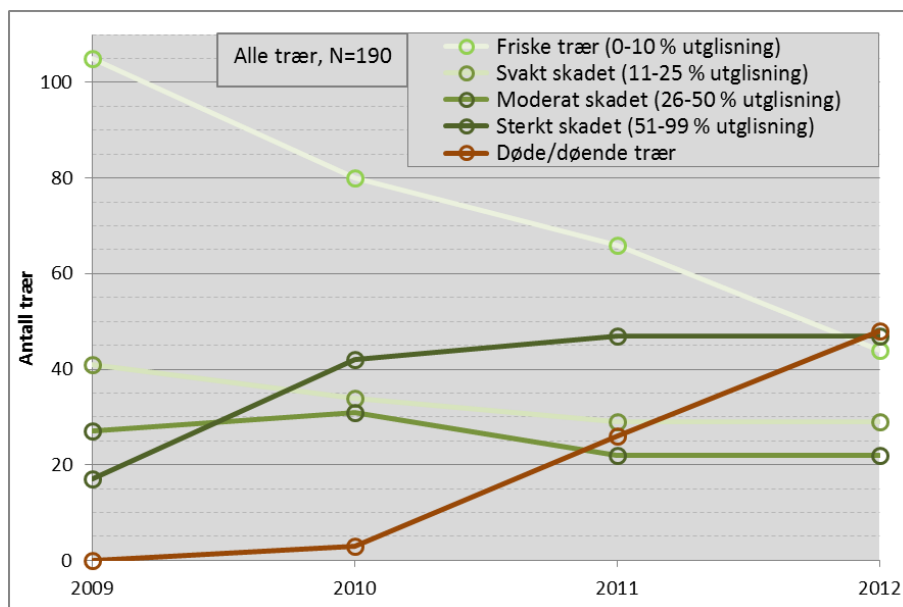
Figur 18. Utvikling av kroneskader for ask på overvåkingsflatene NO, KO, FU og FE 2009-2012, store trær (DBH>12,5 cm). Prosentandel trær i de grupperte kroneskadeklassene.

Det er store individuelle forskjeller mellom de store trærne. 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 (Figur 19). Dette kan føre til en midlertidig økning i bladmasse.



Figur 19. Vannrisdannelse hos et stort, gammelt asketre. Foto: V. Timmermann.

Av 190 asketrær totalt på de 4 overvåkingsflatene var 48 døde i 2012 og bare 44 fortsatt friske (Figur 20). 95 av trærne var enten døde eller sterkt skadde (50 %) i 2012, mens bare 73 fortsatt var friske eller svakt skadde (38 %). Antall friske trær har minket jevnt og sterkt hvert år. Antall døende og døde trær økte lite det første året, mens det ble registrert et høyt antall nye døde trær både i 2011 og 2012. Antall sterkt skadde trær økte mest mellom 2009 og 2010, men har holdt seg relativt stabilt siden. Utviklingen for svakt skadde trær var tilsvarende med størst nedgang mellom 2009 og 2010 og en stabilisering deretter.



Figur 20. Utvikling av kroneskader for ask på overvåkingsflatene NO, KO, FU og FE 2009-2012, alle trær. Antall trær i de grupperte kroneskadeklassene.

Små trærne 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 infeksjonspresset større for de små trærne som har sin bladmasse nærmere bakken, der sporespredningen fra fruktlegemene skjer, enn for de store, dominerende trær. Mest dramatisk har utviklingen for små trær vært på flata i Fjugstad, der halvparten av de små trærne var døde i 2012. Dette kan ha sammenheng med at Fjugstad-flata har flest trær under 5 m av alle flater (jf. Tabell 5).

3.4 Spesielle skader

Einertørke

Det har i noen få år nå vært en pågående einertørke som ble undersøkt for første gang i 2012. Det viste seg at den var forårsaket av en sopp (*Passalora juniperina*) som angriper nålene. Einertrærne tørker nedenfra og innenfra, og ved sterke angrep ser det ut som om trærne dør (Solheim 2013 a, b, Figur 21). Soppen ble funnet på de fleste steder i Sør-Norge hvor den ble lett etter, men den ble ikke funnet høyere enn 550 moh. Soppen er ikke funnet i Norge tidligere. Imidlertid er det usikkert om soppen er ny i Norge eller om det er klimaendringer som har ført til de omfattende skadene. Den er tidligere registrert som en stor skadegjører i Finland allerede på 1950-tallet og senere på 1980-tallet og rundt tusenårsskifte. I Sverige ble den imidlertid først registrert som skadegjører i 2004-05.



Figur 21. Einertørke. Foto: H. Solheim.

Granbarkbille (Ips typographus)

Nedgang i billefangstene fortsatte i 2012, noe som trolig skyldtes at vi har hatt flere våte og kjølige somre. Trøndelagsfylkene skilte seg imidlertid ut og hadde en økning i barkbillenivået. Nivået var ellers lavt til middels høyt (Økland & Wollebæk 2012).

Granrust (Chrysomyxa abietis)

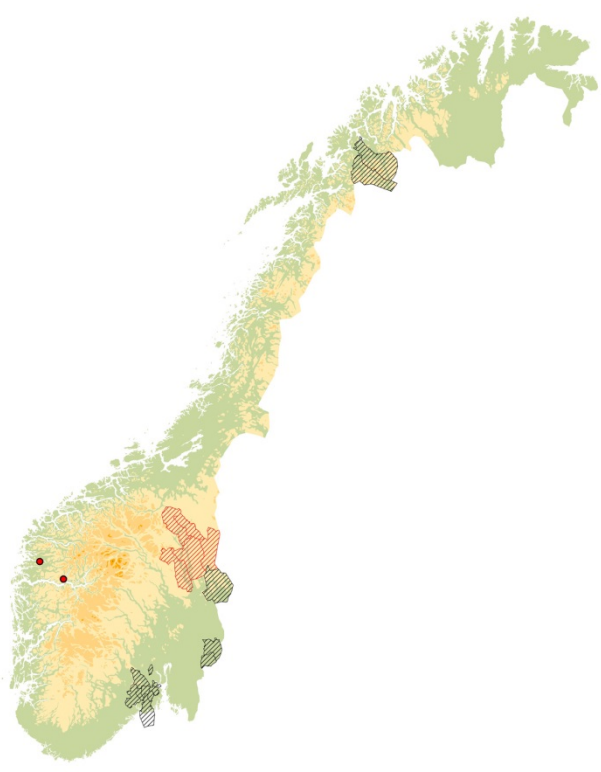
Det ble registrert forholdsvis mye granrustangrep på Østlandet i alle høydelag fra ca. 100 moh. til fjellskogen. Angrepene var som oftest spredte, men mange av trærne kunne ha rikelig med angrep. Unge trær var mest utsatt, men i høyereliggende strøk var store trær også sterkt angrepet.

Lindebladveps (Caliroa annulipes)

I parker og bymiljøer ble det i år registrert en del skader grunnet lindebladveps. Den gjør svært liten skade i skogsmiljøer.

Rødbandsyke

Denne sykdommen på furunåler forårsakes av rødbandsoppen (*Mycosphaerella pini/Dothistroma septosporum*) som blir regnet som en av de store klimavinnerne på den nordlige halvkule (Solheim 2012a). Soppen 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). Den ble i 2012 funnet i flere nye kommuner på Østlandet og er nå funnet i 17 kommuner i Sør-Norge og to i Nord-Norge (Figur 22, høyre). De typiske symptomene, røde bånd på drepte furunåler, ble funnet på to steder i Sogn og Fjordane, men soppen kunne ikke påvises. Det ble registrert til dels sterke angrep i noen bestand i Trysil og Engerdal i 2012 (Solheim 2012b; Figur 22, venstre).



Figur 22. Rødbandsyke, symptomer (venstre) og kjent utbredelse i 2012 (høyre). Nye påvisninger i 2012 er vist med rød skravur. Furunåler med typiske symptomer er funnet to steder på Vestlandet uten at soppen kunne påvises (røde prikker). Foto: H. Solheim.

Seljebladbill (Phratora vulgatissima)

I 2012 ble det registrert store angrep av denne billa på selje i Midt-Norge (Nordmøre, Sør- og Nord-Trøndelag).

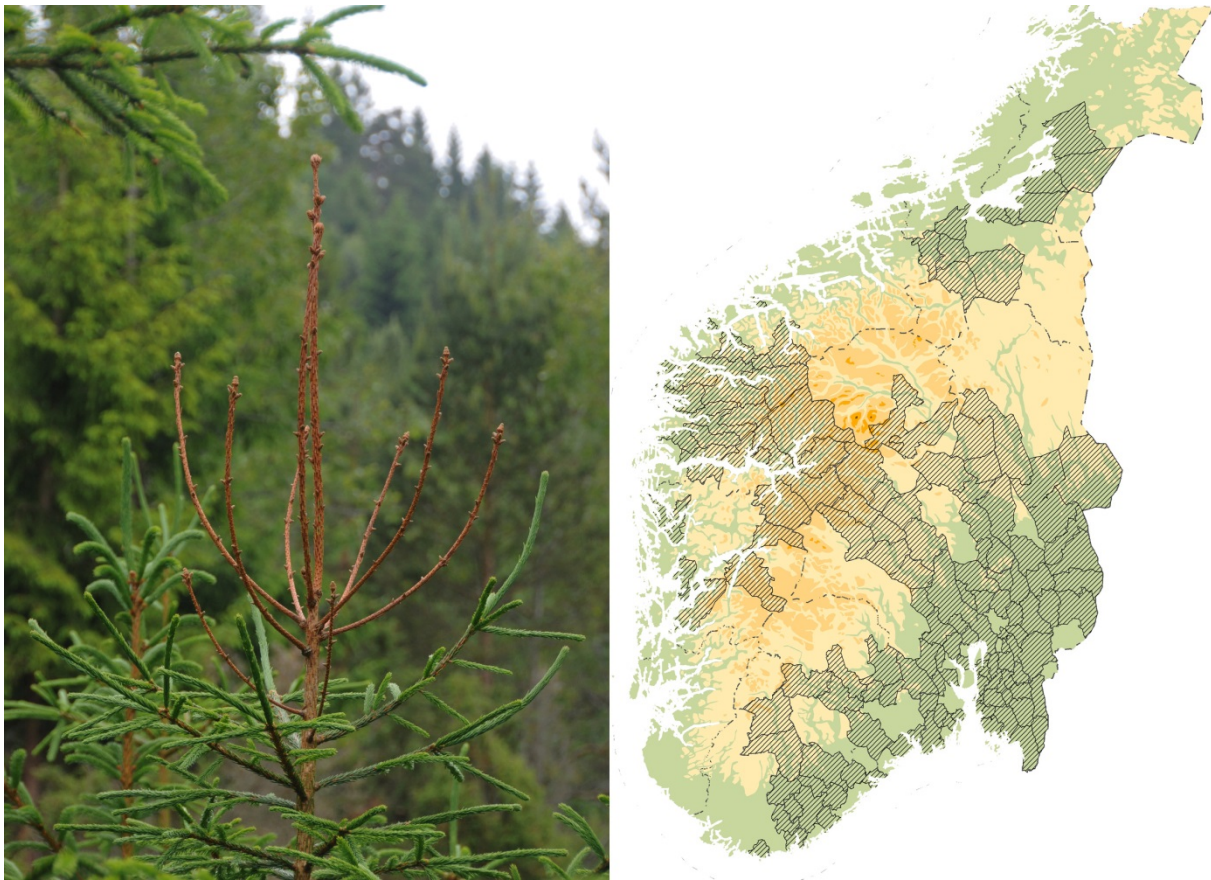
Stormen Dagmar

I jula 2011 kom stormen Dagmar innover landet og gjorde store skader. Full oversikt over skadeomfanget har en ikke, men en regner med at ca. 1,5 mill. m³ tømmer volum blåste overende. Stormen herjet verst på Vestlandet, særlig i Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal, men også i Trøndelag og på Østlandet blåste mye skog over ende. Utover våren og sommeren ble det rapportert om mye saltskader på Vestlandet etter stormen, særlig på furu. Ved nærmere undersøkelser viste det seg at noe av de observerte skadene var forårsaket av furuas knopp- og grentørkesopp (*Gremmeniella abietina*). Skader på furu forårsaket av furuas knopp- og grentørkesopp ble også observert på Sørlandet.

Toppskader på gran

Furuas knopp- og grentørkesopp kan også angripe gran og gir da et helt spesielt symptom. Soppen angriper omtrent midt på nest yngste årsskudd og ringer der i løpet av vinterhvilten (Figur 23, venstre). Våren og sommeren 2012 ble denne skaden observert i varierende grad i hele Sør-Norge opp til og med Nord-Trøndelag (Solheim 2012c, Figur 23, høyre). Angrepene var hovedsakelig i ungskog inkludert juletreproduksjon, men ble observert opp til hkl. 4. I de verst skadde feltene kunne mer enn halvparten av trærne være skadd. I et felt i Halden var 53 % av trærne skadd av furuas knopp- og grentørkesopp. I dette feltet var i tillegg 14 % av trærne skadd av lokkrustsoppen (*Thekopsora areolata*). Denne soppen opptrådte dessuten sammen med furuas knopp- og grentørkesopp i mange av trærne. Lokkrustskaden skjedde i 2011 (Andreassen et al. 2012), men siden de lettere observeres utover høsten og vinteren ble mange av observasjonene gjort i 2012. Soppskadene i grantoppene vil i mange tilfeller gi

en kvalitetsreduksjon i det framtidige bestandet. Mange juletreprodusenter ble rammet og det ble mangel på norske grantrær til jul, noe som også vil skje flere år framover.



Figur 23. Grantopptørke, symptomer (venstre) og kjent utbredelse i 2012 (høyre). Foto: H. Solheim.

Andre soppskader

Det var i 2012 et godt år for mange soppskadegjørere. I nordre deler av Østerdalen og Gudbrandsdalen var det mye angrep av gråbarsoppen (*Lophodermella sulcigena*) på enkelttrær. Mjøldeggsoppene hadde også et godt år, og særlig mye var det av mjøldogg på spisslønn (*Sawadaea tulasnei*). Også eik og selje hadde en del mjøldogg (*Erysiphe alphitoides* og *Erysiphe adunca*). Enkelte rustsopper hadde også en oppblomstring i 2012. Det var svært mye seljerust (*Melampsora caprearum*) i Nord-Norge. Ellers ble det observert en del rust på rogn (rognerustsopp - *Gymnosporangium cornutum*), på osp (knekkesykerust - *Melampsora populnea*) og i Østfold og Akershus på furunåler (furubarskålrust - *Coleosporium tussilaginis*).

4. KONKLUSJONER

Kronetilstanden hos gran, furu og bjørk som inngår i den landsrepresentative skogovervåkingen (Level I) har vært stabil i 2012, og det ble observert færre biotiske og abiotiske skader enn året før. Kronetilstanden på de intensive overvåkingsflatene (Level II) er relativt stabil med lite misfarging og få observerte skader, mens kronetettheten avtok noe i 2012.

Avsetningen av svoveldioksid og sulfat har blitt redusert siden 1980 på fastlands-Norge. Likeledes har avsetningen av ammonium og nitrogendioksid blitt redusert, mens det ikke er noen entydig trend for nitrat + salpetersyre i luft.

Deposisjon av antropogent sulfat i frittfallende nedbør ble sterkt redusert på 1990-tallet og begynnelsen av 2000-tallet, men har de siste årene ikke endret seg mye. Det er ingen tydelig trend i avsetning av uorganisk nitrogen de siste årene.

Jordvannprøver fra de intensive overvåkingsflatene viser at risikoen for uakseptabel nitratlekkasje fra overvåkingsflatene synes å være liten. Konsentrasjonen av labilt aluminium ligger stort sett under den toksiske grensen. Det er nå for få overvåkingsflater igjen for å kunne finne regionale mønstre i jordvannprøvene.

Askeskuddsyke er stadig på frammarsj i Norge, og har i 2012 spredd seg videre nordover i Sogn og Fjordane. Tilstanden av de små, unge asketrærne på overvåkingsflatene har forverret seg dramatisk siden 2009. Over halvparten av disse var sterkt skadet eller døde/døende i 2012, mens en tredjedel av de store trærne på overvåkingsflatene var sterkt skadet eller døde.

2012 var et gunstig år for mange soppskadegjørere. Den pågående einertørken som forårsakes av en sopp ble observert mange steder i Sør-Norge i 2012. Rødbandsyke på furu, som skyldes rødbandsoppen, ble i 2012 funnet i flere nye kommuner på Østlandet. Toppskader på gran, forårsaket av furuas knopp- og grentørkesopp og lokkrustsoppen, var vidt utbredt i Sør-Norge i 2012 og førte til stedvis omfattende skader på ungskog og juletrær.

Nivået av granbarkbiller i de utsatte fellene var lavt til middels høyt i 2012, med unntak av Trøndelag som hadde en økning i barkbillenivået.

ETTERORD

Overvåkingen av skogskader (OPS og skadearkivet «Skogskader på internett») er finansiert av Landbruks- og matdepartementet, overvåkingen av askeskuddsyke av Norsk genressurssenter. 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.

LITTERATURREFERANSER

- Andreassen, K., Clarke, N. & Timmermann, V. 2012a. Intensiv skogovervåking i 2011. Resultater fra ICP Forests Level 2 flater i Norge [Intensive forest monitoring in 2011. Results from ICP Forests Level 2 plots in Norway]. Rapport fra Skog og landskap 17/12: 19 s.
- Andreassen, K., Timmermann, V., Clarke, N., Framstad, E., Aarrestad, P.A., Bakkestuen, V., Økland, T., Nordbakken, J.-F., Røsberg, I., Bruteig, I.E., Evju, M., Kålås, J.A. & Nygård, T. 2012b. Overvåking av langtransporterte forurensninger 2011. Sammendragsrapport. Det terrestriske miljøet [Monitoring long-range transboundary air pollution 2011. Summary report]. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1121/2012: 78-95.
- Andreassen, K., Timmermann, V., Clarke, N., Solheim, H. & Aas, W. 2012c. Overvåkingsprogram for skogskader. Årsrapport 2011 [Norwegian monitoring programme for forest damage. Annual report 2011]. Rapport fra Skog og landskap 18/12: 24 s.
- Fischer, R., Waldner, P., Carnicer, J., Coll, M., Dobbertin, M., Ferretti, M., Hansen, K., Kindermann, G., Lasch-Born, P., Lorenz, M., Marchetto, A., Meining, S., Nieminen, T., Peñuelas, J., Rautio, P., Reyer, C., Roskams, P., Sánchez, G. 2012: The Condition of Forests in Europe. 2012 Executive Report. ICP Forests, Hamburg, 19 pp + Annexes.
- 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.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge University Press 2007. ISBN 978 0521 88009-1.
- 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 2012. Landsskogtakseringens feltinstruks 2012. Håndbok fra Skog og landskap 04/2012: 122 s + vedlegg.
- Lorenz, M. & Becher, G. (eds.). 2012: Forest Condition in Europe, 2012 Technical Report of ICP Forests. Work Report of the Thünen Institute for World Forestry 2012/1. ICP Forests, Hamburg, 2012. 114 s. + Annexes.
- Lorenz, M., Fischer, R., Becher, G., Granke, O., Seidling, W., Ferretti, M., Schaub, M., Calatayud, V., Bacaro, G., Gerosa, G., Rocchini, D., Sanz, M., 2009: Forest Condition in Europe. 2009 Technical Report of ICP Forests. Work report of the Institute for World Forestry 2009/1, Hamburg, 111 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.
- Skog og landskap. 2013. Skogskadebeskrivelser og rapportering - Skogskader på Internett. <http://www.skogoglandskap.no/temaer/skogskader>.
- 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. 2012c. Mange skadde grantopper. Skog 2012(7): 56-57.
- Solheim, H. 2013a. Einertørke – ny sjukdom i Norge eller bare oversett? Park & anlegg 12(4): 30-31.
- Solheim, H. 2013b. *Passalora juniperina* (Georgescu & Badea) H. Solheim comb. nov. – new in Norway or just overlooked? Agarica 32: 73-80. .
- Solheim, H. & Timmermann, V. 2012. Askeskuddsjuke - i rask spredning. Skog 2012(8): 28-29.
- 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.
- Timmermann, V., Andreassen, K. & Hysen, G. 2012. Helsetilstanden i norske skoger. Resultater fra den landsrepresentative skogovervåkingen i 2011 [The condition of Norwegian forests. Results from the national forest survey 2011]. Rapport fra Skog og landskap 11/12: 26 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 Coordinating Centre, Hamburg. ISBN: 978-3-926301-03-1. [<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>]
- 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.
- Økland, B. & Wollebæk, G. 2012. Granbarkbillen. Registrering av bestandsstørrelsene i 2012. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 13/12: IV, 14 s.
- Aas, W., Solberg, S., Manø, S. & Yttri, K.E. 2013. Overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfæriske tilførsler 2012. Statlig program for forurensningsovervåking. Norsk institutt for luftforskning. In prep.