

# **Forest Condition Monitoring in Finland**

National Report 2002–2005

Edited by Päivi Merilä, Tuire Kilponen and John Derome

Working Papers of the Finnish Forest Research Institute publishes preliminary research results and conference proceedings.

The papers published in the series are not peer-reviewed.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>  
ISSN 1795-150X

**Office**

Unioninkatu 40 A  
FI-00170 Helsinki  
tel. +358 10 2111  
fax +358 10 211 2101  
e-mail [julkaisutoimitus@metla.fi](mailto:julkaisutoimitus@metla.fi)

**Publisher**

Finnish Forest Research Institute  
Unioninkatu 40 A  
FI-00170 Helsinki  
tel. +358 10 2111  
fax +358 10 211 2101  
e-mail [info@metla.fi](mailto:info@metla.fi)  
<http://www.metla.fi/>

**Printed in:**

Vammalan Kirjapaino Oy

<b>Authors</b> Merilä, Päivi, Kilponen, Tuire & Derome, John (eds.)			
<b>Title</b> Forest condition monitoring in Finland – National report 2002–2005			
<b>Year</b> 2007	<b>Pages</b> 166	<b>ISBN</b> ISBN: 978-951-40-2031-5 (PDF) ISBN: 978-951-40-2032-2 (paperback)	<b>ISSN</b> 1795-150X
<b>Unit / Research programme / Projects</b> Parkano Research Unit / Forest Health Monitoring / Project 3153 Long-term monitoring of forest ecosystem			
<b>Accepted by</b> Pasi Puttonen, Director of Research, 27 February 2007			
<b>Abstract</b> <p>Since 1985 Finland has been participating in the Pan-European forest condition monitoring programme – the International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP forests) – which is based on international agreements on the long-range transportation of air pollutants (LRTAP). In member countries of the European Union, forest condition monitoring is based on regulations enacted in 1986, 1994 and 2003. In Finland, the Finnish Forest Research Institute (Metla) is responsible for carrying out annual forest vitality and health surveys on a 610 permanent plot network (Level I, extensive monitoring), and for studying the relationships between forest condition and air pollution and other stress factors on a network of 31 stands located throughout the country (Level II, intensive monitoring). This report presents the results of monitoring carried out under the Finnish Forest Focus/ICP Forests programmes during 2002 to 2004/5 as well as the results of other studies of forest condition in Finland.</p> <p>Suomi on vuodesta 1985 lähtien osallistunut yleiseurooppalaiseen metsien terveydentilan seurantaohjelmaan (ICP metsäohjelma), joka perustuu kansainväliseen ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevaan sopimukseen (CLRTAP). Euroopan Unionin jäsenmaissa metsien terveydentilan seuranta pohjautuu vuosina 1986, 1994 ja 2003 vahvistettuihin säädöksiin. Metsäntutkimuslaitos (Metla) inventoi puiden kunnan vuosittain kansainvälisesti sovituin menetelmin 610:llä pysyvällä havaintoalalla (taso I, laaja-alainen seuranta). Metsien kunnan, ilman epäpuhtauksien sekä muiden stressitekijöiden välisiä vuorosuhteita tutkitaan 31 metsikössä eri puolilla Suomea (taso II, intensiivinen seuranta). Tässä raportissa esitetään ICP metsäohjelman Suomea koskevia tuloksia vuosilta 2002–2004/5 sekä muiden Suomen metsien terveydentilaa käsittelevien tutkimusten tuloksia.</p>			
<b>Keywords</b> acidification, air pollution, biodiversity, biotic and abiotic forest damage, boreal forests, coverage, crown condition, defoliation, deposition, discolouration, forest health monitoring, forest pests, fungal diseases, forest soil, grasses, heavy metals, insect damage, litterfall, mass balance budgets, meteorology, monitoring, moose damage, national forest inventory, needle chemistry, nitrogen, Norway spruce, ozone, phenology, Scots pine, soil solution, sulphur, throughfall, understorey vegetation, windthrows  abioottiset ja bioottiset tuhot, ainetaseet, aluskasvillisuus, boreaaliset metsät, fenologia, happamoituminen, harsuuntuminen, hirvituhot, hyönteistuhot, ilman saasteet, karike, kuusi, laskeuma, latvuskunto, maavesi, meteorologia, metsien terveydentilan seuranta, metsikkösadanta, metsämaa, monimuotoisuus, monitorointi, myrskytuhot, mänty, neulaskemia, otsoni, peittävyys, raskasmetallit, rikki, sienitaudit, tyyppi, valtakunnan metsien inventointi, värioireet			
<b>Available at</b> <a href="http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp045.htm">http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp045.htm</a>			
<b>Contact information</b> Päivi Merilä Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Unit, Kaironiementie 54, FI-39700 Parkano, Finland. E-mail: <a href="mailto:paivi.merila@metla.fi">paivi.merila@metla.fi</a>			
<b>Bibliographical information</b> Merilä, P., Kilponen, T. & Derome, J. (eds.). 2007. Forest Condition Monitoring in Finland – National report 2002–2005. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 45. 166 p. ISBN 978-951-40-2031-5 (PDF), ISBN 978-951-40-2032-2 (paperback). Available at: <a href="http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp045.htm">http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp045.htm</a> .			
<b>Other information</b> <a href="http://www.metla.fi/hanke/3153/index.htm">http://www.metla.fi/hanke/3153/index.htm</a> <span style="float: right;"><a href="http://www.metla.fi/hanke/3153/index-en.htm">http://www.metla.fi/hanke/3153/index-en.htm</a></span>			

## Contents

<b>Preface – Alkusanat</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<i>Yhteenveto</i>	<b>9</b>
<b>1 Forest condition monitoring under the UN/ECE and EC programmes in Finland</b>	<b>11</b>
<i>Yleiseurooppalainen metsien terveydentilan seuranta (YK-ECE/EU) Suomessa</i> John Derome, Martti Lindgren, Päivi Merilä, Egbert Beuker & Pekka Nöjd	
<b>2 Forest condition in national systematic network (Forest Focus/ICP Forests, Level I) in 2002–2005</b>	<b>21</b>
<i>Metsien terveydentila systemaattisen havaintoalaverkoston aloilla vuosina 2002–2005 (Forest Focus/ICP metsäohjelma, taso I)</i>	
<b>2.1 Results of the national crown condition survey</b>	<b>21</b>
<i>Valtakunnallisen latvuskunnon seurannan tulokset</i> Martti Lindgren, Seppo Nevalainen & Antti Pouttu	
<b>2.2 Biotic and abiotic damage on the Level I network</b>	<b>32</b>
<i>Bioottiset ja abioottiset tuhot tason I havaintoaloilla</i> Seppo Nevalainen, Martti Lindgren & Antti Pouttu	
<b>3 Results of the intensive monitoring of forest ecosystems (Forest Focus/ICP Forests, Level II)</b>	<b>41</b>
<i>Metsien intensiiviseurannan tuloksia (Forest Focus/ICP metsäohjelma, taso II)</i>	
<b>3.1 Crown condition on the Level II network 2001–2004</b>	<b>41</b>
<i>Puiden latvuskunto tason II havaintoaloilla vuosina 2001–2004</i> Martti Lindgren, Seppo Nevalainen & Antti Pouttu	
<b>3.2 Needle chemistry on the intensive monitoring plots 1995–2003</b>	<b>46</b>
<i>Neulasten kemiallinen koostumus intensiiviseurannan havaintoaloilla vuosina 1995–2003</i> Päivi Merilä	
<b>3.3 Litterfall production on 14 Level II plots during 1996–2003</b>	<b>63</b>
<i>Karikesato 14 havaintoalalla (taso II) vuosina 1996–2003</i> Liisa Ukonmaanaho	
<b>3.4 Understorey vegetation on the Level II plots during 1998–2004</b>	<b>69</b>
<i>Aluskasvillisuus tason II havaintoaloilla vuosina 1998–2004</i> Maija Salemaa & Leena Hamberg	
<b>3.5 Open area bulk deposition and stand throughfall in Finland during 2001–2004</b>	<b>81</b>
<i>Avoimen paikan ja metsikkösadannan laskeuma Suomessa vuosina 2001–2004</i> Antti-Jussi Lindroos, John Derome & Kirsti Derome	

<b>3.6</b>	<b>Soil percolation water quality during 2001–2004 on 11 Level II plots</b>	<b>93</b>
	<i>Vajoveden kemiallinen koostumus 11 havaintoalalla (taso II) vuosina 2001–2004</i>	
	John Derome, Antti-Jussi Lindroos & Kirsti Derome	
<b>3.7</b>	<b>Phenological assessments on the intensive monitoring plots</b>	<b>99</b>
	<i>Fenologinen seuranta intensiiviseurannan havaintoaloilla</i>	
	Boy Possen & Egbert Beuker	
<b>3.8</b>	<b>Assessment of air quality on Level II plots</b>	<b>112</b>
	<i>Ilman laadun seuranta tason II havaintoaloilla</i>	
	Kirsti Derome	
<b>4</b>	<b>Results of other studies related to forest damages and long-term monitoring</b>	<b>120</b>
	<i>Muiden ympäristö- ja metsätuhoseurantojen ja -tutkimusten tuloksia</i>	
<b>4.1</b>	<b>The use of light microscopy to assess impact of ozone stress on Norway spruce needles in the field</b>	<b>120</b>
	<i>Otsonivaurioiden havainnointi kuusen neulasista valomikroskooppisesti</i>	
	Sirkka Sutinen & Minna Kivimäenpää	
<b>4.2</b>	<b>Pest and disease situation during 2002–2005 according to the Forest Damage Advisory Service</b>	<b>130</b>
	<i>Metsätuhot vuosina 2002–2005 metsätuhotietopalvelun saamien tietojen perusteella</i>	
	Antti Pouttu, Katriina Lipponen, Seppo Nevalainen, Martti Lindgren, Arja Lilja, Marja Poteri, Seppo Neuvonen, Heikki Henttonen & Jarkko Hantula	
<b>4.3</b>	<b>Forest damage observed in the 10th National Forest Inventory of Finland during 2004–2005</b>	<b>136</b>
	<i>Valtakunnan metsien 10. inventoinnissa vuosina 2004–2005 havaitut tuhot</i>	
	Kari T. Korhonen & Seppo Nevalainen	
<b>4.4</b>	<b>Hietajärvi – long-term results from a Finnish ICP Integrated Monitoring (IM) catchment</b>	<b>147</b>
	<i>Hietajärvi – pitkäaikaisen seurannan tuloksia ICP Yhdennetyin ympäristön seurannan (YYS) valuma-alueelta</i>	
	Mike Starr, Martin Forsius, Tarja Hatakka, Riitta Niinioja, Tuija Ruoho-Airola, Liisa Ukonmaanaho & Jussi Vuorenmaa	

## Preface

Since 1985 Finland has been participating in the Pan-European forest condition monitoring programme – the International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests) – which is based on international agreements on the long-range transportation of air pollutants (LRTAP). In member countries of the European Union, forest condition monitoring is based on regulations enacted in 1986 and 1994, and on modifications subsequently made to these regulations. Since 2003 the monitoring programme has been carried out under the EU Forest Focus regulation. In Finland, the Finnish Forest Research Institute (Metla) is responsible for carrying out annual forest vitality and health surveys on a 610 permanent plot network (Level I, extensive monitoring), and for studying the relationships between forest condition and air pollution and other stress factors on a network of 31 stands located throughout the country (Level II, intensive monitoring). This report presents the results of monitoring carried out under the Finnish Forest Focus/ICP Forests programmes during 2002 to 2004/5 as well as the results of other studies of forest condition in Finland.

All the researchers involved in Metla's Forest Monitoring programme have participated to a varying extent in writing this report. However, the work would not have been possible without the skilful and highly motivated support provided by the field, laboratory and office personnel at Metla.

## Alkusanat

Suomi on vuodesta 1985 lähtien osallistunut yleiseurooppalaiseen metsien terveydentilan seurantaohjelmaan (ICP metsäohjelma), joka perustuu kansainväliseen ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevaan sopimukseen (CLRTAP). Euroopan Unionin jäsenmaissa metsien terveydentilan seuranta pohjautuu vuosina 1986, 1994 vahvistetuihin säädöksiin ja niihin myöhemmin tehtyihin täydennyksiin. Vuodesta 2003 seurantaohjelma on toteutettu EU:n Forest Focus -säädöksen alaisuudessa. Metsäntutkimuslaitos (Metla) inventoi puiden kunnon vuosittain kansainvälisesti sovituin menetelmin 610 pysyvällä havaintoalalla (taso I, laaja-alainen seuranta). Metsien kunnon, ilman epäpuhtauksien sekä muiden stressitekijöiden välisiä vuorosuhteita tutkitaan 31 metsikössä eri puolilla Suomea (taso II, intensiivinen seuranta). Tässä raportissa esitetään ICP metsäohjelman Suomea koskevia tuloksia vuosilta 2002–2004/5 sekä muiden Suomen metsien terveydentilaa käsittelevien tutkimusten tuloksia.

Kaikki metsien terveydentilan seurantaohjelmassa työskentelevät tutkijat ovat osallistuneet tämän raportin laadintaan. Haluamme osoittaa kiitoksemme myös Metlan maasto-, laboratorio- ja toimistohenkilöstölle, jonka ammattitaitoinen työpanos on seurantaohjelman menestykselliselle toteuttamiselle korvaamattoman tärkeää.

## Summary

There were no notable changes in the average defoliation level of the tree species (Norway spruce, Scots pine, broadleaves, mainly birch) on the Level I extensive monitoring network during 2002–2005. The average tree-specific degree of defoliation for the period 2002–2005 on mineral soil sites was 9.4% in pine, 18.3% in spruce and 11.7% in broadleaves. In 2004, the plots located on peatlands were included in the survey for the first time and the average defoliation was 8.2% in pine, 17.0% in spruce and 9.3% in broadleaves. The relatively high stand age, weather and climatic factors, and fungal and insect damage were the main factors affecting defoliation. No correlation was found between the defoliation pattern of conifers or broadleaves and the modelled sulphur or nitrogen deposition at the national level in 2002–2005.

During the period 2002–2005, 33.4% of the pines, 36.5% of the spruces and 40.1% of the broadleaves on the Level I network showed signs of biotic or abiotic damage. Most of the observed damage was slight, i.e. it had no effect on the vitality of the trees. There was considerable variation in the occurrence of individual damaging agents between the years: e.g. the increase in insect (*Tomicus* sp.) damage in 2003, the increase in damage caused by *Gremmeniella abietina* in pine in 2004, and needle rust *Chrysomyxa ledi* in 2005 in spruce. Birch rust and leaf anthracnose were common on birches in 2004.

The air quality (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>) at a number of Level II plots was monitored using passive samplers during 2000–2001 and in 2004. The SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> concentrations were clearly higher in wintertime, and the O<sub>3</sub> concentration reached a maximum in early spring. The seasonal patterns were similar in different parts of the country. There was no clear difference between the locations in the O<sub>3</sub> concentrations, but the SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> concentrations were higher at the sites in south-eastern Finland close to the Russian border, and lower at the site in Lapland.

The annual nitrogen and sulphur deposition in southern Finland was clearly higher than in northern Finland. Sulphate deposition in the open and in stand throughfall (8 pine plots, 8 spruce plots) during 2001–2004 was clearly lower than that measured in earlier years (monitoring started in 1996), especially on the plots in southern Finland. There was no corresponding decrease in the deposition of nitrogen compounds in either bulk deposition or in stand throughfall. The reduction in sulphur deposition was reflected as a slight decrease in foliar sulphur concentrations in spruce and pine during the same period.

Stand litterfall was monitored on 8 spruce plots and 6 pine Level II plots during 1996–2003. The annual litterfall production varied considerably between the years and plots. The annual amount of litterfall varied strongly between the years and between the plots. The mean annual litterfall on the spruce plots ranged from 61 to 503 g m<sup>-2</sup>, and on the pine plots from 123 to 342 g m<sup>-2</sup>. Needle litterfall accounted for 29% to 87% of the total litterfall on the spruce plots and 52% to 69% on the pine plots. There was a clear peak in litterfall on the pine plots in the autumn, while on the spruce plots it was more evenly distributed throughout the year.

A complete vegetation survey of the 31 Level II plots was carried out in 2003. The vegetation on the mineral soil plots was primarily determined by the site fertility gradient, combined with the variation in soil moisture and location along the south-north axis. The number of vascular plant species decreased towards the north on both the pine and spruce plots. In contrast, the number of bryophyte and lichen species increased from south to north on the pine plots, but not on the spruce plots. The cover percentages of the understorey plant species remained relatively constant on six

of the Level II plots that were surveyed every year during 1998–2003. The largest annual changes in the coverage of vascular plants and bryophytes were 10–15%-units. The coverage of dwarf shrubs increased on two of the southern plots, and that of bryophytes correspondingly decreased. Between-year variation in the amount of precipitation and needle/leaf litter appeared to regulate the coverage of the bryophyte layer.

Phenological monitoring has been carried out on four Level II plots since 2000. The trees on the northern plots flushed later than those on the southern plots, but did so at a lower effective temperature sum. Spruce flushed earlier than pine. No relationship was found between growth onset and any of the weather or climatic parameters, indicating that a 5-year time series is too short to predict shifts in growth onset.

A study was carried out on the use of light microscopy in the diagnosis of ozone-induced symptoms in spruce needles. Samples were collected from the three youngest needle age classes in two stands growing on sites of different soil fertility. Light microscopy revealed ozone-specific symptoms: decreased chloroplast size with electron dense stroma advancing gradually from the outer to inner cell layers. The symptoms were expressed as ozone syndrome indexes at the needle age class, tree and stand levels. The index value was the highest on the less fertile site. The study showed that light microscopy can be used for quantitative diagnosis of the impact of ozone stress on spruce in the field.

The report includes two summaries of biotic and abiotic forest damage based on the annual forest damage reports compiled for the Ministry of Agriculture and Forestry (available in Finnish in the Internet) and on the results of stand level damage assessments made on the 23611 sample plots in the 10<sup>th</sup> National Forest Inventory (NFI) during 2004–2005. The results of NFI show that the total area of all types of damage was 5.314 mill. ha, or 26.3% of the total forest land area. Abiotic factors and fungi were the most common groups of causal agents in the 10<sup>th</sup> NFI data. The most frequently identified causes of damage in all stands were snow and moose. Resin-top disease and Scleroderris canker caused by *Gremmeniella abietina* are other commonly identified causal agents in pine-dominated forests. Rot fungi are the most frequent causes of damage in spruce-dominated forests. Annosum root rot (*Heterobasidion* sp.) was found in almost 100 000 ha of spruce forests. Other decay fungi were the most frequent causes of damage in deciduous stands. Compared to the previous inventory (9<sup>th</sup> NFI), the area of forest showing damage symptoms appears to have increased by 1.8%-units. The damage caused by moose has increased the most, especially in pine stands.

The results of integrated monitoring (ICP IM) activities at the Hietajärvi catchment in eastern Finland are presented at the end of the report. One of the Level II plots is also located in the catchment. The long-term monitoring data are used to evaluate the effectiveness of international agreements on the reduction of sulphur, nitrogen and heavy metals emissions. The data have also been used in numerous dynamic modelling studies on the impact of air pollution abatement policy and the future recovery of forest ecosystems. The data are being used to an increasing extent to assess the impacts of climate change on carbon cycling in catchments located in the boreal zone. The results clearly demonstrate the importance of long-term, multidisciplinary monitoring programmes.

## Yhteenveto

Metsien terveydentilan laaja-alaisen seurannan (taso I) mukaan kaikkien puulajien keskimääräinen harsuuntumisaste on viime vuosina pysynyt melko vakaana. Kivennäismailla kasvavien mäntyjen keskimääräinen harsuuntumisaste jaksolla 2002–2005 oli 9,4 %, kuusien 18,3 % ja lehtipuiden (pääasiassa koivuja) 11,7 %. Vuonna 2004 otettiin seurantaan mukaan myös turvemaiden näytealoja ja niillä mäntyjen keskimääräinen harsuuntumisaste oli 8,2 %, kuusien 17 % ja lehtipuiden 9,3 %. Harsuuntuminen johtuu Suomessa pääasiassa puuston ikääntymisestä, erilaisista epäedullisista ilmasto- ja säätekijöistä sekä sieni- ja hyönteistuhosta. Koko maata tarkasteltaessa ei havaittu yhteyttä ilman epäpuhtauksien ja neulaskadon välillä vuosina 2002–2005.

Tutkimusjakson (2002–2005) aikana metsien terveydentilan laaja-alaisessa seurannassa (taso I) havaittiin bioottisia tai abioottisia tuhoja 33,4 %:ssa mäntyhavaintopuita, 36,5 %:ssa kuusia ja 40,1 %:ssa lehtipuita. Suurin osa havaituista tuhoista oli lieviä eli ei vähentänyt puiden elinvoimaisuutta. Vuosien välillä oli kuitenkin suuria eroja eri tuhonaiheuttajien esiintymisessä, esim. männillä hyönteistuhot (ytimennävertäjätuhot) lisääntyivät vuonna 2003 ja versosurmatuhot 2004. Kuusella suopursuruoste yleistyi vuonna 2005. Koivuilla koivunruoste ja erilaiset lehtilaikut olivat yleisiä vuonna 2004.

Raportissa esitetään passiivikeräimillä saatuja tuloksia ilman laadusta muutamilla Metsien intensiiviseurannan (taso II) aloilla vuosilta 2000–2001 ja 2004. Rikkidioksidi- ( $\text{SO}_2$ ) ja typpidioksidi- ( $\text{NO}_2$ ) pitoisuudet olivat korkeimmat talviaikana, kun taas otsonipitoisuudet olivat korkeimmillaan aikaisin keväällä. Vuodenaikaisvaihtelu oli samansuuntaista kaikilla mittauspaikoilla. Otsonipitoisuuksissa ei havaittu selviä eroja eri mittauspaikkojen välillä, sen sijaan  $\text{SO}_2$ - ja  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet olivat korkeimpia Kaakkois-Suomessa, lähellä Venäjän rajaa olevilla mittauspaikoilla ja matalimpia Lapissa sijaitsevilla mittauspaikoilla.

Avoimen paikan ja metsikkösadannan (8 mänty- ja 8 kuusialaa) laskeumamittausten mukaan kokonaistypen ja sulfaattirikin ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ) keskiarvolaskeumat olivat selvästi suurempia Etelä-Suomessa verrattuna Pohjois-Suomeen vuosina 2001–2004. Verrattaessa vuosien 2001–2004 tuloksia aikaisempiin vuosiin (seuranta alkoi 1996) havaittiin, että avoimen paikan ja metsikkösadannan rikkilaskeuma on alentunut etenkin Etelä-Suomen havaintoaloilla. Vastaavaa laskeuman vähentymistä ei ollut havaittavissa typen yhdisteille avoimella paikalla tai metsikkösadannassa. Rikkilaskeumassa tapahtunut lasku näkyy lievästi laskevana trendinä myös neulasten rikkipitoisuudessa. Muutoin puiden ravinnetilassa ei ole havaintojakson aikana tapahtunut jyrkkiä muutoksia.

Karikesatoa on seurattu intensiiviseurannan kahdeksalla kuusi- ja kuudella mäntyalalla vuosina 1996–2003. Karikesato vaihteli runsaasti sekä vuosien että näytealojen välillä. Kuusikoissa keskimääräinen vuosittainen karikesato vaihteli 61–503 g m<sup>-2</sup>, vastaavasti männiköissä 123–342 g m<sup>-2</sup>. Neulaskarikkeen osuus kokonaiskarikesadosta oli kuusialoilla 29–87 % ja mäntyaloilla 52–69 %. Männiköissä karikesadossa esiintyi selkeä vuodenaikaisvaihtelu määrän ollessa suurimmillaan syksyisin, sen sijaan kuusikoissa karikesato oli tasaisemmin jakautunut ympäri vuoden.

Raportissa esitetään yhteenveto intensiiviseuranta-alojen toisesta aluskasvillisuusinventoinnista (v. 2003). Kivennäismailla sijaitsevien havaintoalojen aineistossa tärkein kasvillisuuden rakennetta kuvaava vaihtelusuunta ilmensi kasvupaikan ravinteisuutta, maaperän kosteutta ja koealan sijaintia etelä-pohjoissuunnassa. Putkilokasvilajien lukumäärä vähentyi pohjoiseen päin sekä männiköissä että kuusikoissa. Toisaalta sammal- ja jäkälälajien lukumäärä lisääntyi männi-

köissä pohjoiseen päin, mutta vastaavaa vaihtelua ei havaittu kuusikoissa. Kasvilajien peittävyysprosentit ovat pysyneet suhteellisen vakaina kuudella vuosittain tutkitulla taso II:n havaintoalalla seurantajakson 1998–2003 aikana; suurimmillaan muutokset ovat olleet 10–15 %-yksikköä. Varpujen peittävyys lisääntyivät kahdella eteläisellä havaintoalalla, mutta samanaikaisesti sammalten peittävyys pieneni. Vuosien väliset erot sade- ja neulas/lehtikarikkeen määrissä näyttivät säätelevän sammalkerroksen peittävyyttä.

Fenologista havainnointia on tehty neljällä intensiiviseurannan havaintoalalla vuodesta 2000 lähtien. Kullakin havaintoalalla on seurattu kasvuunlähtöä, ts. silmujen puhkeamista. Pohjoisilla havaintoaloilla silmut puhkeavat selvästi myöhemmin kuin etelässä, mutta silmujen puhjetessa lämpösummakertymä on pohjoisessa alhaisempi kuin etelässä. Kasvuunlähtö tapahtuu aikaisemmin kuusella kuin männyllä. Kasvuunlähdon ja säätekijöiden välillä ei havaittu merkitsevää yhteisvaihtelua, mikä osoittaa, että viiden vuoden aikasarja on liian lyhyt kasvuunlähdon ennustamiseksi.

Raportissa julkaistaan tulokset erillistutkimuksesta, jossa tutkittiin otsonin aiheuttamiksi tunnettuja oireita valomikroskooppisesti kuusen neulasista. Neulasnäytteet kerättiin kahdesta ravintetasoltaan erilaisesta metsiköstä, kuusten kolmesta nuorimmasta neulasvuosikerrasta. Valomikroskooppisesti voitiin todeta otsonille tyypilliset oireet: kloroplastin koon pieneneminen ja samanaikainen strooman tummuminen sekä oireiston eteneminen asteittain uloimmista solukerroksista sisempiin kerroksiin. Oireet esitettiin otsonioireindeksinä neulasvuosikerta-, puu- ja metsikkötasoille. Indeksit olivat korkein ravinteisuudeltaan alhaisemmalla kasvupaikalla. Tutkimus osoitti, että valomikroskopia soveltuu kvantitatiiviseen otsonioireiden havainnointiin havupuilla kenttäolosuhteissa.

Lisäksi esitetään kaksi metsien abioottisia ja bioottisia tuhoja koskevaa katsausta, joista toinen perustuu maa- ja metsätalousministeriölle toimitettuihin metsätuho raportteihin vuosilta 2002–2005 (<http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys>) ja toinen Valtakunnan metsien 10. inventoinnin (10. VMI) kuviokohtaisiin tuhotuloksiin 23 611 koealalta vuosilta 2004–2005. VMI-aineistossa tuhoja esiintyi kaikkiaan 5,314 milj. hehtaarilla tai 26,3 % metsämaan pinta-alasta. Abioottiset tekijät ja sienet ovat tärkeimpiä tuhonaiheuttajaryhmiä, ja lumi- ja hirvituhot ovat yleisimpiä tuhonaiheuttajia koko aineistossa. Tervasrosot ja versosurma ovat mäntyvaltaisten metsien yleisimmät tunnistetut tuhonaiheuttajat. Lahottajasienet ovat puolestaan yleisimpiä kuusi-valtaisissa metsissä. Juurikäpien aiheuttamaa lahoa tavattiin lähes 100 000 ha:lla kuusikoissa. Lahottajasienet ovat yleisimpiä tuhonaiheuttajia myös lehtipuuvaltaisissa metsissä. Edelliseen inventointiin (9. VMI) verrattuna sellaisten metsiköiden pinta-ala, joissa tuhoja esiintyy, näyttää lisääntyneen 1,8 %-yksiköllä. Erityisesti hirvituhot ovat lisääntyneet männiköissä.

Lopuksi raportissa esitetään tuloksia Itä-Suomessa sijaitsevalta Hietajärven valuma-alueelta, joka kuuluu Ympäristön yhdenntyn seurannan (YYSS) havaintoaloihin. Myös Metsien intensiiviseurannan (taso II) Lieksan havaintoala sijaitsee kyseisellä valuma-alueella. Alueelta on kerätty seuranta-aineistoa, jonka avulla voidaan arvioida kansainvälisten rikki-, typpi- ja raskasmetallipäästöjen rajoittamista koskevien sopimusten toteutumista. Tämän lisäksi aineistoa on hyödynnetty lukuisissa mallinustehtävissä, joiden tarkoituksena on ollut kuvata päästöjen vähentämistoimien vaikutuksia ja ekosysteemin toipumiskehitystä. Aineistoa käytetään yhä enemmän myös arvioitaessa ilmastomuutoksen vaikutuksia valuma-alueiden hiilen kiertoon boreaalissa vyöhykkeessä. Tulokset osoittavat pitkäaikaisen ja monitieteisen yhdenntyn seurannan tärkeyden.