

Jouni Väkevä ja Katriina Lipponen

## Yksityismaiden metsätuhot vuosina 1992–93 ja metsätuho- rekisteri



Jouni Väkevä



Katriina Lipponen

**Väkevä, J. & Lipponen, K.** 1997. Yksityismaiden metsätuhot vuosina 1992–93 ja metsätuho-  
rekisteri. Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia 3/1997: 307–319.

Metsätuho-  
rekisterin käyttötarkoituksena on toimia eri lähteistä koottujen tuohavaintojen  
keskusrekisterinä, josta voidaan tulostaa karttapohjaista tietoa tuhojen esiintymisestä ja  
merkityksestä. Rekisteri toteutettiin relaatiotietokantana, ja aineiston visualisointia varten  
rakennettiin paikkatietojärjestelmäsovellus. Tuhojen määrää tarkasteltiin metsälautakunnis-  
sa v. 1992–93 tehtyjen havaintojen perusteella. Tutkitun alueen osuus Suomen metsämaan  
kokonaispinta-alasta oli v. 1992 3,2 % ja v. 1993 3,9 %. Tuhoja havaittiin v. 1992 1,4 %:lla ja v.  
1993 1,1 %:lla inventoidusta pinta-alasta. Yleisimpiä tuhonaiheuttajia olivat hirvi ja lahottaja-  
sienet. Tuloksia voidaan pitää aliarviona tuhojen todellisesta määrästä, mikä johtuu mm.  
tuhojen kirjaamiskäytännöstä. Metsäsuunnittelusta saadaan tuhojen seurantaan soveltuvaa  
aineistoa koko maan alueelta vuosittain ja suhteellisen lyhyellä viiveellä, mikä on merkittävä  
etu verrattuna muista lähteistä saatavaan tietoon.

Asiasanat: metsätuhot, seuranta, tietojärjestelmät, tietokannat, metsäsuunnitelmat  
Kirjoittajien yhteystiedot: *Väkevä*, Metsäteho Oy, PL 194, 00131 Helsinki; *Lipponen*, Metsän-  
tutkimuslaitos, PL 18, 01301 Vantaa. Sähköposti [jouni.vakeva@metsateho.fi](mailto:jouni.vakeva@metsateho.fi)  
Hyväksytty 3.9.1997

# 1 Johdanto

Metsäntutkimuslaitos seuraa metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta annetun lain (263/91) nojalla annetun asetuksen (1045/91) velvoittamana metsän tuhoeläinten ja kasvitautien esiintymistä ja antaa tuhoilanteesta vuosittain selvityksen Maa- ja metsätalousministeriölle. Samassa asetuksessa velvoitetaan metsälautakunnat, nykyisin metsäkeskukset, sekä ne valtion virastot ja laitokset, joilla on hallinnassaan metsäalueita, avustamaan Metsäntutkimuslaitosta tehtävän suorittamisessa.

Metsätuhojen esiintymisen seurannan kehittämiseksi Metsäntutkimuslaitokseen perustettiin vuonna 1993 metsätuhorekisteri, johon alettiin kerätä tuhohavaintoja niiltä organisaatioilta, joita avustusvelvollisuus asetuksen perusteella koskee. Rekisteriä suunniteltaessa tavoitteeksi asetettiin, että rekisteristä voisi aikaa myöten muodostua eri lähteistä koottujen tuhotietojen keskusrekisteri, josta olisi nopeasti saatavissa karttapohjaista tietoa erilaisten metsätuhojen esiintymisestä ja merkityksestä. Kun rekisteri saataisiin toimivaksi, siihen voitaisiin alkaa tallentaa myös muista kuin asetuksen osoittamista lähteistä saatuja tuhotietoja.

Tähän mennessä tuhorekisteriin on talletettu metsähallituksen hoitoalueissa vuonna 1991 ja metsälautakunnissa vuosina 1992–93 havaitut tuhotiedot. Tuhojen seurannan kannalta metsälautakunnista saatava aineisto on kattavinta ja suhteellisen lyhyellä viiveellä saatavissa. Metsälautakunnissa tehtyjä havaintoja ei ole juurikaan hyödynnetty muutamaa selvitystä lukuunottamatta (Koskimäki 1990, Weckroth 1992). Rekisterin perustamisvuonna tuhohavaintoja tiedusteltiin myös Puolustusvoimien metsäpiireistä, maaseutuelinkeinopiireistä sekä Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusalueista. Saadut tiedot olivat kuitenkin niin vähäisiä ja puutteellisia, ettei niitä tallennettu rekisteriin.

Sekä metsäkeskukset että Metsähallitus tekevät tuhohavaintoja metsäsuunnittelun yhteydessä. Näiden organisaatioiden toiminta-alue kattaa yhteensä noin 87 % metsämaan kokonaispinta-alasta. Yksityismailla alue- ja tilakohtaista tietoa tuottavien metsäkeskusten toiminta-alue käsittää 62 % ja valtion mailla metsäsuunnittelua tekevän metsähalli-

tuksen 25 % metsämaan kokonaispinta-alasta (Aarne 1995). Vuosittainen suunnittelualue käsittää kuitenkin vain osan toiminta-alueesta, joten uusia tuhohavaintoja saadaan vain suunnitteluvuorossa olevilta alueilta.

Tässä raportissa esitetään metsiemme terveydentila vuosina 1992–93 metsälautakuntien metsäsuunnitteluaineistosta laskettujen tulosten perusteella. Lisäksi esitellään metsätuhorekisterin tietokantarakenne sekä ensimmäinen versio aineiston visualisointiin suunnitellusta paikkatietosovelluksesta vuoden 1992 aineiston avulla.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Tuhojen kirjaaminen

Metsäsuunnittelua varten metsälautakuntien toiminta-alueet oli jaettu metsänhoitoyhdistyksittäin noin 2 000–5 000 hehtaarin suunnittelualueisiin. Suunnittelualueet oli jaettu lohkoihin, lohkot muodostuivat tiloista ja tilat oli tarpeen mukaan jaettu työlohkoihin. Tilan sisällä metsikkötunnukset arvioitiin kuvioittain.

Tuhotiedot kirjattiin maastolomakkeelle kuvion erityisominaisuuksina. Tuhon aiheuttajalle sekä vaikutukselle varattuihin sarakkeisiin voitiin kirjata vaihtoehtoisesti myös seuraaviin ryhmiin kuuluvia erityisominaisuuksia: energiapuun määrä, maapohja, puusto, hakkuutyöt, hoitotyöt sekä luonnonsuojelu ja riistatalous (TASO... 1991). Erityisominaisuuksia voitiin kirjata enintään kaksi yhdelle kuviolle. Suunnittelijan tehtäväksi jäi harkita, mitkä kaksi erityisominaisuutta olivat kuviolla keskeisimpiä.

Havaintoja tehtiin 18 erilaisen tuhoaiheuttajan esiintymisestä. Aiheuttajaluettelo esitetään tulosten yhteydessä taulukoissa 2 ja 3. Tuhojen rekisteröinti- ja vaikutuksen arviointiohjeet on esitetty maastotyöoppaassa seuraavasti (TASO... 1991, s. 23):

”Metsätuhot rekisteröidään, kun ne vaikuttavat puuntuotokseen tai uhkaavat levitä metsikössä. Tuhoa, joka on kohdistunut vain siihen puuston osaan, jota ei voida pitää kasvatettavana, ei merkitä. Jos tuho on yli viisi vuotta vanha, on usein syytä täy-

dentää koodimäärittystä kuvion tekstirivillä.

Erityisominaisuudella merkittävän tuhon vaikutus tulisi koskea vähintään puolen hehtaarin yhtenäistä aluetta.

Tuhon vaikutus määritetään kolmeen luokkaan: lievä, keskinkertainen ja vakava. Kasvun pieneneminen, puiden kuoleminen ja puiden vaurioituminen ovat tuhon merkityksen arvostelun pääkriteerit.

*Lieväksi* luokitellaan tuho, kun se ei ole muuttanut metsikön laatua tai kehityskelpoisuutta merkittävästi. Puuntuotos on edelleen vähintään 85 % kasvupaikan puuntuotantomahdollisuudesta.

*Keskinkertainen* tuho on selvästi todettavissa ja se on alentanut hyvän tai tyydyttävän metsikön puuntuottoa ja laatua 15–30 %. Tuho ei kuitenkaan vielä ole tehnyt metsiköstä vajaatuottoista.

*Voimakas* tuho on hyvin vakava tai täydellinen. Tuho on merkinnyt metsikön laadun huononemista ja puuntuotoksen alentumista määrältään tai arvoltaan yli 30 %, jonka seurauksena metsikkö on muuttunut vajaatuottoiseksi. Tuhon kohteena oleva metsikkö on usein heti uudistettava vahingon aiheuttaman vajaatuottoisuuden poistamiseksi.”

## 2.2 Havaintoaineiston peittävyys

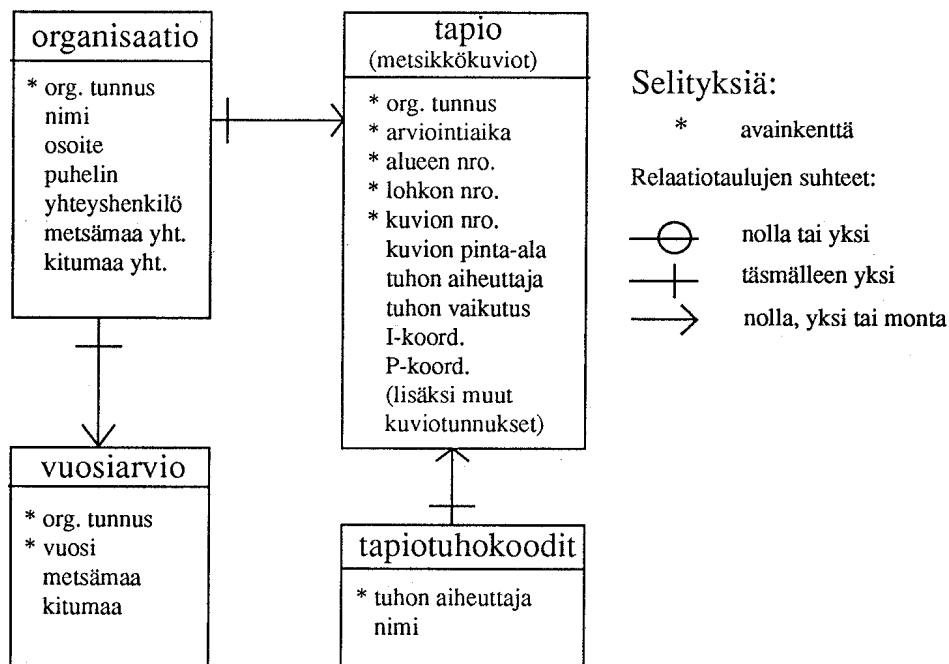
Taulukossa 1 esitetään vuosina 1992–93 tuhoseurannassa mukana olleen metsämaan pinta-ala metsälautakunnittain suhteutettuna metsämaan kokonaispinta-alaan. Kokonaispinta-ala (Aarne 1994) sisältää kaiken lautakunnan alueella olevan metsämaan riippumatta omistussuhteista, ts. kokonaispinta-ala sisältää myös metsämaata, joka ei kuulu metsälautakuntien aluesuunnittelun piiriin. Pinta-alavertailusta saadaan kuva inventointimenetelmän kattavuudesta valtakunnan tasolla.

## 2.3 Havaintojen kokoaminen tuhorekisteriin

Tuhohavainnot poimittiin metsälautakuntien TASO-järjestelmästä, ja ne vietiin siirtotiedostojen kautta Metsäntutkimuslaitoksen tuhorekisteriin. Rekisteriin tallennettiin vain niiden suunnittelualueiden tiedot, joiden maastotyöt oli tehty kokonaisuudessaan

**Taulukko 1.** Metsämaan kokonaispinta-ala ja inventoinnin peittävyys metsälautakunnittain vuosina 1992–93.

Metsälautakunta	Kokonaisala metsämaa, 1000 ha	Vuosi	Invent. ala metsämaa, 1000 ha	Osuus kok.alasta, %
1 Helsinki (ruot.)	378	-92	7	1,9
		-93	11	2,9
2 Lounais-Suomi	526	-92	10	1,9
		-93	15	2,9
3 Satakunta	687	-92	22	3,2
		-93	36	5,2
4 Uusimaa-Häme	494	-92	40	8,2
		-93	20	4,0
5 Pirkaa-Häme	777	-92	30	3,9
		-93	54	6,9
6 Itä-Häme	574	-92	21	3,7
		-93	23	4,0
7 Etelä-Savo	811	-92	21	2,6
		-93	82	10,1
8 Etelä-Karjala	637	-92	31	4,9
		-93	43	6,8
9 Itä-Savo	497	-92	27	5,4
		-93	16	3,2
10 Pohjois-Karjala	1369	-92	22	1,6
		-93	72	5,3
11 Pohjois-Savo	1317	-92	27	2,1
		-93	62	4,7
12 Keski-Suomi	1230	-92	17	1,4
		-93	44	3,6
13 Etelä-Pohjanmaa	907	-92	38	4,2
		-93	40	4,4
14 Pohjanmaa (ruot.)	476	-92	29	6,1
		-93	32	6,7
15 Keski-Pohjanmaa	763	-92	59	7,7
		-93	39	5,1
16 Kainuu	1660	-92	50	3,0
		-93	61	3,7
17 Pohjois-Pohjanmaa	1575	-92	69	4,4
		-93	59	3,7
18 Koillis-Suomi	1738	-92	51	2,9
		-93	56	3,2
19 Lappi	3586	-92	65	1,8
		-93	22	0,6
Yhteensä	20002	-92	636	3,2
		-93	787	3,9



Kuva 1. Tuhorekisterin relaatiotaulut, niiden suhteet toisiinsa ja taulujen kentät.

saman vuoden aikana, ja joiden tiedot oli viety TASO-järjestelmään seuraavan vuoden maaliskuun loppuun mennessä. Satakunnan metsälautakunnalta vuodelta 1993 saatu aineisto poikkesi edellisestä sikäli, että tiedot lähetettiin lohkoittain, millä ei kuitenkaan ole vaikutusta tuloksiin. Jättämällä aineistosta pois keskeneräiset tai usean vuoden aikana inventoidut alueet vältettiin mahdolliset sekaannukset inventointien ajankohdissa ja pinta-aloissa.

Yli viisi vuotta aikaisemmin alkaneista tuhotapauksista tehtyjä sanallisia merkintöjä ei voitu siirtää rekisteriin. Näin ollen tuhoista tiedetään toteamisvuosi mutta ei alkamisajankohtaa.

Havaintoja tuhoista kertyi vuonna 1992 yhteensä 4 870 kuvioilta ja vuonna 1993 yhteensä 5 855 kuvioilta.

## 2.4 Tuhorekisterin rakenne

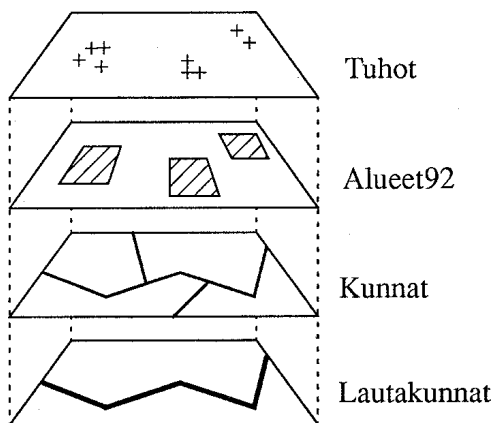
Tuhorekisteri koostuu neljästä Ingres-relaatiotietokannan taulusta (kuva 1).

- *Organisaatio*-taulu sisältää metsälautakuntien yhteystiedot ja maapinta-alat.
- *Vuosiarvio*-taulu sisältää metsälautakuntien vuosittain inventoidut maapinta-alat.
- *Tapio*-taulu sisältää kuviotiedot, mm. kuvioiden yksilöimiseen tarvittavat tiedot, inventoinnin ajankohdan, kuvion sijainnin koordinaatteina sekä tuhotiedot.
- *Tapiotuhokoodit*-taulu sisältää selitykset tuhokoo-deille.

## 2.5 Aineiston visualisointi

Aineiston visualisointikokeiluun otettiin mukaan vuoden 1992 tuohavainnot (4 870 kuvioita). Puutuvien koordinaattitietojen takia osa tuhokohteista jouduttiin jättämään pois aineistosta. Paikkatietojärjestelmään vietiin 3 977 metsikkökuvioita, joiden sijaintitiedot olivat kunnossa.

Aineistosta rakennettiin ARC/INFO-järjestelmällä (Understanding GIS... 1992) paikkatietosovellus, joka koostuu kuvan 2 karttatasoista.



**Kuva 2.** Tuhorekisterin paikkatietosovelluksen karttatasot.

#### *Tuhot*

Karttataso esittää vuoden 1992 tuohohavaintojen (3977 kpl) sijainnin. Tuho aiheuttajakoodit ja sijaintitiedot vietiin ASCII-tiedoston kautta ARC/INFO-järjestelmän INFO-tauluun. Tuho kuviot luettiin pistetietona yhdeksi karttatasoksi.

#### *Alueet92*

Karttataso esittää inventoitujen suunnittelualueiden sijainnin ja suuruusluokan. Suunnittelualueiden rajoja ei ollut saatavissa valmiina numeerisessa muodossa, vaan ne digitoitiin arcedit-ohjelman avulla. Työ tehtiin siten, että kaikkien vuonna 1992 metsäsuunnittelussa olleiden metsikkökuvioiden (noin 300 000 kpl) sijainti luettiin karttatasoksi, josta kuviorykelmät digitoitiin suorakaiteenmuotoisiksi alueiksi. Lopputulos on karkea, mutta osoittaa kuitenkin inventoitujen alueiden sijainnin ja suuruusluokan.

#### *Kunnat ja Lautakunnat*

Karttatasot esittävät kunta- ja metsälautakuntarajoja. Aineisto oli saatavissa valmiina Metsäntutkimuslaitoksesta.

Karttatason selailu toteutettiin Fokis-ohjelman avulla (Gillis ja Power 1994). Fokis (Forest Knowledge & Information System) on käyttöliittymä ARC/INFO:lla tuotettujen karttatason selailuun ja analysointiin. Kuvassa 3 (luku 3.3) on esimerkki Fokiksen käyttöliittymästä, jossa kaikki em. karttatasot ovat yhtäaikaan näkyvissä.

## 3 Tulokset

### 3.1 Tuhojen määrä

Lautakuntien metsäsuunnittelun yhteydessä havaittujen tuhojen pinta-alat ja suhteelliset osuudet inventoidusta alueesta esitetään taulukossa 2. Tuhojen pinta-ala on saatu laskemalla yhteen kaikkien metsikkökuvioiden pinta-alat, joilla on tehty jonkinasteinen tuohohavainto, ts. tuho on luokiteltu voimakkaaksi, keskinkertaiseksi, lieväksi tai vaikutusta ei ole lainkaan määriteltä. Tulokset kuvaavat inventoitujen alueiden tilannetta arviointihetkellä. Aineistosta ei ole voitu päätellä tuhon alkamisajankohtaa.

Yhteensä tuohohavaintoja tehtiin vuonna 1992 1,4 %:lla ja vuonna 1993 1,1 %:lla inventoidun metsämaan pinta-alasta. Eniten tuhoja todettiin Lounais-Suomessa (4,8 %). Myös Helsingin, Etelä-Karjalan ja Pohjanmaan lautakuntien alueilla tuhoja havaittiin selvästi keskimääräistä enemmän. Vähän tuohohavaintoja tehtiin Etelä-Pohjanmaalla, Kainuussa ja Keski-Suomessa.

Hirvet merkittiin useimmin yleisimmäksi tuho aiheuttajaksi koko maassa. Vuonna 1992 ne olivat tuho aiheuttajista yleisimpiä kuudessa ja vuonna 1993 yhdeksässä lautakunnassa. Hirvituhoja rekisteröitiin varsinkin Pirkka-Hämeessä, Pohjois-Karjalassa, Pohjanmaalla ja Koillis-Suomessa. Hirvituhot olivat valtaosaltaan merkitykseltään lieviä (taulukko 3). Hirvituhot on tunnistettu ja kirjattu todennäköisesti keskimääräistä useammin, koska ne kuuluvat korvattavien tuhojen piiriin. Koko aineistossa hirvituhojen määrä oli kuitenkin vain noin 1/3 siitä, mitä kahdeksannessa valtakunnan metsien inventoinnissa on todettu (Aarne 1995, s. 86).

Puiden lahovikaisuus oli yleisin tuho viidessä metsälautakunnassa sekä vuonna 1992 että vuonna 1993. Lahovikaisuutta esiintyi varsinkin maan eteläosissa. Helsingin ja Lounais-Suomen lautakunnat erottuivat selvästi muita suuremmalla lahon osuudella. Laho merkittiin yleisimmäksi tuho aiheuttajaksi myös Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Karjalan ja Pohjanmaan lautakunnissa. Havainnot vahvistavat muissa inventoinneissa tai selvityksissä saatuja tuloksia puiden lahovikaisuuden yleisyydestä Etelä-Suomessa (Tam-

**Taulukko 2 (osa 1/3).** Tuhojen pinta-ala ja suhteellinen osuus metsälautakunnittain vuosina 1992–93. Alleviivauksella on merkitty vuoden yleisin (yhtenäinen viiva) ja toiseksi yleisin (pisteviiva) tuhon aiheuttaja.

Tuhon aiheuttaja	Metsälautakunta														
	1 Hels. (r)		2 Loun.-S.		3 Satak.		4 Uud.-Häm.		5 Pir.-Häme		6 I-Häme		7 E-Savo		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
1 Myrskytuho	-92	2	0,0	8	0,1	2	0,0	1	0,0	5	0,0	5	0,0	9	0,0
	-93	9	0,1	8	0,1	6	0,0	2	0,0	21	0,0	12	0,1	14	0,0
2 Tulvavesituho	-92	-	-	1	0,0	-	-	5	0,0	2	0,0	1	0,0	-	-
	-93	-	-	-	-	4	0,0	1	0,0	6	0,0	-	-	6	0,0
3 Hallatuho	-92	-	-	-	-	-	-	5	0,0	2	0,0	6	0,0	-	-
	-93	1	0,0	3	0,0	2	0,0	-	-	21	0,0	7	0,0	11	0,0
4 Lumituho	-92	72	<u>1,0</u>	3	0,0	2	0,0	195	<u>0,5</u>	12	0,0	15	0,1	5	0,0
	-93	41	<u>0,4</u>	2	0,0	-	-	3	0,0	20	0,0	19	0,1	4	0,0
5 Routatuho	-92	-	-	8	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-93	-	-	-	-	2	0,0	1	0,0	2	0,0	-	-	8	0,0
6 Sienituho	-92	-	-	-	-	-	-	13	0,0	4	0,0	-	-	130	<u>0,6</u>
	-93	-	-	-	-	2	0,0	-	-	8	0,0	6	0,0	50	0,1
7 Hyönteistuho	-92	12	0,2	-	-	3	0,0	14	0,0	12	0,0	4	0,0	19	0,1
	-93	-	-	2	0,0	88	0,2	0	0,0	16	0,0	37	0,2	6	0,0
8 Ilmansaasteet	-92	-	-	1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-93	-	-	-	-	6	0,0	-	-	1	0,0	-	-	3	0,0
9 Tervasroso	-92	13	0,2	9	0,1	78	<u>0,4</u>	6	0,0	6	0,0	-	-	32	<u>0,2</u>
	-93	3	0,0	10	0,1	18	0,0	-	-	10	0,0	7	0,0	57	0,1
10 Versosurma	-92	2	0,0	72	0,7	17	0,1	59	0,1	64	0,2	52	0,2	-	-
	-93	-	-	39	<u>0,3</u>	96	<u>0,3</u>	2	0,0	43	0,1	-	-	13	0,0
11 Heinän aih.	-92	-	-	-	-	-	-	6	0,0	4	0,0	10	0,0	3	0,0
	-93	-	-	-	-	4	0,0	3	0,0	5	0,0	2	0,0	5	0,0
12 Vesakon aih.	-92	-	-	-	-	21	<u>0,1</u>	-	-	1	0,0	2	0,0	1	0,0
	-93	-	-	-	-	1	0,0	-	-	2	0,0	-	-	-	-
13 Myyrät	-92	-	-	-	-	1	0,0	18	0,0	28	0,1	12	0,1	13	0,1
	-93	-	-	-	-	5	0,0	13	0,1	6	0,0	15	0,1	18	0,0
14 Majava	-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-93	-	-	-	-	-	-	-	-	14	0,0	2	0,0	2	0,0
15 Hirvi	-92	21	0,3	25	0,3	3	0,0	28	0,1	68	<u>0,2</u>	69	<u>0,3</u>	21	0,1
	-93	1	0,0	6	0,0	28	0,1	47	<u>0,2</u>	395	<u>0,7</u>	92	<u>0,4</u>	84	<u>0,1</u>
16 Lahovikaisuus	-92	217	<u>3,1</u>	277	<u>2,8</u>	15	0,1	175	<u>0,4</u>	67	<u>0,2</u>	105	<u>0,5</u>	3	0,0
	-93	203	<u>1,9</u>	254	<u>1,7</u>	228	<u>0,6</u>	201	<u>1,0</u>	144	<u>0,3</u>	55	<u>0,2</u>	96	<u>0,1</u>
17 Tuulenkaatoja	-92	1	0,0	6	0,1	-	-	38	0,1	-	-	1	0,0	5	0,0
	-93	-	-	9	0,1	14	0,0	26	0,1	55	0,1	3	0,0	52	0,1
40 Tyvitervas (vain E-Karjalassa) -93	-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yhteensä	-92	339	4,8	409	4,2	141	0,7	563	1,4	275	0,9	280	1,3	242	1,2
	-93	258	2,4	334	2,3	503	1,4	299	1,5	767	1,4	256	1,1	427	0,5

Taulukko 2 (osa 2/3).

Tuhon aiheuttaja	Metsälautakunta														
	8 E-Karj.		9 I-Savo		10 P-Karj.		11 P-Savo		12 K-Suomi		13 E-Pohj.		14 Pohj. (r)		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
1 Myrskytuho	-92	0	0,0	5	0,0	7	0,0	4	0,0	7	0,0	4	0,0	11	0,0
	-93	13	0,0	5	0,0	21	0,0	20	0,0	9	0,0	4	0,0	14	0,0
2 Tulvavesituho	-92	5	0,0	3	0,0	2	0,0	-	-	-	-	1	0,0	4	0,0
	-93	-	-	-	-	4	0,0	3	0,0	1	0,0	-	-	4	0,0
3 Hallatuho	-92	2	0,0	3	0,0	10	0,0	8	0,0	2	0,0	3	0,0	2	0,0
	-93	8	0,0	4	0,0	15	0,0	30	0,0	8	0,0	1	0,0	4	0,0
4 Lumituho	-92	19	0,1	-	-	9	0,0	1	0,0	6	0,0	1	0,0	3	0,0
	-93	16	0,0	-	-	17	0,0	5	0,0	11	0,0	1	0,0	4	0,0
5 Routatuho	-92	2	0,0	1	0,0	1	0,0	-	-	-	-	2	0,0	1	0,0
	-93	0	0,0	1	0,0	-	-	9	0,0	-	-	1	0,0	-	-
6 Sienituho	-92	33	0,1	35	0,1	8	0,0	13	0,0	4	0,0	34	0,1	165	0,6
	-93	71	0,2	18	0,1	27	0,0	22	0,0	14	0,0	5	0,0	44	0,1
7 Hyönteistuho	-92	25	0,1	16	0,1	1	0,0	7	0,0	1	0,0	1	0,0	31	0,1
	-93	104	0,2	1	0,0	8	0,0	-	-	4	0,0	4	0,0	10	0,0
8 Ilmansaasteet	-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	0,2
	-93	-	-	-	-	3	0,0	-	-	-	-	-	-	7	0,0
9 Tervasroso	-92	121	0,4	95	0,3	19	0,1	-	-	16	0,1	11	0,0	2	0,0
	-93	487	1,1	97	0,6	20	0,0	2	0,0	2	0,0	10	0,0	15	0,0
10 Versosurma	-92	19	0,1	10	0,0	6	0,0	10	0,0	7	0,0	31	0,1	-	-
	-93	49	0,1	-	-	98	0,1	77	0,1	132	0,3	39	0,1	-	-
11 Heinän aih.	-92	-	-	6	0,0	2	0,0	2	0,0	-	-	15	0,0	2	0,0
	-93	1	0,0	8	0,0	25	0,0	3	0,0	10	0,0	3	0,0	-	-
12 Vesakon aih.	-92	-	-	0	0,0	1	0,0	-	-	-	-	-	-	3	0,0
	-93	-	-	-	-	5	0,0	1	0,0	-	-	-	-	1	0,0
13 Myyrät	-92	2	0,0	23	0,1	2	0,0	2	0,0	3	0,0	2	0,0	3	0,0
	-93	1	0,0	20	0,1	8	0,0	18	0,0	18	0,0	7	0,0	3	0,0
14 Majava	-92	0	0,0	1	0,0	6	0,0	0	0,0	-	-	1	0,0	-	-
	-93	5	0,0	-	-	17	0,0	1	0,0	-	-	-	-	-	-
15 Hirvi	-92	43	0,1	45	0,2	215	1,0	56	0,2	25	0,1	25	0,1	245	0,8
	-93	80	0,2	29	0,2	478	0,7	97	0,2	119	0,3	5	0,0	224	0,7
16 Lahovikaisuus	-92	101	0,3	7	0,0	53	0,2	28	0,1	35	0,2	48	0,1	24	0,1
	-93	294	0,7	7	0,0	80	0,1	59	0,1	9	0,0	30	0,1	168	0,5
17 Tuulenskaatoja	-92	21	0,1	9	0,0	38	0,2	54	0,2	5	0,0	34	0,1	134	0,5
	-93	56	0,1	3	0,0	42	0,1	60	0,1	66	0,1	15	0,0	133	0,4
40 Tyvitervas (vain E-Karjalassa)	-92	86	0,3												
	-93	383	0,9												
Yhteensä	-92	479	1,5	260	1,0	380	1,7	184	0,7	110	0,7	211	0,6	686	2,4
	-93	1567	3,6	193	1,2	866	1,2	405	0,7	403	0,9	123	0,3	628	2,0

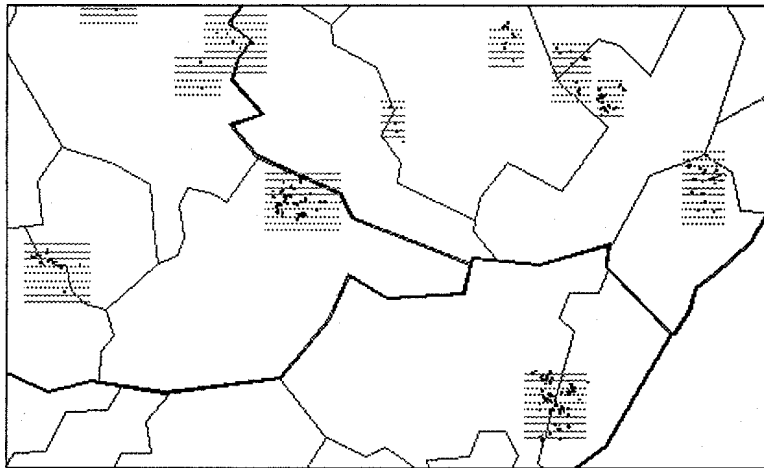
Taulukko 2 (osa 3/3).

Tuhon aiheuttaja	Metsälautakunta												
	15 K-Pohj.			16 Kainuu		17 P-Pohj.		18 Koill.-S.		19 Lappi		Yhteensä	
	ha	%		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1 Myrskytuho	-92	35	0,1	7	0,0	46	0,1	35	0,1	300	0,5	492	0,1
	-93	11	0,0	8	0,0	34	0,1	35	0,1	16	0,1	262	0,0
2 Tulvavesituho	-92	2	0,0	7	0,0	12	0,0	35	0,1	72	0,1	151	0,0
	-93	1	0,0	5	0,0	11	0,0	5	0,0	8	0,0	57	0,0
3 Hallatuho	-92	19	0,0	92	0,2	10	0,0	0	0,0	19	0,0	183	0,0
	-93	17	0,0	14	0,0	4	0,0	3	0,0	3	0,0	155	0,0
4 Lumituho	-92	30	0,1	47	0,1	27	0,0	-	-	-	-	445	0,1
	-93	-	-	28	0,0	1	0,0	6	0,0	2	0,0	179	0,0
5 Routatuho	-92	0	0,0	2	0,0	3	0,0	4	0,0	9	0,0	33	0,0
	-93	7	0,0	0	0,0	4	0,0	29	0,1	3	0,0	66	0,0
6 Sienituho	-92	132	0,2	34	0,1	68	0,1	-	-	40	0,1	711	0,1
	-93	26	0,1	1	0,0	20	0,0	-	-	7	0,0	319	0,0
7 Hyönteistuho	-92	1	0,0	66	0,1	419	0,6	-	-	4	0,0	636	0,1
	-93	7	0,0	4	0,0	29	0,0	-	-	-	-	319	0,0
8 Ilmansaasteet	-92	22	0,0	19	0,0	3	0,0	2	0,0	-	-	105	0,0
	-93	-	-	10	0,0	-	-	1	0,0	-	-	30	0,0
9 Tervasroso	-92	25	0,0	39	0,1	131	0,2	77	0,1	1	0,0	679	0,1
	-93	4	0,0	34	0,1	47	0,1	21	0,0	1	0,0	844	0,1
10 Versosurma	-92	173	0,3	8	0,0	69	0,1	2	0,0	25	0,0	625	0,1
	-93	96	0,2	23	0,0	22	0,0	1	0,0	-	-	729	0,1
11 Heinän aih.	-92	-	-	1	0,0	6	0,0	-	-	7	0,0	64	0,0
	-93	1	0,0	1	0,0	-	-	-	-	-	-	71	0,0
12 Vesakon aih.	-92	1	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	29	0,0
	-93	-	-	-	-	-	-	1	0,0	-	-	9	0,0
13 Myyrät	-92	11	0,0	-	-	10	0,0	-	-	-	-	130	0,0
	-93	1	0,0	1	0,0	-	-	-	-	-	-	133	0,0
14 Majava	-92	-	-	14	0,0	-	-	2	0,0	-	-	23	0,0
	-93	-	-	12	0,0	4	0,0	-	-	1	0,0	56	0,0
15 Hirvi	-92	166	0,3	39	0,1	295	0,4	687	1,3	400	0,6	2473	0,4
	-93	122	0,3	74	0,1	50	0,1	85	0,2	21	0,1	2035	0,3
16 Lahovikaisuus	-92	19	0,0	3	0,0	104	0,1	21	0,0	44	0,1	1346	0,2
	-93	1	0,0	1	0,0	67	0,1	1	0,0	1	0,0	1900	0,2
17 Tuulenkaatoja	-92	43	0,1	6	0,0	165	0,2	12	0,0	332	0,5	902	0,1
	-93	3	0,0	2	0,0	194	0,3	79	0,1	-	-	810	0,1
40 Tyvitervas (vain E-Karjalassa)	-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86	0,0
	-93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	383	0,0
Yhteensä	-92	677	1,1	381	0,8	1367	2,0	877	1,7	1252	1,9	9112	1,4
	-93	298	0,8	217	0,4	485	0,8	266	0,5	64	0,3	8358	1,1



**Taulukko 3.** Tuhojen vaikutusaste tuhon aiheuttajittain koko maassa vuosina 1992–93.

Tuhon aiheuttaja	Tuhon vaikutus										
	Voimakas		Keskinkertainen		Lievä		Ei arvioitu		Yhteensä		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
1 Myrskytuho	-92	6	1	19	4	33	7	434	88	492	100
	-93	4	2	21	8	55	21	181	69	262	100
2 Tulvavesituho	-92	7	5	0	0	2	1	141	94	151	100
	-93	5	8	4	6	-	-	49	85	57	100
3 Hallatuho	-92	9	5	2	1	3	2	169	92	183	100
	-93	17	11	17	11	8	5	113	73	155	100
4 Lumituho	-92	4	1	69	15	146	33	227	51	445	100
	-93	2	1	12	7	30	17	134	75	179	100
5 Routatuho	-92	-	-	1	3	1	2	31	95	33	100
	-93	-	-	-	-	14	21	52	79	66	100
6 Sienituho	-92	32	4	108	15	199	28	372	52	711	100
	-93	8	3	54	17	61	19	196	61	319	100
7 Hyönteistuho	-92	26	4	71	11	131	21	409	64	636	100
	-93	25	8	32	10	144	45	118	37	319	100
8 Ilmansaasteet	-92	3	3	9	9	45	43	47	45	105	100
	-93	-	-	5	18	1	4	24	78	30	100
9 Tervasroso	-92	-	-	33	5	138	20	508	75	679	100
	-93	11	1	28	3	120	14	686	81	844	100
10 Versosurma	-92	24	4	88	14	180	29	333	53	625	100
	-93	41	6	152	21	133	18	403	55	729	100
11 Heinän aih.	-92	3	4	6	9	10	16	45	71	64	100
	-93	1	2	5	7	2	3	62	87	71	100
12 Vesakon aih.	-92	4	14	1	2	5	16	20	68	29	100
	-93	2	21	-	-	-	-	7	79	9	100
13 Myyrät	-92	26	20	18	14	26	20	60	46	130	100
	-93	11	8	18	13	13	10	91	68	133	100
14 Majava	-92	0	2	10	43	1	3	12	52	23	100
	-93	2	4	5	9	-	-	49	87	56	100
15 Hirvi	-92	172	7	353	14	452	18	1497	61	2473	100
	-93	148	7	407	20	465	23	1015	50	2035	100
16 Lahovikaisuus	-92	39	3	142	11	201	15	965	72	1346	100
	-93	96	5	120	6	185	10	1499	79	1900	100
17 Tuulenkaatoja	-92	5	1	5	1	35	4	857	95	902	100
	-93	1	0	4	1	22	3	782	97	810	100
40 Tyvitervas	-92	-	-	-	-	-	-	86	100	86	100
	-93	2	0	5	1	17	4	359	94	383	100
Yhteensä	-92	360	4	933	10	1607	18	6212	68	9112	100
	-93	377	5	890	11	1270	15	5820	70	8357	100



**Kuva 3.** Esimerkki Fokiksella esitetystä tuhokartasta Kaakkois-Suomen alueelta. Kartalla näkyvät metsälautakuntarajat (paksu murtoviiva), kuntarajat (ohut murtoviiva), suunnittelualueet (vaakaviivoitus) ja tuhometsiköt (pisterykelmät). Tietokoneohjelmassa karttatasot esitetään värillisinä.

minen 1985, Lipponen 1993, Aarne 1995). Lahoviikaista puustoa kasvavan metsämaan keskimääräinen osuus inventoidusta pinta-alasta jäi kuitenkin alle kymmenesosaan siitä, mitä esim. kahdeksannessa valtakunnan metsien inventoinnissa on todettu (Aarne 1995). Metsäsuunnittelussa metsikön lahovikaisuutta on todennäköisesti arvioitu pääasiassa erilaisten lahovikaisuudesta kertovien ulkoisten vihjeiden, kuten lahojen kantojen ja lahojuurisina kaatuneiden tai katkenneiden puiden perusteella. Puuston lahovikaisuutta ja varsinkin sen vaikutusta ei kuitenkaan pystytä arvioimaan luotettavasti, ellei puita kairata tyveltä tai kaadeta (Tammisen 1985).

### 3.2 Tuhojen vaikutus

Yhteenvedo eri tyyppisten tuhojen jakaantumisesta vaikutusasteen mukaan esitetään taulukossa 3. Tuhon vaikutus oli jätetty arvioimatta peräti 68–70 %:lla pinta-alasta, joten vaikutusasteita ei yksityiskohtaisesti tarkastella. Vuonna -92 tuhon vaikutus jäi kirjaamatta 6 212 ha:lla, josta 2 835 ha (46 %) oli kuvioita, joilla vaikutuskoodille varattu tila oli käytetty jonkin muun erityisominaisuuden tallenta-

miseen. Vuoden -93 luvut olivat 5 820 ha ja 2 947 ha (51 %). Kuvioarviota tehdessään suunnittelija on ilmeisesti pitänyt esim. energiapuuta, riistataloutta tai luonnonhoitoa suunnittelun kannalta tärkeämpinä erityisominaisuuksina kuin tuhoja. Voitaneen kuitenkin olettaa, että vakavista tuhoista vaikutusaste on useimmiten rekisteröity.

### 3.3 Aineiston visualisointi

Vuoden 1992 havaintoaineistoa voidaan selailta Fokis-sovelluksen avulla. Tarkasteltava alue valitaan metsälautakuntia esittävältä indeksikartalta joko pisteenä tai suurempana alueena. Valittua aluetta voidaan siirtää askeleittain kaikkiin ilmansuuntiin. Tarkasteltavan alueen mittakaavaa voidaan pienentää ja suurentaa. Koko maan mittakaavasta päästään aina yksittäiseen tuhokohteeseen asti. Käyttäjä voi avata ja sulkea yksittäisiä karttatasoja tarpeen mukaan. Kuvan 3 esimerkissä on avattuna kaikki karttatasot yhtäaikaan.

## 4 Tulosten tarkastelu

### 4.1 Vertailua muihin selvityksiin

Taulukkoon 4 on koottu eri inventoinneista saatuja tuloksia. Vertailussa kaikkien tuhojen suhteellinen osuus sisältää kaikki tuhon aiheuttajat ja vaikutusasteet lievistä voimakkaisiin.

Vertailun inventoinnit antavat hyvin erilaisen kuvan metsien terveydentilasta. Arviointimenetelmät huomioonottaen keskenään vertailukelpoisimpia ovat metsälautakuntien ja valtion maiden metsäsuunnitteluaineistoista lasketut tulokset. Tuhorekisterin metsälautakunta-aineistojen tulokset vuosilta 1992 ja 1993 olivat hyvin lähellä toisiaan, mikä oli odotettua, koska inventointimenetelmä oli sama ja otoksen koko lähes saman suuruinen. Valtionmaila tuhoja todettiin vuonna 1991 noin neljä kertaa enemmän kuin yksityismailla (Lipponen ym. 1993). Eroa selittänee, että Metsähallituksen metsäsuunnittelussa kirjataan huomattavasti useampia tuhon aiheuttajia (45 aiheuttajaa) ja lievempiä tuhon asteita kuin metsälautakunnissa. Koskimäen (1990) selvityksessä tuhojen määrä oli alhaisin. Koskimäen tulokset perustuivat lautakunnille tehtyyn kyselyyn, johon saadut vastaukset lienevät suurimmaksi osaksi eri tavoin tehtyjä karkeita arvioita. Osittain arviot voivat perustua TASO:sta laskettuihin tuloksiin, mutta asiasta ei ole tarkempia tietoja. Kahdeksannen VMI:n tulosten mukaan erilaiset tuhonaiheuttajat vaivaavat metsiämme huomattavas-

ti yleisemmin kuin metsäsuunnittelun yhteydessä on todettu. Koko maassa tuhoja esiintyi 39,8 %:lla metsämaan pinta-alasta. Tuhonalaisesta pinta-alasta metsikön laatuluokkaa alentavia tuhoja oli 21,6 % ja lieviä tuhoja 18,2 %.

Tulosten välistä eroa selittävät erot menetelmissä ja tuhojen kirjaamisperusteissa. Menetelmistä johtuen VMI:n tuloksia ei voida suoraan verrata muihin tuloksiin. VMI:n tulokset perustuvat systemaattisesti valittuihin noin 70 000 koealaan, joista on poimittu kaikki metsämaan kuviot, joihin on osunut koealan keskipiste. Keskipistekuviolla ilmenneistä tuhoista on kirjattu tuhon ilmiasu, aiheuttaja, vakavuusaste sekä syntyaika. Tuhomerkintä on tehty aina myös lievistä ja tuntemattomista tuhoista. Metsälautakuntien suunnitteluaineistossa tuho lienee kirjattu lomakkeelle ohjeiden mukaisesti vain silloin, kun sen vaikutus kohdistui vähintään puolen hehtaarin yhtenäiseen alueeseen (TASO... 1991), mikä on todennäköisesti vähentänyt havaintojen määrää. Tuhokoodille varatut sarakepaikat on myös voitu täyttää tilakohtaisen suunnittelun näkökulmasta muilla, tuhohavaintoja tärkeämmillä asioilla, ja varsinkin lievät tuhot ovat jääneet kirjaamatta. Koko maassa maastotöissä oli vuosina 1992–93 mukana 150–200 metsäsuunnittelijaa. Voidaan olettaa, että kirjaamiskäytännössä ja tuhojen arviointitaidoissa oli eroja suunnittelijoiden välillä. Edellä mainituista seikoista johtuen metsälautakuntien tuhoarvioita voidaan pitää aliarvioina todellisesta tilanteesta.

Tuloksia voidaan luonnehtia metsäsuunnittelijoiden näkemyskaksi tuhotilanteesta. Kirjaamiskäy-

**Taulukko 4.** Tuhojen inventoinnissa käytettyjen menetelmien ja tulosten vertailua.

Inventointi	Menetelmä	Inventoitu metsämaa 1000 ha	Tuhojen osuus %
Tuhorekisteri, metsälautakunnat 1992	Metsäsuunnittelu	636	1,4
Tuhorekisteri, metsälautakunnat 1993	Metsäsuunnittelu	785	1,1
Metsälautakunnat 1989 (Koskimäki 1990)	Kyselytutkimus (15 mltk)	11256	0,6
Tuhorekisteri, Metsähallitus 1991 (Lipponen ym. 1993)	Metsäsuunnittelu	279	5,3
8. valtakunnan metsien inventointi, 1986–94 (Aarne 1995)	Kertainventointi	20032	39,8
8. valtakunnan metsien inventointi, 1985–86 (Aarne 1993)	Pysyvät koealat	20032	50,6

tännön myötä tuhojen merkitys on suhteutettu muihin kuviokohtaisiin tekijöihin. Metsäsuunnitelmiensa kautta metsien terveydestä on välittynyt metsänomistajille huomattavasti parempi kuva verrattuna esim. VMI:sta saatuihin tuloksiin.

#### 4.2 Menetelmän soveltuvuus tuhojen seurantaan

Perustamisvaiheessa rekisterille asetettiin tavoitteeksi tuottaa tietoa metsien terveydestä koko maan alueelta lyhyellä viiveellä. Menetelmällä saatiinkin otos kaikista metsälautakunnista (0,6–10,1 % metsämaan pinta-alasta) kumpanakin vuonna. Aineiston arvo nousee huomattavasti, jos aineiston keruuta jatketaan vuosittain, jolloin saadaan tuohavainnot suurimmalta osalta yksityismetsien kuviosta.

Tulosten tulkintaan ja yleistämiseen liittyy kuitenkin ongelmia, koska aineistoa ei ole alunperin kerätty tuhojen seurantaan varten. Ongelmia aiheuttavat jo aiemmin käsitelty havaintojen kirjaamiseen liittyvä epäsystemaattisuus, mutta myös käytetty aineiston otanta, joka ei perustu tilastolliseen otantamenetelmään vaan metsälautakunnista on kerätty tuhorekisteriin kaikki saatavissa olevat havainnot suunnittelualueittain. Käytetty menetelmä on kuitenkin perusteltavissa, mikäli aineiston keruuta jatketaan ja tavoitteena on saada kattavat tiedot koko metsäsuunnittelun piirissä olevalta alueelta.

Tuhorekisteristä saatujen tulosten raportointi on ollut suhteellisen nopeaa. Suunnittelukausilla 1992 ja 1993 tehdyt tuohavainnot vietiin tuhorekisteriin seuraavan kevään aikana ja vuosiraportit valmistuivat uuden suunnittelukauden alussa. Uusien, havaintovuoden aikana ilmenneiden tuhojen seurantaan aineistosta ei ole ollut hyötyä, koska tuhojen alkamisaikaa tai vaihetta ei ole tiedossa. Tieto olisi kiinnostava etenkin lyhytaikaisten ja epidemioina esiintyvien tuhojen seurannassa. Rekisterin antamista tuloksista ei ollut odotetun suuruista hyötyä Maa- ja metsätalousministeriölle annettavan tuhoselvityksen laatimisessa. Tämä johtuu epätietoisuudesta uusien tuhojen määrästä ja tulosten valmistumisaikataulusta.

Tuhorekisteriin perustuvan tuhojen seurantamenetelmän käyttöä puoltavat monet seikat. Tuhojen

seurannassa voidaan hyödyntää jo olemassa olevaa tietoa, ja tietojen kokoaminen rekisteriin sekä raportointi vaatii suhteellisen pienen työpanoksen. Vuosiraportit ja aineiston visualisointi palvelevat mm. valtakunnallista tuhojen seurantaan, alan tutkimusta ja metsäkeskusten omia tietotarpeita. Rekisteriä kartuttamalla saadaan tuhotiedot lähes kaikilta suunnittelun piirissä olevilta yksityismailta noin 10 vuoden kuluessa. Karttuva tieto on erityisen arvokasta pitkäaikaisten tuhojen, esimerkiksi juurikäävän, seurannassa ja yleensä kaikkien tuhon aiheuttajien levinneisyyden tutkimisessa. Tuhotutkimukselle rekisteristä on ollut hyötyä esim. tervasrosonäytteiden keruukohteita etsittäessä. Sopivat kohteet saadaan selville tietokantakyselyllä, ja sijaintitiedon avulla kohteet voidaan tarkasti paikallistaa maastossa.

TASO-järjestelmän tuhonaiheuttajaluettelossa on hyvin erityyppisiä tuhon aiheuttajia, joista vain osa pystytään luotettavasti tunnistamaan maastossa silmävaraisesti. Osan, kuten ilmansaasteiden aiheuttamien tuhojen tunnistaminen, vaatii erityisosaamista, ja silmävarainen määrittäminen jää asiantuntijan tekemänä usein epävarmaksi. Maastotyöohjeet eivät sisältäneet tuhojen tunnistamisohjeita, mikä lienee vaikuttanut tuloksiin. Tulokset antavat viitteitä siitä, että lomakkeelle on kirjattu ensisijaisesti helposti tunnistettavia tuhonaiheuttajia, kuten hirvet, tuulenkaadot ja tervasroso, tai sellaisia tuhoja, joiden tunnistamiseen suunnittelija on todennäköisesti saanut koulutusta, esim. männynversosurma. Tästä syystä eri tuhonaiheuttajien yleisyyden keskinäinen vertailu on epäluotettavaa.

#### 4.3 Kehittämistarpeita

Tuhojen kirjaamiskäytäntöön liittyvät ongelmat ovat aikaa myöten vähenemässä uuden Solmu-suunnittelujärjestelmän (SOLMU... 1995) käyttöönoton myötä. Kirjattavien tuhonaiheuttajien määrää on lisätty noin 60:een, eikä tuhoja tarvitse enää jättää kirjaamatta maastolomakkeen tilanpuutteen vuoksi. Uusina tuhoihin liittyvinä tietoina voitaisiin myös harkita tuhon ilmiänsyn ja syntyajankohdan kirjaamista. Ilmiänsyn avulla voidaan arvioida eri tuhotyyppien määriä. Ilmiänsyn määrittäminen maastossa ei ole vaikea tehtävä, se voidaan tehdä aina,

vaikka tuhon aiheuttajaa ei pystytä varmuudella tunnistamaan. Tieto tuhon ilmiöstä voi antaa myös metsäsuunnitelman käyttäjälle selkeämmän kuvan tuhotilanteesta kuin tiedot vain aiheuttajasta ja vaikutuksesta. Syntyajankohdan avulla voidaan erottaa uudet ja vanhat tuhot. Tieto auttaa tuhojen seurannassa, mutta myös metsänomistajaa mm. torjuntatoimien harkinnassa. Tuhojen kirjaamis- ja tunnistamisohjeiden suunnittelijan maasto-oppaassa tulee olla riittävän yksityiskohtaisia, mikä lisää havaintojen teon yhdenmukaisuutta. Arviointitaitoa on lisäksi ylläpidettävä riittävällä koulutuksella. Uusina koulutusmateriaaleina voidaan käyttää jo nyt multimediaohjelmia (Väkevä 1996). Suunnittelijoiden työtä voitaisiin helpottaa laatimalla nykyistä maastokelpoisempi tuho-opas, jollaisesta on hyvänä esimerkkinä uusi ruotsalainen opas (Skador på ... 1995). Näiden medioiden sisältämät tiivit kuvaukset havaituista tuhon aiheuttajista olisivat myös metsänomistajalle hyödyllinen liite metsäsuunnitelmassa.

Kun tuohavaintojen laatu saadaan ensin luotettavammaksi em. keinoin, voidaan tietojen tilastollista analyysiä kehittää tulosten yleistämiseksi. Tulosten esittäminen on havainnollista karttoina, joiden tuottamista voidaan kehittää edellä esitellyn visualisointikokeilun pohjalta. Paikkatietojärjestelmä on paras väline tämän kaltaisten suurten aineistojen hallintaan (Power ja D'Eon 1991). Sen avulla voidaan joustavasti valita tarkasteltava teema ja alueen laajuus. Jos samaan järjestelmään tuotetaan omat karttatason myös muista aineistoista, kuten VMI:n tuloksista, valtionmaiden havainnoista ja erillisten tuhoinventointien tuloksista, saadaan kokoon kattava keskusrekisteri metsien terveydentilasta.

Rakentamalla yhteys tietoverkkoon voidaan rekisterin käytettävyyttä merkittävästi parantaa. Tietoverkkoa voitaisiin hyödyntää sekä tietojen keruussa että tulosten esittämisessä, mistä on esimerkkinä Ruotsin maatalousyliopiston ylläpitämä internet-tuho palvelu (World Wide Web -osoite: <http://www.mykopat.slu.se/skogsskada>). Tuohavainnointia voi lähettää sähköisellä lomakkeella yliopiston rekisteriin, ja saapuneet havainnot esitellään palvelun ”ajankohtaista”-palstalla. Tietoverkkopohjaisella ratkaisulla voidaan ennenkaikkei automatisoida havaintojen keruuta ja nopeuttaa tulosten esittelyä.

## Kirjallisuus

- Aarne, M. (toim.). 1993. Metsätalostollinen vuosikirja 1992. SVT Maa- ja metsätalous 1993:5. 317 s.
- 1994. Metsätalostollinen vuosikirja 1993–94. SVT Maa- ja metsätalous 1994:7. 348 s.
- 1995. Metsätalostollinen vuosikirja 1995. SVT Maa- ja metsätalous 1995:5. 354 s.
- Gillis, T. & Power, J.M. 1994. Preliminary frameworks for decision support systems. Proceedings, Decision Support – 2001, Volume 2. Toronto, Ontario 12.–16.9.1994. s. 797–806. ISBN 1-57083-022-3
- Koskimäki, A. 1990. Sienitaudit metsätuhoista yleisimpiä. Metsäkeskus Tapion tiedote. 3 s.
- Lipponen, K. 1993. Metsiemme terveydentila ja tuho-aiheuttajat – mielipidekyselyn tuloksia. Julkaisussa: Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 46: 77–81.
- , Väkevä, J., Laamanen, R., Leskinen, J., Minkkinen, I., Kandelin, T., Kemppe, E. & Siira, J. 1993. Metsätuhot metsähallituksen hoitoalueissa v. 1991. Moniste. Metsäntutkimuslaitos. 13 s.
- Power, J.M. & D'Eon, S.P. 1991. Quantifying pest-caused forest depletion using geographic information systems and database technologies. Information Report PI-X-105, Petawawa National Forestry Institute, Forestry Canada. 17 s.
- Skador på barrträd. 1995. Skogsstyrelsens Förlag, Jönköping. 304 s. ISBN 91-88462-22-6
- SOLMU – maastotyöopas. 1995. Metsäkeskus Tapio. 72 s.
- TASO – yksityismetsätalouden alueellinen suunnittelu, metsätaloussuunnittelun maastotyöopas. 1991. Keskusmetsälautakunta Tapio, metsälautakunnat. 38 s.
- Tamminen, P. 1985. Butt-rot in Norway spruce in southern Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 127. 52 s.
- Understanding GIS – the ARC/INFO method. Rev. 6. 1992. Environmental Systems Research Institute, Inc.
- Weckroth, T. 1992. Puustovauriot Etelä-Karjalan metsälautakunnan aluesuunnitteluaineistossa v. 1987–90. Lyhyt tutkielma metsäekologian jatko-opintoja varten. Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos. 47 s.
- Väkevä, J. 1996. Metsätuho-opas verkossa. Metsälehti 12: 17.

15 viitettä