

Tiia Pakarinen

METSÄTUHO-OPPIMATERIAALI

Opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma

Marraskuu 2010



KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Opinnäytetyön päivämäärä 25.11.2010
Tekijä Tiia Pakarinen		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Metsätalouden koulutusohjelma
Nimeke Metsätuho-oppimateriaali		
Tiivistelmä Neljäsosalla puuntuotantoon käytetystä metsämaasta esiintyy metsikön laatua alentavia metsätuhoja. Tuhonaiheuttajien vakavuus ja niiden aikaansaamat vahingot puuaineessa vaihtelevat. Metsätuhojen tunnistaminen on tärkeää, sillä metsätuhot voivat aiheuttaa merkittävää taloudellista tappiota metsänomistajalle ja vaarantaa metsien terveyden. Tuhonaiheuttajat on jaoteltu erilaisiin ryhmiin niiden ilmiasun mukaan. Tuhonaiheuttajien tunnistamisessa voidaan käyttää apuvälineinä määrittyskaavoja, niiden sovelluksia sekä perinteisiä julkaisuja. Ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan puulajien sekä metsätuholaisten levinneisyyteen, joiden johdosta Suomeakin uhkaavat uudet tulokaslajit. Suomen metsien terveydentilaa seurataan kuitenkin vuosittain ja uusia seurantamenetelmiä kehitetään jatkuvasti. Metsätuhoja voidaan torjua ennakkoivilla toimenpiteillä, kuten hyvällä metsänhoidolla ja tuhoriskien kartoittamisella. Metsänomistaja voi myös vakuuttaa metsänsä tuhoja vastaan. Vakuutusyhtiöt tarjoavat erityyppisiä metsävakuutuksia, joista metsänomistaja voi valita omasta mielestään sen parhaimman vaihtoehdon. Hyönteis- ja metsätuhojen torjunnasta on säädetty laki, jonka tarkoituksena on estää metsätuhojen leviäminen hakkuupaikoilla ja niin pysyviltä kuin väliaikaisillakin varastopaikoilla. Opinnäytetyö on kaksiosainen. Teoriaosuus painottuu metsätuhojen tunnistamiseen, tarkkailuun ja niiltä suojautumiseen. Pääpaino opinnäytetyössä on oppimateriaalilla. Oppimateriaalia varten on kerätty kuvia metsätuhoista. Jokaisesta tuhosta on tehty lyhyt esittely, jota voidaan käyttää tukena tuhojen tunnistamisessa. Oppimateriaalin kokoamisessa on keskitytty yleisimpiin Suomessa esiintyviin tuhonaiheuttajiin.		
Asiasanat (avainsanat) Metsätuhot, oppimateriaali, metsävakuutus		
Sivumäärä 25 s. + liitt.6 s.	Kieli Suomi	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn201083772
Huomautus (huomautukset liitteistä) Työhön liittyy myös Cd-rom-levy, joka sisältää oppimateriaalin PDF-tiedostona ja Word-dokumenttina sekä metsätuhokuvia.		
Ohjaavan opettajan nimi Kirsi Itkonen		Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkelin ammattikorkeakoulu

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis November 25th, 2010
Author Tiia Pakarinen	Degree programme and option Degree Programme in Forestry	
Name of the bachelor's thesis Forest Damages -study material		
Abstract Forest damages are quite usual in Finland. About one quarter of the production of wood is infected. There are differences how various tree species react when they get affected. Forest damage detection is important because forest damages can cause significant economic losses to forest owners and endanger the health of forests. There are several ways how to defend against forest damages. A forest owner can prevent damages through anticipatory measures, such as good forest management and good care of his forests. Forest owner can also insure forests. Insurance companies offer different types of forest insurances from which forest owner can choose the best alternative. The thesis is twofold. The first part, the theoretical part focuses on forest damage detection, monitoring and protection against them. The second part, the study material is the main focus of this thesis. The study material was collected for the images of forest damages. A short presentation has been made of every damage presentation that can be used to support the identification of the damage.		
Subject headings, (keywords) Forest damages, study material, forest insurance		
Pages 25 p. + app. 6 p.	Language Finnish	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn201083772
Remarks, notes on appendices Work is also linked to the CD-ROM, which contains study materials in PDF -format and Word -document and pictures of forest damages.		
Tutor Kirsi Itkonen	Bachelor's thesis assigned by Mikkeli University of Applied Sciences	

SISÄLTÖ

KUVAILULEHDET

1 JOHDANTO.....	1
2 METSÄTUHOT JA TUHOJEN TUNNISTAMINEN	2
2.1 Yleistietoa metsätuhoista.....	2
2.2 Metsätuhonaiheuttajien luokittelu	4
2.3 Metsätuhonaiheuttajien yleispiirteet.....	5
2.4 Metsätuhojen tunnistamisen apuvälineet.....	7
2.4.1 Metsätuhojen tunnistaminen ja määrityskaavat	7
2.4.2 Metsien terveys -palvelu	8
2.4.3 Julkaisut.....	9
3 METSÄTUHOILTA SUOJAUTUMINEN	10
3.1 Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta	10
3.2 Metsätuhojen torjunta.....	11
3.2.1 Ennaltaehkäisy	11
3.2.2 Metsätuhot ja luonnon monimuotoisuus	13
3.3 Taloudellinen suojautuminen	13
3.3.1 Metsävakuutus.....	13
3.3.2 Vakuutuskorvaukset.....	15
4 METSIEN TERVEYDENTILAN SEURANTA	16
4.1 Ilmastonmuutoksen vaikutukset metsätuhoihin	16
4.1.1 Sääolojen muutokset	16
4.1.2 Lajien levinneisyysalueiden muutokset	17
4.2 Metsätuhojen seuranta.....	18
4.3 Laserkeilaus	20
5 METSÄTUHOJEN OPPIMATERIAALI.....	21
5.1 Oppimateriaalin koostaminen.....	21
5.2 Oppimateriaalin rakenne	22
5.3 Arviointi	23
LÄHTEET	24
LIITTEET.....	26
1 Metsätuhonaiheuttajien luokittelu puulajien mukaan.....	26
2 Esimerkkisivut oppimateriaalista	28

1 JOHDANTO

Metsätuhojen tunnistaminen on hyvän metsänhoidon perustaito. Tuhojen tunnistus voi olla haastavaa, sillä monet tuhoniheuttajat ovat ilmiänsultaan hyvin samankaltaisia. Usein samaan puuhun on iskeytynyt useampia tuhoniheuttajia ja tällöin vakavin tuhoniheuttaja saattaa jopa jäädä huomioimatta.

Tuhojen tunnistaminen on tärkeää, sillä metsätuhot voivat aiheuttaa merkittävää taloudellista tappiota metsänomistajalle ja vaarantaa metsien terveyden. Mahdolliset torjuntatoimet on osattava valita tuhoniheuttajan mukaan. Tuhojen puutteellinen tunnistaminen voi aiheuttaa turhia torjuntakustannuksia tai lisätä metsätuhojen riskiä. Ilmastomuutos tuo mukanaan uusia haasteita metsätuhojen tunnistamiseen ja niiltä suojautumiseen. Metsätuhotuntemuksen päivittäminen on tärkeää, sillä tulokaslajit ja levinneisyysalueiden muutokset tulevat olemaan tulevaisuudessa merkittäviä uhkia.

Mikkelin ammattikorkeakoulun metsätalouden laitoksen metsätalouden koulutusohjelmaan kuuluu metsätuhoja käsittelevä opintojakso. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koostaa metsätuhoista oppimateriaali, jota opiskelijat ja muut aiheesta kiinnostuneet voivat käyttää hyödykseen tuhojen tunnistamisessa ja opiskellessaan metsätuhoja itsenäisesti. Sähköinen versio metsätuho-oppimateriaalista on opiskelijoiden käytettävissä myös heidän kotikoneillaan, mikä helpottaa itseopiskelua. Metsätuho-
kurssin opettajat voivat hyödyntää oppimateriaalia opetuksen työvälineenä.

Opinnäytetyön viitekehys toimii metsätuhojen tunnistamisen perustana. Viitekehyksessä käydään läpi perustietoa metsätuhoista, metsätuhoniheuttajien yleiskuvaus ja luokittelu. Työssä kerrotaan metsätuhojen tunnistamisesta ja esitellään yleisimpiä metsätuhojen tunnistamisessa käytettäviä apuvälineitä. Viitekehyksessä kerrotaan metsien terveydentilan seurantamenetelmistä ja ilmastomuutoksen vaikutuksista metsätuhoihin. Työssä kuvataan, kuinka lain avulla rajoitetaan metsätuhojen leviämistä ja kuinka tuhoilta voi suojautua metsänhoidollisin ja biologisin keinoin sekä taloudellisesti. Viimeisessä luvussa kerrotaan oppimateriaalin koostamisesta, sen rakenteesta ja arvioidaan tehtyä työtä.

Oppimateriaalissa tuhoniheuttajat on jaoteltu neljään eri ryhmään; sienituhoihin, hyönteistuhoihin, selkärankaisten aiheuttamiin tuhoihin ja elottomiin tuhoniheutta-

jiin. Selkeä jaottelu parantaa materiaalin käytettävyyttä. Oppimateriaalin kuvien laatuun on kiinnitetty huomiota, jotta työn lukijan olisi helppoa käyttää materiaalia hyväksi tuhojen tunnistamisessa. Kuvien ohella tunnistamisen apuna toimivat jokaisesta tuhosta kerrotut perustiedot. Tuhonaiheuttajista on esitelty lyhyesti niiden esiintymisen, ajankohta, oireet, tuntomerkit, metsätaloudellinen merkitys ja torjuntakeinoja.

2 METSÄTUHOT JA TUHOJEN TUNNISTAMINEN

2.1 Yleistietoa metsätuhoista

Metsäntutkimuslaitoksen mukaan Suomessa on puuntuotantoon käytettyä metsämaata yhteensä noin 18 586 000 ha. Taulukossa 1 kuvataan metsikön laatua alentavien tuhojen aiheuttajien määrää metsäkeskuksittain. Taulukko perustuu valtakunnan metsien 10. inventoinnissa kerättyyn aineistoon.

TAULUKKO 1. Metsikön laatua alentavien tuhojen aiheuttajat (Ylitalo 2009).

Metsäkeskus <i>Forestry centre</i>	Tuhon aiheuttaja – <i>Damaging agent</i>								Puuntuotannon metsämaa kaikkiaan <i>Forest land available for wood supply</i>
	Abioottiset tuhot <i>Abiotic</i>	Ihmisen toiminta <i>Human interventions</i>	Selkärangaiset <i>Vertebrates</i>	Hyönteiset <i>Insects</i>	Sienet <i>Fungi</i>	Kilpailu elintilasta <i>Natural competition</i>	Tunnista- maton <i>Unknown</i>	Laatua alentavia tuhoja yhteensä <i>Total area affected by damage</i>	
	% puuntuotannon metsämaan alasta – % of forest land area available for wood supply								
Koko maa <i>Whole country</i>	7,1	1,2	3,3	0,3	4,0	0,7	8,5	25,1	18 586
0–10 Etelä-Suomi <i>Southern Finland</i>	3,4	1,9	3,3	0,4	3,2	0,7	8,6	21,4	10 804
0 Ahvenanmaa	3,8	1,3	4,7	-	4,7	3,0	13,6	31,1	63
1 Rannikko	3,9	3,5	3,0	0,5	8,0	0,8	12,5	32,3	791
Etelärannikko	4,5	2,4	3,5	0,5	9,6	0,8	14,8	36,1	335
Pohjanmaa	3,5	4,3	2,7	0,5	6,9	0,9	10,7	29,5	456
2 Lounais-Suomi	1,6	2,1	2,7	0,4	3,0	0,5	10,8	21,1	965
3 Häme-Uusimaa	3,1	2,7	2,8	0,4	4,1	0,8	9,0	22,9	872
4 Kaakkois-Suomi	4,1	2,3	4,4	1,1	7,7	0,7	12,2	32,5	767
5 Pirkanmaa	1,9	2,6	1,8	0,1	1,7	0,4	4,3	12,8	872
6 Etelä-Savo	2,9	1,5	7,8	0,9	2,9	0,7	12,5	29,3	1 153
7 Etelä-Pohjanmaa	4,0	2,3	1,9	0,5	3,1	0,5	8,9	21,2	1 285
8 Keski-Suomi	2,5	1,2	2,1	0,0	1,3	0,6	5,5	13,2	1 344
9 Pohjois-Savo	5,4	1,5	2,9	0,1	1,4	1,0	7,0	19,5	1 309
10 Pohjois-Karjala	3,9	0,6	3,3	0,1	2,4	0,7	5,9	16,9	1 383
11–13 Pohjois-Suomi <i>Northern Finland</i>	12,1	0,2	3,5	0,3	5,2	0,6	8,3	30,2	7 783
11 Kainuu	6,9	0,4	3,6	0,1	2,8	0,3	4,8	18,9	1 592
12 Pohjois-Pohjanmaa	10,0	0,2	3,8	0,2	2,7	1,0	5,5	23,5	2 259
13 Lappi	15,5	0,1	3,2	0,4	7,6	0,5	11,4	38,7	3 932

Metsikön laatua alentavia tuhoja löytyy noin neljäsosalta puuntuotannon metsämaan alasta. Suurimpia tuhonaiheuttajia ovat abioottiset tuhot, sienet sekä selkärangaiset.

Yleisimmin tuhonaiheuttaja jää tunnistamattomaksi. Usein varsinaisen tuhonaiheuttajan määrittely on hankalaa, sillä metsätuholaiset eivät aina esiinny yksinään, vaan lopullisen tuhon on aiheuttanut usean tekijän yhteisvaikutus (Kasanen 2009, 11).

Metsikön laatua alentavia metsätuhoja on noin neljäsosalla puuntuotantoon käytetyn metsämaan pinta-alasta. Taulukossa 2 esitetään, kuinka laatua alentavat tuhot ilmenevät. Metsätuhot aiheuttavat yleisimmin latvatuhoja, muotovikoja ja pystyyn kuolemista. Lisäksi tuhoista aiheutuu puiden kaatumista ja katkeamista, lahoa, runkovaurioita sekä muita ongelmia. Metsikön laadun aleneminen aiheuttaa metsänomistajalle taloudellisia menetyksiä.

TAULUKKO 2. Metsikön laatua alentavien tuhojen ilmiasu (Ylitalo 2009).

Metsäkeskus <i>Forestry centre</i>	Tuhon ilmiasu – <i>Symptoms of forest damage</i>								Puuntuotannon metsämaa kaikkiaan <i>Forest land available for wood supply</i>
	Pystyyn- kuolleita puita <i>Dead trees</i>	Kaatuneita ja katkenneita puita <i>Fallen and broken trees</i>	Lahoa <i>Decayed trees</i>	Runko- vaurioita <i>Stem defects</i>	Latvatuhoja <i>Top damage</i>	Muotovikoja <i>Stem form defects</i>	Muut <i>Other</i>	Laatua alentavia tuhoja yhteensä <i>Total area affected by damage</i>	
	% puuntuotannon metsämaan alasta – % of forest land area available for wood supply								1 000 ha
Koko maa <i>Whole country</i>	3,3	1,9	1,6	0,9	8,0	7,6	1,8	25,1	18 586
0–10 Etelä-Suomi <i>Southern Finland</i>	2,5	1,9	1,6	1,2	5,1	7,8	1,4	21,4	10 804
0 Ahvenanmaa	8,2	1,7	2,4	3,0	8,1	7,6	0,5	31,1	63
1 Rannikko	3,7	2,0	5,4	1,1	7,3	12,0	0,9	32,3	791
Etelärannikko	5,6	2,9	7,2	0,9	6,3	12,9	0,3	36,1	335
Pohjanmaa	2,3	1,3	4,0	1,2	8,0	11,4	1,3	29,5	456
2 Lounais-Suomi	4,0	1,3	1,4	1,4	4,0	7,3	1,7	21,1	965
3 Häme-Uusimaa	3,4	2,4	3,0	1,5	4,8	7,5	0,5	22,9	872
4 Kaakkois-Suomi	4,8	2,9	2,4	2,3	4,3	11,8	4,0	32,5	767
5 Pirkanmaa	1,2	1,3	1,3	0,3	3,1	5,2	0,4	12,8	872
6 Etelä-Savo	3,1	1,6	1,4	1,6	7,5	12,6	1,6	29,3	1 153
7 Etelä-Pohjanmaa	1,1	2,1	0,9	0,9	5,2	8,3	2,7	21,2	1 285
8 Keski-Suomi	0,9	1,8	0,4	0,8	3,9	4,9	0,5	13,2	1 344
9 Pohjois-Savo	1,7	2,1	0,7	1,1	6,1	6,7	1,2	19,5	1 309
10 Pohjois-Karjala	2,6	1,7	1,1	1,1	4,4	5,2	0,9	16,9	1 383
11–13 Pohjois-Suomi <i>Northern Finland</i>	4,5	1,9	1,5	0,5	12,2	7,2	2,4	30,2	7 783
11 Kainuu	2,4	2,2	0,5	0,5	6,5	5,2	1,5	18,9	1 592
12 Pohjois-Pohjanmaa	1,9	2,3	1,0	0,6	9,6	5,6	2,5	23,5	2 259
13 Lappi	6,7	1,6	2,3	0,5	15,9	8,9	2,8	38,7	3 932

Mitattaessa metsikön laatua alentavien metsätuhojen vaikutuksia tuhot jaetaan vakavuuden mukaan neljään eri luokkaan; täydellinen, vakava, todettava ja lievä tuho. Metsikön laatua alentavien tuhojen vakavuutta metsäkeskuksittain kuvaa taulukko 3, josta ilmenee, että täydellisen tuhon kärsineitä alueita on hyvin vähän. Todettavia ja lieviä tuhoja on melkein yhtä paljon. Koko maailman kattavassa vertailussa Suomen metsät ovat kuitenkin hyvässä kunnossa (Kasanen 2009, 86).

TAULUKKO 3. Metsikön laatua alentavien tuhojen vakavuus (Ylitalo 2009).

Metsäkeskus <i>Forestry centre</i>	Metsikön laatua alentavia tuhoja <i>Damage reducing stand quality</i>				Lieviä tuhoja <i>Slight damage</i>	Tuhoja yhteensä <i>Damage total</i>		Puuntuotannon metsämaa kaikkiaan <i>Forest land available for wood supply</i>
	Täydellisiä <i>Complete</i>	Vakavia <i>Severe</i>	Todettavia <i>Moderate</i>	Yhteensä <i>Total</i>	Tuhojen pinta-ala	Tuhojen pinta-ala	Osuus metsämaasta <i>Of forest land area</i>	
	Tuhojen pinta-ala – <i>Area of damage</i>						%	
	1 000 ha							1 000 ha
Koko maa	38	541	4 089	4 668	4 085	8 753	47,1	18 586
Whole country								
0–10 Etelä-Suomi Southern Finland	24	261	2 031	2 315	2 275	4 590	42,5	10 804
0 Ahvenanmaa	-	6	14	20	15	34	54,2	63
1 Rannikko	4	39	213	256	169	424	53,6	791
Etelärannikko	1	19	102	121	73	194	57,8	335
Pohjanmaa	3	20	111	135	96	231	50,5	456
2 Lounais-Suomi	2	13	188	203	130	333	34,5	965
3 Häme-Uusimaa	1	24	175	200	200	400	45,9	872
4 Kaakkois-Suomi	3	33	213	250	154	404	52,6	767
5 Pirkanmaa	1	15	95	111	143	254	29,2	872
6 Etelä-Savo	1	34	302	337	253	590	51,2	1 153
7 Etelä-Pohjanmaa	6	26	242	273	308	581	45,2	1 285
8 Keski-Suomi	2	21	155	177	304	481	35,8	1 344
9 Pohjois-Savo	2	26	228	255	273	529	40,4	1 309
10 Pohjois-Karjala	2	24	208	234	326	560	40,5	1 383
11–13 Pohjois-Suomi Northern Finland	14	280	2 059	2 353	1 810	4 163	53,5	7 783
11 Kainuu	3	40	258	301	334	635	39,9	1 592
12 Pohjois-Pohjanmaa	3	68	460	531	695	1 226	54,3	2 259
13 Lappi	9	172	1 340	1 521	781	2 302	58,5	3 932

2.2 Metsätuhonaiheuttajien luokittelu

Metsikön laatua alentavat metsätuhot jaotellaan tuhonaiheuttajan mukaan. Tuhoja aiheuttavat muun muassa abioottiset ja bioottiset tekijät, ihmisen toiminta, kilpailu elintilasta sekä tunnistamattomat tekijät. Abioottisia eli elottomia tuhonaiheuttajia ovat esimerkiksi sää- ja maaperätekijät. Bioottiset eli elolliset tuhonaiheuttajat jaetaan sieniin, hyönteisiin ja selkärangkaisiin. (Kankaanhuhta 2005, 175.)

Primaariset tuhonaiheuttajat iskevät terveisiin puihin. Sekundääriset tuhonaiheuttajat iskevät puuainekseen, joka on jo jonkin muun tuhonaiheuttajan heikentämä. Aina eniten jälkiä jättänyt tuhonaiheuttaja ei olekaan aiheuttanut puun kuolemaa, vaan on etsittävä tekijä, jonka johdosta puu on heikentynyt. Tällaisia muille tuhoille altistavia tekijöitä ovat esimerkiksi myrsky, halla, veden pinnan nousu, kuivuus tai korjuuvauriot. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 37.)

Bioottisilla tuhonaiheuttajilla voi olla vuorovaikutussuhde keskenään. Esimerkiksi eri hyönteislajit ja sinistäjäsenet hyödyntävät toisiaan. Sienitaudit eivät yleensä pysty

läpäisemään puun kuorta. Hyönteiset tekevät reiän kuoreen ja kuljettavat sinistäjäsienen sienirihmaston ja itiöitä isäntäpuuhun karvoituksessaan tai sienirihmastojen kuljettamiseen soveltuvassa pintarakenteessaan. Vastineeksi eräiden hyönteislajien toukat käyttävät ravinnokseen käytävissä kasvavia sienirihmastoja. Osa sienistä taas häiritsee puun puolustusreaktiota erittämiensä myrkyllisten yhdisteiden avulla, mikä helpottaa hyönteisten tunkeutumista puuainekseen. (Kasanen 2009, 26–27.)

2.3 Metsätuhonaiheuttajien yleispiirteet

Sienitaudit aiheuttavat metsikössä merkittäviä kasvutappioita. Taudinaiheuttajat hidastavat puiden yhteyttämistä, vähentävät kasvua, pilaavat laadun ja voivat jopa tappaa puun. (Kasanen 2009, 11–13.) Sienet voivat levitä ilmateitse tai maaperän kautta. Tuulen ja sateen avulla sienten itiöt voivat kulkeutua hyvinkin pitkiä matkoja. Valtaosa itiöistä päätyy muualle kuin itiökasvin isäntäkasvin luo, mutta päästyään sinne, monet itiöt kohtaavat puun puolustusmekanismit, jolloin infektoituminen yleensä epäonnistuu. Toiset taudit, kuten juurikäävät (*Heterobasidion annosum*, *Heterobasidion parviporum*), taas leviävät pääasiassa maaperän kautta. (Kasanen 2009, 64–65.)

Taudinaiheuttaja, isäntäkasvi ja ympäristö sekä usein myös ihminen ovat jatkuvassa vuorovaikutussuhteessa keskenään. Taudinaiheuttajien elossa pysymistä määrittelevät muun muassa lämpötila, kosteus, happi, ja happamuus. Esimerkiksi männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua*) itiöpesäkkeiden vapautuminen ja kypsyminen vaativat tietyn määrän kosteutta. (Kasanen 2009, 64–65.)

Suomi on välttynyt tähän asti vakavilta sienituhoepidemioilta. Suomesta on kuitenkin tavattu joitain sienten aiheuttamia taimitarhatauteja, joita ovat esimerkiksi versosurma (*Gremmeniella abietina*), harmaahome (*Botrytis cinerea*) ja koivun levälaikku (*Phytophthora cactorum*). Vakavin sienituhonaiheuttaja on juurikääpä, joka aiheuttaa Suomessa yli 50 miljoonan euron vuotuiset tappiot. Kotimaisilla pääpuulajeillamme esiintyy koko elinkaaren ajan sienitauteja, mutta hyvin vähäisissä määrissä. Voidaan olettaa, että kotimaiset puulajimme ovat sopeutuneet levinneisyysalueellamme esiintyviin taudinaiheuttajiin ja muodostaneet riittävän vastustuskyvyn. (Kasanen 2009, 67–68.)

Yksi sienitautien ilmenemismuoto ovat käävät, joita esiintyy Suomessa noin 230 tunnettua lajia. Kääpien näkyvää osaa kutsutaan itiöemäksi. Sen avulla käävät lisääntyvät. Käävän varsinainen sienirihmasto elää puuaineessa. Käävät ovat lahottajia ja niiden aiheuttama laho voidaan jakaa lahotustavan mukaan valko- ja ruskolahoon. Lahotyypistä on apua kääpälajien määrityksessä. Käävät suosivat etenkin vanhoja luonnonmetsiä, joissa metsikön rakenne on vaihteleva ja joista löytyy useita puulajeja ja eri-ikäisiä puita. Yleisiä kääpälajeja esiintyy myös talousmetsissä. Talousmetsien nopean elinkierron vuoksi käävät eivät yleensä ehdi aiheuttamaan suurta taloudellista vahinkoa. Toki vähäinenkin sydänpuunlaho romahduttaa tukkipuun arvon, mutta hyvä metsänhoito on rajoittava tekijä kääville ja muille lahottajasienille. Talousmetsien tasaikäisyys ja -laatuisuus sekä valoisuus ja väljyys voivat kuitenkin altistaa puita tuhoisille juurikääville. (Niemelä 2005, 9–15.)

Suomessa elää noin 18 000 eri hyönteislajia. Kaikki hyönteiset eivät kuitenkaan ole metsätuholaisia, vaan tuhoniheuttajiksi luokitellaan sellaiset hyönteiset, jotka ovat kiinnostuneita samasta materiaalista kuin ihmisetkin eli puuaineksesta. Monet hyönteiset, kuten kovakuoriaiset, pistiäiset, kaksisiipiset ja perhoset, käyvät läpi täydellisen muodonmuutoksen. Toukka- ja aikuisvaiheessa olevat saman hyönteislajin edustajat ovat täysin erinäköisiä ja usein niiden ravintotottumuksetkin poikkeavat merkittävästi toisistaan. Lajista riippuu mikä hyönteisen kehitysaste aiheuttaa suurinta tuhoa. Mikään kehitysaste ei kuitenkaan ole kovin pitkäikäinen. Lajien runsauden ja muodonmuutoksen lisäksi hyönteisten eduksi voidaan lukea myös niiden erittäin nopea lisääntymiskyky, jota kuitenkin rajoittavat loiset, taudit, pedot ym. tekijät. Useiden hyönteislajien esiintymismääriä ja uhanalaisuutta täytyy havainnoida tarkastelemalla pitempiä aikajaksoja. (Nuorteva 1999, 5–8.)

Merkittävimpiä selkärankaisia tuhoniheuttajia ovat hirvieläimet ja myyrät. Selkärankaiset tuhoniheuttajat aiheuttavat tuhoa etenkin taimikoissa. Hirvet (*Alces alces*) syövät puiden lehtiä ja neulasia, taittavat oksia ja vahingoittavat runkoja hankaamalla niihin sarviaan. Ne ruokailevat koivuntaimikoissa ympäri vuoden ja mäntytaimikoissa lähinnä talven paksun lumipeitteen aikana. Metsäkauriit (*Capreolus capreolus*) ja valkohäntäpeurat (*Odocoileus virginianus*) vahingoittavat myös kuusentaimia. Niiden aiheuttamia tuhoja esiintyy vähäisissä määrin Etelä-Suomessa. Suurin osa myyrätuhoista on pelto- ja metsämyyrien (*Microtus agrestis*, *Myodes glareolus*) aikaansaannoksia. Myyrät syövät silmuja jopa neljän metrin korkeudesta ja nakertavat kuorta

taimien tyvellä ja niiden uusista kasvaimista. Myyräkannan koko vaihtelee säännöllisen syklin mukaisesti. (Kankaanhuhta 2005, 178.)

Elottomista tuhonaiheuttajista eniten tuhoja aiheuttavat myrsky ja lumi. Myrskytuho-riski on korkea etenkin harvennusten ja lannoitusten jälkeen. Muutamassa vuodessa tilanne kuitenkin normalisoituu. Lumituhoja syntyy, kun märkä lumi ja alijäähtynyt vesi jäätyvät puiden oksille. Rungot eivät kestä painavan lumen aiheuttamaa kuormitusta, vaan ne katkeavat tai taipuvat. Lumituhoriski on erityisen korkea sellaisissa juuri harvennetuissa männiköissä, jotka ovat kasvaneet pitkään ylitiehinä. Korjuuvauriot altistavat puita muille tuhonaiheuttajille, kuten hyönteisille ja sienituhoille. Riski on korkea etenkin kesäaikana tehtävillä hakkuilla. (Kankaanhuhta 2005, 179.)

2.4 Metsätuhojen tunnistamisen apuvälineet

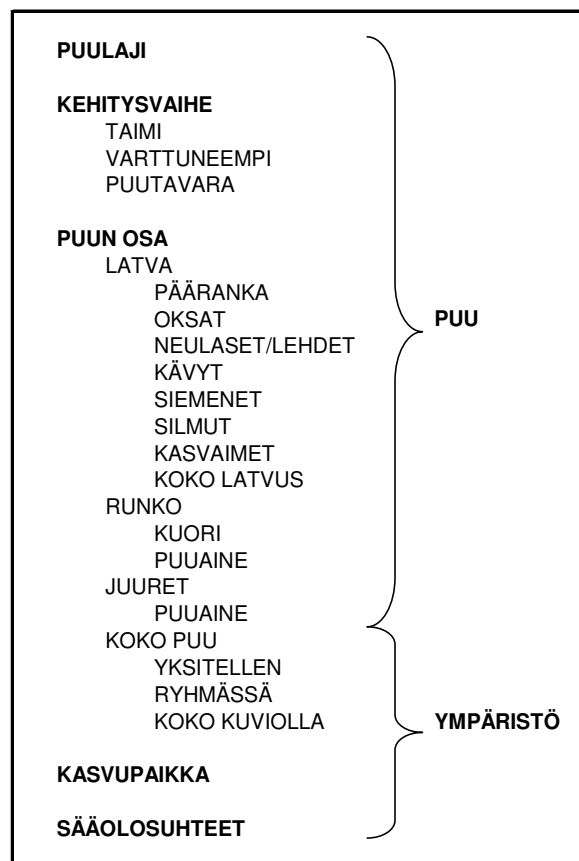
2.4.1 Metsätuhojen tunnistaminen ja määrittyskaavat

Metsätuho on yleensä tekijä, joka alentaa metsän kasvua ja tuottoa ja vaikuttaa maisemaan. Tuhojen tunnistamista pidetään hankalana asiana. Useat tuhonaiheuttajat ovat pieniä tai jopa vain mikroskoopin avulla havaittavia. Kuitenkin pienen tuhonaiheuttajan vaikutukset voivat olla suuret. Merkittävimmät tuhot ovat laaja-alaisia ja leviävät erittäin nopeasti. Tällaiset tuhot alentavat metsikön kasvua ja laatua ja näin ollen heikentävät puuntuotantoa merkittävästi ja tuovat taloudellisia tappioita. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 8–9.)

Metsätuhojen oikealla tunnistamisella taataan, että tuhojen torjunta- ja hoitotoimet osataan kohdistaa oikein. Tuhojen tunnistaminen on tärkeää, jotta myös tulevan puusukupolven suunnittelussa osataan ottaa huomioon mahdolliset tuhoriskit ja minimoida ne. Väärät johtopäätökset metsätuholaisista lisäävät torjuntakustannuksia tai mahdollisesti voivat jopa aiheuttaa lisää tuhoja. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 37.)

Tuhonaiheuttajan tunnistamisen apuvälineiksi on kehitetty määrittyskaavoja, jollainen on esitetty kuviossa 1. Ensimmäisenä tunnistetaan puulaji, jolla tuhonaiheuttaja esiintyy. Sama tuhonaiheuttaja voi esiintyä usealla puulajilla. Liitteessä 1 esitetään yleisempiä tuhonaiheuttajia puulajeittain. Toinen askel on tarkastella, missä kehitysvaiheessa puu on. Taimilla ja varttuneemmilla puilla voivat olla täysin eri tuhonaiheutta-

jat. Lisäksi lajisto on erilainen hakkuukypsällä puustolla, kuolleilla puilla ja puutavaralla. Kun tarkastellaan tiettyä kehitysvaihetta, on otettava huomioon, missä osassa puuta tuho sijaitsee. Eri tuhoniheuttajat iskevät puun eri osiin. Määrityskaavoja käyttämällä saadaan rajattua tuhoniheuttajien joukkoa pienemmäksi ja oikean syyllisen löytäminen helpottuu. Lisäksi tuhojen tunnistajan kannattaa tarkastella myös kokonaisuutta eli lähiympäristön puiden tilaa, kasvupaikkaa sekä muisteltava edellisten vuosien sääolosuhteita kyseisellä paikalla. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 38.)



KUVIO 1. Määrityskaava.

2.4.2 Metsien terveys -palvelu

Tuhoniheuttajien tunnistamisen avuksi Metsäntutkimuslaitos (Metla) on toteuttanut Metsien terveys -palvelun. Palvelu on avoinna Metlan Internet-sivuilla kaikille aiheesta kiinnostuneille, niin yksittäisille metsänomistajille kuin metsäalan toimijoillekin. Metsien terveys -palvelu tarjoaa tietoa metsien terveyden tilasta ja tuhoniheuttajista. Palvelun ovat rakentaneet Metlan metsätuhoasiantuntijat ja se on rakennettu aiemmin toimineen Sirex-metsätuho-oppaan pohjalta. (Metsäntutkimuslaitos 2010a.)

Metsien terveys -palvelun sivuilta löytyy metsätuho-opas, johon on koottu tietoa yli 170 metsätuhosta. Tuhonaiheuttajista löytyy yleiskuvaus, tietoa lisääntymisestä, esiintymisestä, tunnistamisesta, metsätaloudellisesta merkityksestä sekä torjuntakeinoista. Lisäksi tunnistamisen tueksi jokaisesta tuhosta löytyy värikuvia. (Metsäntutkimuslaitos 2010a.)

Tuhojen tunnistamisen helpottamiseksi sivustolle on rakennettu Metsätuhojen tunnistuspalvelu, jonka avulla voi selvittää mikä puuta tai metsää vaivaa. Tunnistuspalvelussa sovelletaan edellisessä kappaleessa esiteltyjä määrittyskaavoja. Valintojen mukaan tunnistuspalvelu antaa listan mahdollisista tuhonaiheuttajista, jotka sopivat annettuihin tietoihin. Tuhonaiheuttajan nimeä klikkaamalla pääsee metsätuho-oppaan tietoihin lukemaan lisätietoja tuhonaiheuttajasta. (Metsäntutkimuslaitos 2010a.)

Metsien terveys -sivustolla voi myös tehdä ilmoituksen havaitsemastaan metsätuhosta. Mikäli tuhonaiheuttaja on epäselvä, voi ottaa yhteyttä Metlan asiantuntijaan ja sopia näytteiden ja kuvien lähettämisestä, joiden avulla tuhonaiheuttajan tunnistus helpottuu. Metsäntutkimuslaitos kerää metsätuhoista tietokantaa ja julkaisee vuosittain eri lähteistä kerätyn tiedon perusteella havaituista tuhoista raportin. Tuhohavaintojen perusteella voidaan muun muassa seurata metsätuhojen vuosittaista vaihtelua ja uusien tuhonaiheuttajien esiintymisiä. (Metsäntutkimuslaitos 2010a.)

2.4.3 Julkaisut

Metsätuhojen tunnistamisessa voi käyttää apuna kirjallisuutta. Metsätuhoista on julkaistu suomeksi useita teoksia. Uusimmissa julkaisuissa on panostettu myös hyvälaatuisiin ja havainnollistaviin kuviin. Tietoa on saatavana myös muilla kielillä kuten englanniksi. Vieraskielisen materiaalin käyttö vaatii kuitenkin perehtyneisyyttä aiheeseen ja sen sanastoon.

Uusimpia kotimaisista julkaisuista on Risto Kasasen (2009) kirjoittama Metsäpuiden sienitaudit, joka taudinkuvauksien lisäksi johdattaa lukijan sienitautien epidemiologiaan, systematiikkaan ja populaatiobiologiaan. Samaan aihepiiriin sijoittuu myös vuonna 1994 julkaistu Timo Kurkelan kirjoittama Metsän taudit, metsäpatologian perusteet. Tuomo Niemelän Käävät puiden sienet –kirja esittelee Suomen 230 kääpälajia.

Teoksesta on hyötyä myös talousmetsissä esiintyvien kääpien tunnistuksessa. Vuonna 1999 on julkaistu useampikin metsätuholaisiin liittyvä teos. Laajin niistä on Antti Uotilan ja Ville Kankaanhuhdan Metsätuhojen tunnistus ja torjunta, joka esittelee noin 200 yleisintä metsätuhoa. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta kirjan esi-isänä voidaan pitää vuonna 1988 julkaistua Metsänterveysopasta. Marja Poterin toimittama taimituho-opas keskittyy esittelemään taimitarhojen sekä istutusalojen ensimmäisten vuosien tuholaisia. Matti Nuortevan Metsähyönteisten maailmasta -kirja kertoo yleisesti metsien hyönteisistä. Kirjassa esiintyy niin metsille haitattomia hyönteisiä kuin metsätuholaisiakin. Hyönteistietoutta lisää Helsingin yliopiston 1987 julkaisema Kari Heliövaaran kirja Metsähyönteiset - lajintuntemus sekä saman kirjoittajan vuonna 2004 julkaistu Suomen sarvijäärät. Heliövaara on ollut mukana myös tekemässä Helsingin yliopiston vuonna 1998 julkaisemaa Suomen kaarnakuoriaiset -teosta.

3 METSÄTUHOILTA SUOJAUTUMINEN

3.1 Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta

Eduskunta on säätänyt lain metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta. Tällä niin sanotulla ötökkälailalla pyritään estämään metsätuhojen leviäminen. Laissa velvoitetaan poistamaan puutavara hakkuupaikalta ja välivarastosta annettuihin aikarajoihin mennessä. Lisäksi laissa annetaan ohjeet, kuinka toimitaan pysyvillä puutavaran varastopaikoilla, joissa varastoidaan puutavaraa pitkäaikaisesti. (Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta 8.2.1991/263.)

Lain mukaan puutavaran omistaja on velvollinen huolehtimaan, että syyskuun alun ja toukokuun lopun välisenä aikana kaadettu ainespuun mittavaatimukset täyttävä mättypuutavara kuljetetaan pois hakkuupaikalta tai välivarastosta Oulun ja Lapin lääneissä viimeistään 15. päivänä heinäkuuta ja muissa lääneissä viimeistään 1. päivänä heinäkuuta. Syyskuun alun ja kesäkuun lopun välisenä aikana kaadettu ainespuun mittavaatimukset täyttävä kuusipuutavara kuljetetaan taas pois hakkuupaikalta tai välivarastosta Oulun ja Lapin lääneissä viimeistään 15. päivänä elokuuta ja muissa lääneissä viimeistään 1. päivänä elokuuta. Puutavara voidaan poiskuljettamisen sijasta kuoria viimeistään yhtä kuukautta ennen kuljettamiselle säädettyä määräaikaa taikka sijoittaa, peittää tai suorittaa sille muita toimenpiteitä siten, ettei puutavarasta merkittävästi

pääse leviämään metsätuhoja aiheuttavia hyönteisiä. (Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta 8.2.1991/263.)

Hyönteis- ja sienituhojen torjuntaa koskevassa laissa säädetään, että varastoitaessa havupuutavaraa puutavaran jalostuspaikalla, erityisellä mittausasemalla, uiton toimipaikassa tai muulla pysyvällä varastointipaikalla, puutavaran omistaja on velvollinen ryhtymään kohtuullisiksi katsottaviin toimenpiteisiin estääkseen metsätuhoja aiheuttavien hyönteisten merkittävän leviämisen puutavarasta. (Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta 8.2.1991/263.)

Lakia metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta valvovat metsäkeskukset. Lakia sovelletaan havupuun ranka- ja kokopuun varastointiin, mikäli puolet energiapuukasassa olevasta puutavarasta täyttää ainespuun mitat. (Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta 8.2.1991/263.)

Lain rikkomisesta rangaistuksena ovat yleensä sakot. Lisäksi, jos puutavaran- tai maanomistaja on laiminlyönyt velvollisuuksiaan, minkä johdosta toisen osapuolen metsän kasvu on vähentynyt 30 prosenttia tai 20 prosenttia metsän puista on kuollut, hänen täytyy korvata aiheuttamansa vahingot. (Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta 8.2.1991/263.)

3.2 Metsätuhojen torjunta

3.2.1 Ennaltaehkäisy

Metsätuhojen torjunnassa keskitytään tuhojen ennaltaehkäisyyn. Ennaltaehkäisy alkaa jo uudistamisvaiheessa, jolloin kartoitetaan alueen mahdolliset tuhoriskit ja valitaan niiden perusteella alalle sopiva puulaji ja alkuperä. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 22.)

Oikein ajoitetut metsänhoitotoimenpiteet vähentävät tuhoriskiä. Tämä edellyttää tuhonaiheuttajien vuodenaikaisvaihtelun tuntemista. Harvennushakkuut tehdään jäätyneen maan aikaan ja puutavara kuljetetaan kesällä äkkiä pois. Kun metsikköön on iskenyt jo tuhonaiheuttaja, on tuhoalueen uudistaminen harkittava tarkkaan, sillä useat tuhot ovat suoraan sidoksissa kasvupaikkaan. Harvankin puuston kasvattaminen siis

voi olla kannattavaa, jos on oletettavissa, että uuden puusukupolven ennuste on heikompi kuin nykyisen. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 22–23.)

Metsäammattilaisten ammattitaito on merkittävä tekijä tuhojen torjunnassa. Tuhojen oikea tunnistaminen ja tuhoriskien arvioiminen on tärkeä osa ammattitaitoa. Koneenkuljettajien on osattava valita laadultaan parhaat puut ja poistaa sairaat. Jäävän puuston vioittamista vältetään. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 23.)

Elinvoimainen metsä pystyy puolustautumaan tuhonaiheuttajia vastaan. Metsien elinvoimaisuutta pidetään yllä metsänhoidollisilla keinoilla, kuten harvennushakkuin, kunnostusojituksin, lannoituksin ja uudistushakkuin. Metsänhoito myös lisää tuhoja, mutta kokonaisuudessaan metsän hoitaminen on taloudellisesti kannattavampaa kuin metsän hoitamatta jättäminen. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 23–24.)

Erilaisia torjuntakeinoja kehitetään koko ajan. Uusimmat torjuntakeinot ovat usein epäkäytännöllisiä tai niiden toimivuutta ei ole tutkittu riittävästi. Tärkeää olisi kehittää myös korjuukalustoa ja tehostaa nykyisiä torjuntakeinoja (Kasanen 2009, 82). Suositeltavaa on käyttää useaa torjuntakeinoja yhtä aikaa. Monitorjunnassa sovelletaan useita torjuntakeinoja, kuten metsänhoidollisia keinoja, kestävyysjalostusta, metsähygieniää, kemiallista ja biologista torjuntaa. Monitorjunnan ansiosta saadaan aikaan parempia tuloksia ja voidaan rajoittaa haitallisten torjunta-aineiden käyttöä. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 8.)

Tuhojen aktiivinen torjunta aiheuttaa kustannuksia. Väärin valittu torjuntakeino laskee metsän tuottoa. Tuhojen torjunnasta saatava hyöty saadaan käyttöön vasta pitkän ajan päästä. Kannattava torjuntakeino tuottaa takaisin kustannuksensa ja korkoa sijoitukselle. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 23.)

Maa- ja metsätalousministeriö asetti vuonna 2003 metsätuhotyöryhmän, jonka raportin perusteella kaikkien metsäkeskusten on varauduttava tuhojen torjuntaan metsätuhovalmiussuunnitelmalla. Valmiussuunnitelmat on tehty alueellisesti metsäkeskuksittain ja ne käsittävät myrskyn, metsäpalo, lumen, kuivuuden ja pakkasen aiheuttamat tuhot. Lisäksi suunnitelmissa on otettu huomioon myös ilmansaasteiden kulkeutumisen ja uusien tulokaslajien, kuten mäntyankeroisen (*Bursaphelenchus xylophilus*), aiheuttamat tuhot. Valmiussuunnitelmassa on alueittain määritetty vastuuhenkilöt ja

annettu ohjeet siitä, kuinka tuhotilanteessa on toimittava. (Maa- ja metsätalousministeriö 2009, 2.)

3.2.2 Metsätuhot ja luonnon monimuotoisuus

Metsätuhot lisäävät luonnon monimuotoisuutta luomalla metsään pienaukkoja ja luomalla ekosysteemiin erilaista lahopuuta. Toisaalta taas monimuotoisuus lisää metsätuhojen riskiä. Yleisohjeena on, että metsätaloudelle merkittäviä tuhonaiheuttajia ei erityisesti tarvitse suojella, sillä ne lisääntyvät aivan tavallisissa talousmetsissä. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 26.)

Hakkuualoille jätetään lahopuuta, jotta lahossa runkopuussa eläville eliölajeille taatisiin hyvät olosuhteet. Lahottajille hyödylliset säästöpuut jätetään ryhmiin, jotta saadaan aikaan lahopuujatkumo. Ryhmiin kannattaa jättää muun muassa suuria haapoja tai jo valmiiksi kuolleita puita. Säästöpuuryhmät ovat usein alttiina myrskytuhoille, mikä kannattaa ottaa huomioon ryhmiä suunniteltaessa. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 26–27.)

Metsäluonnon tärkeät elinympäristöt voidaan rajata metsänhoitotoimenpiteiden ulkopuolelle, sillä ne ovat yleensä pienialaisia. Hoitamatta jättämisestä ei täten aiheudu huomattavaa tuhoriskiä. Harvennushakkuut vähentävät monimuotoisuutta, sillä kaikki puutavara, joka ilman hakkuuta poistuisi luonnollisesti eli lahoaisi, korjataan talteen. Harvennushakkuissa säästetään yksittäisiä puita tai puuryhmiä, sillä niistä ei aiheudu huomattavaa tuhoriskiä tai taloudellisia tappioita. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 27.)

3.3 Taloudellinen suojautuminen

3.3.1 Metsävakuutus

Vuonna 2005 tehdyn tutkimuksen mukaan alle puolet metsänomistajista oli vakuuttanut metsänsä ja näistä osalla oli vanhanaikainen ainaisvakuutus (Anttila 2006, 1). Pinta-alalla mitattuna noin kolmannes yksityismetsistä on vakuutettu (Ruohola 2005, 1).

Vakuutusmaksut määräytyvät tilan sijaintikunnan ja metsämaan pinta-alan mukaan. Metsävakuutusta tarjoavat useat eri vakuutusyhtiöt, joiden tarjonnan mukaan voi vali-

ta vakuutuksen laajuuden ja omavastuuosuuden. Vakuutusmaksujen määrittelyssä käytetään lisäksi niin sanottua riskihinnoittelua. Tällöin maksuissa otetaan huomioon myös puuston keskimääräiset hinnat metsäkeskusten alueella ja alueelliset vahinkoriskit, jotka perustuvat vahinkotilastoihin. (Ruohola 2005, 2.)

Nykyiset vakuutukset ovat täysarvovakuutuksia, jotka korvaavat vahingot todellisen arvon mukaan. Vakuutuksien kattavuus vaihtelee yhtiöiden kesken. (Anttila 2006, 2.) Suppeimmillaan otettava vakuutus voi olla pelkkä palovakuutus. Laajin turva kattaa metsäpalosta, lumesta, myrskystä, hyönteisistä, tulvasta, sienitaudeista, eläimistä, ilkivallasta ja anastuksesta aiheutuneet menetykset. (Ruohola 2005, 3.)

Vuonna 2005 39 prosentilla metsänsä vakuuttaneista metsänomistajilla oli perusvakuutus. Neljänneksellä oli laajan turvan vakuutus ja viidenneksellä pelkkä palovakuutus. Loput 15 prosenttia ei tiennyt vakuutuksensa laajuutta. (Anttila 2006, 2.) Metsätilan koko ja puunmyyntikäyttäytyminen korreloivat vakuutuksen laajuuteen. Suurilla tiloilla on perusvakuutus, kun taas keskikokoiset tilat ovat valinneet laajan turvan ja aktiiviset metsänomistajat vakuuttavat metsänsä suhteellisesti useammin (Anttila 2006, 4.)

Joillakin metsänomistajilla on vielä vanhanaikaisia ainaisvakuutuksia. Ainaisvakuutuksia tehtäessä puuston hakkuuarvo arvioitiin ja sen mukaan määräytyi metsän vakuutusarvo. Ainaisvakuutuksia ei ole sidottu indeksiin, joten inflaation ja metsien arvon kasvun vuoksi ainaisvakuutetut ovat käytännössä täysin alivakuutettuja. Laskelmien mukaan nykyiset ainaisvakuutukset kattaisivat puuston arvosta noin 5–10 %. (Ruohola 2005, 2.)

Tärkeimmät syyt metsän vakuuttamiseen ovat olleet vuonna 2005 vakuutuksen tuoma turva vahinkojen varalle sekä viimeaikaiset myrskyt. Yleisimmät syyt metsän vakuuttamatta jättämiseen ovat olleet tuhojen epätodennäköisyys, vakuutuksen korkea hinta ja metsätilan vähäinen arvo. (Anttila 2006, 3–4.)

3.3.2 Vakuutuskorvaukset

Metsävakuutus korvaa taimikolle, puustolle ja hakatulle puutavaralle aiheutuneet vahingot metsätaloudellisen arvon menetyksen perusteella. Metsävakuutus ei korvaa juurikäävän, hirvien, kuivuuden, hallan, roudan tai ravinnepuutosten aiheuttamia menetyksiä. Hirvivahingot kuitenkin korvataan valtion varoista. Vakuutukset eivät myöskään korvaa ilman, vesistön tai maaperän saastumista, vaan tällöin saastuttaja joutuu itse korvaamaan vahingot. Mikäli saastuttajaa ei löydy, metsänomistaja joutuu maksamaan vahingot. (Ruohola 2005, 3.)

Tuhon sattuessa tehdään aiheutuneista vahingoista vakuutusyhtiölle vahinkoilmoitus. Vakuutusyhtiö lähettää arviointipyynnön paikalliselle metsäammattilaiselle, kuten metsänhoitoyhdistykselle, metsäpalveluyrittäjälle tai metsäkeskukselle. Vakuutusyhtiöt edellyttävät, että vahinkojen arvioija on puolueeton, kokenut ja ammattitaitoinen ja henkilön on oltava olla perillä vakuutusyhtiön korvausehdoista ja vaatimuksista. Arvioija laskee vahingoittuneen puuston arvon ennen ja jälkeen vahingon. Lisäksi nuorta puustoa korvattaessa mukaan lasketaan myös odotusarvonlisä. (Ruohola 2005, 3.)

Vakuutusyhtiöillä ovat yleensä tietyt ehdot vahingonkorvauksien maksamiselle. Esimerkiksi sienitautien, tulvan ja hyönteisten aiheuttamissa tuhoissa tuhoalueen on oltava kooltaan vähintään puolen hehtaarin yhtenäisellä alueella ja tuhoutunutta puustoa on oltava vähintään 15 kiintokuutiometriä. Yksittäisiä puita metsävakuutukset eivät korvaa. Vakuutusyhtiöt vakuuttavat hakatun puutavaran tienvarsivarastoon asti. (Ruohola 2005, 3.)

Vuonna 2008 vakuutusyhtiöille kävivät kalleimmaksi tuulen aiheuttamat tuhot. Tuuli on aiheuttanut kautta aikojen merkittävimmät tuhokorvaukset. Muita mainittavia tuhokorvauksia on maksettu vuonna 2008 metsäpalojen, jyrсийöiden ja hyönteisten aiheuttamista metsätuhoista. Pitkän aikavälin tuloksia tarkasteltaessa myös lumen aiheuttamista tuhoista on maksettu joinakin vuosina korkeita korvauksia. (Taulukko 5.)

TAULUKKO 5. Metsätuhokorvaukset 1980-2008 (Ylitalo 2009).

Tuhovuosi <i>Year of forest damage</i>	Vakuutusyhtiöiden ja -yhdistysten maksamat korvaukset – <i>Compensations paid by insurance companies and associations</i>										Yhteensä <i>Total</i>	Valtion maksamat hivituohokorvaukset <i>Moose damage compensated by the State</i>
	Tuhon aiheuttaja – <i>Damaging agent</i>											
	Tuuli <i>Wind</i>	Lumi <i>Snow</i>	Tuli <i>Fire</i>	Tulva <i>Flood</i>	Hirvieläimet <i>Moose etc.</i>	Jyrsijät <i>Rodents</i>	Hyönteiset <i>Insects</i>	Sienet <i>Fungi</i>	Muut <i>Other</i>	Erittelemätön <i>Unspecified</i>		
	1 000 €											
1980	142	31	75	..	281	7	17	1	0	..	554	-
1981	613	38	24	10	277	4	25	1	1	..	992	-
1982	4 302	192	41	35	550	31	132	14	4	..	5 301	..
1983	499	40	21	17	421	116	101	89	1	..	1 305	..
1984	721	164	25	18	422	69	109	60	3	..	1 592	..
1985	14 333	53	40	22	741	417	100	123	2	..	15 831	..
1986	2 095	427	43	21	349	1 319	43	111	4	..	4 412	..
1987	353	7	10	23	20	151	22	48	3	..	637	..
1988	216	154	40	35	8	284	34	149	3	..	925	..
1989	765	18	129	5	3	634	20	66	2	..	1 643	..
1990	67	138	34	8	10	96	69	48	5	..	475	..
1991	323	1 205	91	2	11	150	37	4	29	295	2 147	1 119
1992	1 317	117	179	6	5	93	20	14	12	366	2 128	1 481
1993	81	158	60	3	6	37	9	9	19	596	978	1 108
1994	325	1 065	102	15	7	72	20	6	22	406	2 040	946
1995	435	19	51	28	7	73	29	1	2	269	915	1 008
1996	70	201	88	20	3	59	14	17	9	67	547	1 025
1997	130	59	939	26	11	32	24	19	4	252	1 495	898
1998	854	74	32	9	1	43	29	1	5	311	1 358	1 010
1999	912	820	153	4	16	122	33	4	17	564	2 645	1 199
2000	1 822	88	93	4	5	32	36	11	10	311	2 412	3 658
2001	14 984	1 865	62	5	3	50	15	5	5	513	17 507	4 308
2002	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2 240	..	3 336
2003	2 299	388	130	35	38	250	38	2	4	-	3 182	3 115
2004	1 016	215	144	23	3	43	74	6	0	-	1 525	2 863
2005	1 235	155	106	44	4	112	56	3	1	-	1 717	3 041
2006	1 400	790	576	9	24	764	65	-	100	-	3 728	5 036
2007	2 018	1 296	238	8	1	211	81	6	8	-	3 867	2 212
2008	1 019	63	325	16	6	216	138	17	17	-	1 816	1 769

4 METSIEN TERVEYDENTILAN SEURANTA

4.1 Ilmastonmuutoksen vaikutukset metsätuhoihin

4.1.1 Sääolojen muutokset

Elinympäristön muutokset voivat saada aikaan suotuisat olot sellaisille hyönteis- ja sienilajeille, jotka aiheuttavat nykyisin vain lieviä tuhoja. Muutosten johdosta vähäpätöisestäkin tuholaisesta voi tulla merkittävä tuhonaiheuttaja. (Uotila & Kankaanhuhta 1999, 8.)

Ennusteiden mukaan ilmastonmuutos nostaa Suomen keskilämpötilaa 3–7 astetta seuraavan 100 vuoden aikana. Tulevaisuudessa Lapin ilmasto siis vastaisi lämpötilaltaan nykyistä Etelä-Suomen ilmastoa. Ilmastonmuutoksen myötä ilmaston ääri-ilmiöiden ennustetaan lisääntyvät. Tämä merkitsee muun muassa helleaaltojen ja rankkasateiden yleistymistä. Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa positiivisesti metsän kasvuun, mutta epäillään, että lisääntyneet metsätuhot kumoavat tämän vaikutuksen. (Kasanen 2009, 80.)

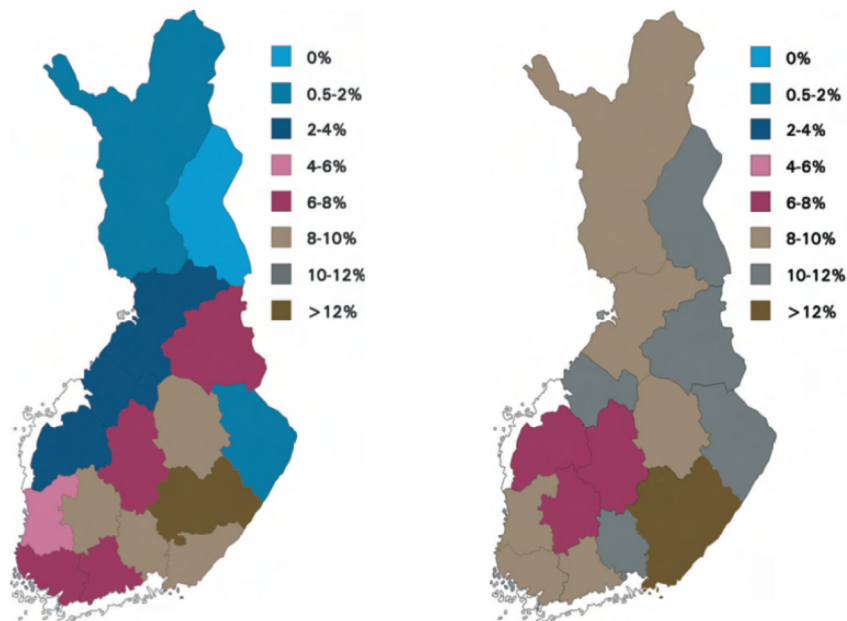
Myrskytuhoja esiintyy nykyisin lähinnä sulan maan aikaan. Myrskytuhojen oletetaan lisääntyvän ilmastonmuutoksen myötä, kun maa vettyy ja jäätyy yhä harvemmin. Ennustetaan, että tulevaisuudessa lumituhojen vaikutus saattaa pienentyä, sillä kokonaisuudannasta suurin osa tulee luultavasti vetenä. Korkea lämpötila ja kuivuus suosivat hyönteisten elinkiertoa. Tämän myötä voidaan olettaa hyönteisten määrän lisääntyvän. Lisääntymistä rajoittavana tekijänä on kuitenkin ilmankosteus. Tehtyjen tutkimusten mukaan perättäiset sateiset ja viileät kasvukaudet sekä leudot talvet suosivat sienitautien, kuten versosurman ja männynharmaakaristeen (*Lophodermella sulcigena*), taudinaiheuttajien kehittymistä. (Karjalainen ym. 1991, 95–102.)

4.1.2 Lajien levinneisyysalueiden muutokset

Ilmastonmuutos muuttaa puulajien levinneisyysalueita, minkä myötä myös osa tuhonaiheuttajista leviää yhä pohjoisemmaksi. Erittäin todennäköisesti Suomeen kulkeutuu myös uusia tuhonaiheuttajia. Leutojen ja lyhenevien talvien vuoksi hakkuita tehdään yhä enemmän sulan maan aikana, mikä edistää esimerkiksi juurikäävän leviämistä. (Kasanen 2009, 82.)

Ruskomäntypistiäinen (*Neodiprion sertifer*) talvehtii männynneulasten sisällä. Kriittinen lämpötila ruskomäntypistiäisen munille on -34 °C, joka rajoittaa lajin leviämistä. Ilmastonmuutoksen aiheuttama talvilämpötilojen nousu vähentää ruskomäntypistiäisen talvehtivien munien kuolleisuutta, mikä mahdollistaa lajin leviämisen Pohjois-Suomen männiköihin. Kuvassa 1 näkyy, kuinka ruskomäntypistiäiskannan ennustetaan kehittyvän vuosien 1960–1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Tutkimusten mukaan myös ruskomäntypistiäisen munaloisten talvikuolleisuus on noussut, sillä loisitut munat jäätyvät korkeammissa lämpötiloissa kuin loisimattomat. Tämä mahdollistaa

sen, että tietyissä lämpötiloissa loiset eivät enää pysty kontrolloimaan ruskomäntypistiäiskantaa. (Niemelä & Veteli 2005, 95–96.)



KUVA 1. Ruskomäntypistiäistuhojen levinneisyys vuosina 1960–1990 ja ennuste vuodelle 2050 (Niemelä & Veteli 2005).

Baltiassa on tavattu maailmanlaajuisesti merkittäviä mäntyjen taudinaiheuttajia. Sienitautien aiheuttamat tuhot ovat lisääntyneet Baltian alueella nopeasti ja sen epäilläänkin olevan poikkeuksellisten ilmasto-olosuhteiden syytä. Virossa esiintyvä punavyökariste (*Dothistroma septosporum*) on aiheuttanut viime vuosina yhä enemmän tuhoja. Taudin epäillään hyötynneen runsaista kesäsateista. Vuonna 2008 punavyökaristetta tavattiin ensimmäisen kerran myös Suomesta, mutta toistaiseksi se ei ole aiheuttanut meillä merkittäviä vahinkoja. Huolestuttavaa kuitenkin on, että etenkin eteläisellä pallonpuoliskolla punavyökaristeen aiheuttamat tuhot ovat olleet erittäin merkittäviä ja se on aiheuttanut tuhoa niin taimikoissa kuin varttuneemmissa metsissä. (Kasanen 2009, 82–83.)

4.2 Metsätuhojen seuranta

Metsäntutkimuslaitos vastaa Suomen metsien osalta metsien yleiseurooppalaisesta metsien terveydentilan seurantaohjelmasta. Suomi on osallistunut ICP-Forests (International Cooperative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution

Effects on Forests) -ohjelmaan jo vuodesta 1985 lähtien. Suomi osallistuu kahden eri tason seurantaan. Tasolla I seurataan pysyviä havaintokoealoja, joilta arvioidaan vuosittain puiden ja latvusten kuntoa. Taulukossa 4 esitellään tason I tuloksia Euroopassa vuosina 1998–2009. Tason II seurannassa Suomi on ollut mukana vuodesta 1995 lähtien. Siinä on valittu eri puolilla maata sijaitsevia metsikköjä, joista tutkitaan metsien kunnon ja ilman epäpuhtauksien sekä muiden stressitekijöiden välisiä suhteita. (Metsäntutkimuslaitos 2010b.)

TAULUKKO 4. Kaikkien puulajien harsuuntuneisuus eli neulas- ja lehtikato Euroopassa vuosina 1998–2009 (ICP Forests 2010).

Participating countries	All species Defoliation classes 2–4												Change % points
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2008/2009
Albania	9.8	9.9	10.1	10.2	13.1		12.2		11.1				
Andorra							36.1		23.0	47.2	15.3	6.8	-8.5
Austria	6.7	6.8	8.9	9.7	10.2	11.1	13.1	14.8	15.0				
Belarus	30.5	26.0	24.0	20.7	9.5	11.3	10.0	9.0	7.9	8.1	8.0	8.4	0.4
Belgium	17.0	17.7	19.0	17.9	17.8	17.3	19.4	19.9	17.9	16.4	14.5	20.2	5.7
Bulgaria	60.2	44.2	46.3	33.8	37.1	33.7	39.7	35.0	37.4	29.7	31.9	21.1	-10.8
Croatia	25.6	23.1	23.4	25.0	20.6	22.0	25.2	27.1	24.9	25.1	23.9	26.3	2.4
Cyprus				8.9	2.8	18.4	12.2	10.8	20.8	16.7	47.0	36.2	-10.8
Czech Rep.	48.8	50.4	51.7	52.1	53.4	54.4	57.3	57.1	56.2	57.1	56.7	56.8	0.1
Denmark	22.0	13.2	11.0	7.4	8.7	10.2	11.8	9.4	7.6	6.1	9.1	5.5	-3.6
Estonia	8.7	8.7	7.4	8.5	7.6	7.6	5.3	5.4	6.2	6.8	9.0	7.2	-1.8
Finland	11.8	11.4	11.6	11.0	11.5	10.7	9.8	8.8	9.7	10.5	10.2	9.1	-1.1
France	23.3	19.7	18.3	20.3	21.9	28.4	31.7	34.2	35.6	35.4	32.4	33.5	1.1
Germany	21.0	21.7	23.0	21.9	21.4	22.5	31.4	28.5	27.9	24.8	25.1	26.5	1.4
Greece	21.7	16.6	18.2	21.7	20.9			16.3					
Hungary	19.0	18.2	20.8	21.2	21.2	22.5	21.5	21.0	19.2	20.7		18.4	
Ireland	16.1	13.0	14.6	17.4	20.7	13.9	17.4	16.2	7.4	6.0	10.0	12.5	2.5
Italy	35.9	35.3	34.4	38.4	37.3	37.6	35.9	32.9	30.5	35.7	32.8	35.8	3.0
Latvia	16.6	18.9	20.7	15.6	13.8	12.5	12.5	13.1	13.4	15.0	15.3	13.8	-1.5
Liechtenstein													
Lithuania	15.7	11.6	13.9	11.7	12.8	14.7	13.9	11.0	12.0	12.3	19.6	17.7	-1.9
Luxembourg	25.3	19.2	23.4										
FYR of Macedonia													
Rep. of Moldova			29.1	36.9	42.5	42.4	34.0	26.5	27.6	32.5	33.6	25.2	-8.4
The Netherlands	31.0	12.9	21.8	19.9	21.7	18.0	27.5	30.2	19.5				
Norway	30.6	28.6	24.3	27.2	25.5	22.9	20.7	21.6	23.3	26.2	22.7	21.0	-1.7
Poland	34.6	30.6	32.0	30.6	32.7	34.7	34.6	30.7	20.1	20.2	18.0	17.7	-0.3
Portugal	10.2	11.1	10.3	10.1	9.6	13.0	16.6	24.3					
Romania	12.3	12.7	14.3	13.3	13.5	12.6	11.7	8.1	8.6	23.2		18.9	
Russian Fed.				9.8	10.9								
Serbia	8.4	11.2	8.4	14.0	3.9	22.8	14.3	16.4	11.3	15.4	11.5	10.3	-1.2
Slovak Rep.	32.5	27.8	23.5	31.7	24.8	31.4	26.7	22.9	28.1	25.6	29.3	32.1	2.8
Slovenia	27.6	29.1	24.8	28.9	28.1	27.5	29.3	30.6	29.4	35.8	36.9	35.5	-1.4
Spain	13.6	12.9	13.8	13.0	16.4	16.6	15.0	21.3	21.5	17.6	15.6	17.7	2.1
Sweden	14.2	13.2	13.7	17.5	16.8	19.2	16.5	18.4	19.4	17.9	17.3	15.0	-2.3
Switzerland	19.1	19.0	29.4	18.2	18.6	14.9	29.1	28.1	22.6	22.4	19.0	18.3	-0.7
Turkey										8.1	24.6	18.7	-5.9
Ukraine	51.5	56.2	60.7	39.6	27.7	27.0	29.9	8.7	6.6	7.1	8.2	6.8	-1.4
United Kingdom	21.1	21.4	21.6	21.1	27.3	24.7	26.5	24.8	25.9	26.0			

Suomen metsätuhoista saadaan lisätietoa valtakunnanmetsien inventoinnissa (VMI). VMI tarjoaa koko maan alueelta ajantasaista tietoa puun riittävyydestä, metsien kas-

vusta, tuhoista, monimuotoisuudesta, ja hiilivarastoista. Koealoilta mitattavien puustotunnusten lisäksi niiltä määritellään koealalla esiintyvät tuhot ja niiden vaikutus puuston kuntoon. Mahdollisen tuhon ilmiasun, syntyajankohdan, aiheuttajan sekä vakavuusasteen perusteella määritetään metsikön laatu. Lisäksi koealoilla arvioidaan latvuksen suhteellista harsuuntumista. (Metsäntutkimuslaitos 2010b.)

Valtakunnan metsien inventoinnin perusteella saatu tieto metsätuhoista ei ole täysin luotettavaa, sillä tätä inventointimenetelmää ei ole kehitetty metsätuhojen vaan metsien tilan seurantaan varten. VMI:ssa on käytössä kattava tuhonaiheuttajaluettelo, joka mahdollistaa tarkan tiedon keräämisen. Käytännön toteutus kuitenkin riippuu tietoa keräävästä ryhmästä ja sen metsätuhotuntemuksesta. Tuhojen esiintyminen vaihtelee vuodenajan mukaan, joten esimerkiksi ruostesienien aiheuttamia tauteja on mahdoton havaita alkukesästä. Toiset taudit, kuten juurikäpää, eivät välttämättä näy päällepäin vaan sen toteaminen vaatisi tarkempaa tutkimusta. Lisäksi useat tuhot voivat esiintyä yhdessä, joten esimerkiksi myrskytuhoon taustalla voikin olla juurikäpää ja myrskytuhosta olla aiheutunut hyönteistuhoja. VMI:ssa pääasiassa kolmasosa taudinaiheuttajista jää tunnistamatta kuin myös systemaattisesti eräät neulas- ja lehtitaudit. (Kasanen 2009, 84–86.)

Lisätietoa Suomen metsien tuhoista saadaan erilaisten projektien ja tutkimusten tuloksista. Tällaisia ovat esimerkiksi tutkimus metsäsammalten raskasmetallipitoisuuksista ja muista bioindikaattoreista metsien tilan kuvaajina. Niissä Suomen ympäristöön kohdistuvaa raskasmetallikuormitusta tutkitaan viiden vuoden välein otettavien näytteiden avulla. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätuhotietopalvelu koostaa yhdessä eri toimijoiden kanssa vuosittain Maa- ja metsätalousministeriölle raportin metsissä havaituista tuhoista. (Metsäntutkimuslaitos 2010b.)

4.3 Laserkeilaus

Valtakunnanmetsien inventoinnissa käytettävää koealaverkostoa tai otantamenetelmää ei ole suunniteltu metsätuhojen inventoinnin tarpeisiin. Tarkan tutkimustiedon saamiseksi täytyy painottaa havainnoinnin kattavuutta, luotettavuutta, säännöllisyyttä ja mittauksen toistamista. Tällöin saadaan aikaan käyttökelpoisia tuloksia. (Hyypä ym. 2009, 366.)

Laserkeilauksen avulla kartoitetaan ilmasta käsin metsikön latvuserroksen tiheyttä. Laserkeilauksessa laserpulssi, joka on tiheydeltään $0,5\text{--}10/\text{m}^2$, kulkee osin puiden latvusten halki. Näin saadaan tietoa latvusten aukkoisuudesta ja lehtialaindeksistä. Biomassamuutoksien ja metsätuhojen tutkiminen laserkeilauksen avulla perustuu kahden eri ajankohtana tehtyjen mittausten vertailuun. (Hyypä ym. 2009, 366–367.)

Puiden biomassamuutoksia ja harsuuntumista on selvitetty meillä Suomessa maalaserkeilaimen avulla. Tutkimuksen mukaan ainakin pienillä puilla laboratorio-oloissa maalaserkeilaimen avulla saatiin aikaan tarkkoja tuloksia. Metsätuhojen näkyvyyttä ilmalaserkeilauksessa on tutkittu Norjassa, jossa tuhoalueen yllä on tehty kolme lentoa eri kuukausina. Vaihtelevaa lehtialaindeksiä voitiin selittää neulasia syövien hyönteisten kehitysvaiheen avulla. Vertailutulos saatiin aikana, jolloin hyönteiset eivät olleet vielä kuoriutuneet. Kun toukat olivat aktiivisimmillaan, lehtialaindeksi oli alimmillaan, ja kun kuukautta myöhemmin toukat olivat jo koteloituneet, alkoi latvusto tervehtyä luontaisen kasvun seurauksesta. (Hyypä ym. 2009, 367–368.)

Alustavien tutkimustulosten mukaan laserkeilauksella saadaan tuotettua tarkkaa aineistoa puuston biomassasta. Tulevaisuudessa onkin todennäköistä, että laserkeilausta voidaan käyttää metsätuhojen ja muiden tekijöiden aiheuttamien biomassamuutosten kartoittamisessa. (Hyypä ym. 2009, 368.)

5 METSÄTUHOJEN OPPIMATERIAALI

5.1 Oppimateriaalin koostaminen

Metsätuhojen opiskelun avuksi suunniteltiin ja koostettiin oppimateriaalipaketti. Oppimateriaalin pääosassa ovat laadukkaat ja havainnollistavat kuvat. Jokaisesta tuhoaiheuttajasta on myös kerrottu lyhyesti perustietoa. Tarkoituksena oli tehdä oppimateriaali, josta olisi hyötyä ja joka olisi helppokäyttöinen ja selkeä.

Kuvamateriaalia oppimateriaalia varten saatiin tuhokurssin opettajalta sekä kurssin käyneiltä opiskelijoilta, jotka olivat kurssin aikana ottaneet metsätuhoista kuvia ja koostaneet oman tuhokansion. Oppimateriaalissa esiteltyt tuhoaiheuttajat valittiin sen perusteella, mistä tuhoista saatiin kerättyä parhaita kuvia. Painotus oli etenkin sienitu-

hoissa. Laadukkuus ja selkeys olivat tärkeitä kriteereitä kuvia valittaessa. Ilman hyviä kuvia tällaisesta työstä on hankala saada hyvää ja havainnollista kokonaisuutta.

Materiaali käsittää lähinnä yleisimpiä tuhoja, joita jokaisen metsäammattilaisen on hyvä tunnistaa ja osata. Oppimateriaalissa esitellään sellaisia tuhoja, joita voi tavata kävellessään maastossa. Kun oppii tunnistamaan tuhonaiheuttajat huomaa, että metsätuhoja esiintyy kaikkialla siellä missä on puitakin.

Tuhojen tunnistaminen oli välillä haasteellista. Eräiden tuhonaiheuttajien tunnistaminen oli vaikeaa, koska lähdemateriaalin kuvat olivat laadultaan puutteellisia. Osa tuhoista taas oli niin uusia, ettei niistä ollut sen vuoksi juurikaan tietoa saatavilla. Oli yhdisteltävä eri lähteiden tietoja, jotta tuhosta sai mahdollisimman havainnollistavan esittelyn.

Oppimateriaali julkaistaan sähköisessä muodossa, mikä tuo sen helposti kaikkien ulottuville ja lisää työn käytettävyyttä. Kuviin lisättiin copyright-merkinnät, jotta kuvia ei kopioitaisi ja käytettäisi väärin tarkoituksiin.

5.2 Oppimateriaalin rakenne

Oppimateriaali kattaa 50 metsätuhonaiheuttajaa. Tuhonaiheuttajat on jaoteltu neljään eri ryhmään; sienituhoihin, hyönteistuhoihin, selkärankaisten aiheuttamiin tuhoihin ja elottomiin tuhonaiheuttajiin. Jokaisen ryhmän tuhot esitetään aakkosjärjestyksessä. Selkeä jaottelu parantaa työn käytettävyyttä.

Oppimateriaalin kuvien laatu on tärkeä tekijä, jotta työn lukijan olisi helppoa käyttää materiaalia hyväksi tuhojen tunnistamisessa. Kuvissa on pyritty esittelemään tuhoa eri kuvakulmissa ja kehitysvaiheissa, jotta tunnistaminen helpottuisi.

Jokaisesta tuhonaiheuttajasta kerrotaan lyhyesti perustiedot, jotka toimivat tuhonaiheuttajan tunnistamisen apuna kuvan ohella. Tuhonaiheuttajista on esitelty lyhyesti niiden esiintyminen, ajankohta, oireet, tuntomerkit, metsätaloudellinen merkitys ja torjuntakeinoja. Liitteessä 2 on kaksi esimerkkiä tuhonaiheuttajien kuvauksesta.

5.3 Arviointi

Viitekehukseen valittiin useita käsiteltäviä aihealueita. Laaja käsittelytapa on positiivinen asia, sillä viitekehys antaa hyvät perustiedot metsätuhoista myös asiaa vähemmän tuntevalle. Tiivis tietopaketti toimii pohjustuksena oppimateriaalin käyttämiselle. Viitekehyksessä on käsitelty myös ajankohtaisia aiheita ja uutta tietoa, mikä tuo teoriaosuuteen monipuolisuutta ja tekee viitekehyksestä myös metsäammattilaista kiinnostavan.

Opinnäytetyö oli haasteellinen projekti ja se vaati suuria ponnisteluja. Hankalin vaihe oli kuvamateriaalin kerääminen. Oppimateriaalin kuvat eivät olleet aivan odotuksien mukaisia. Kuvat olisivat saaneet olla parempilaatuisia ja mukaan olisi voinut ottaa harvinaisempiakin tuhonaiheuttajia sekä eri vuodenaikoina otettuja kuvia.

Oppimateriaali voidaan täydentää jälkeinpäin vuotuisen tuhokurssin yhteydessä, mikä lisää työn käyttöikää ja -mahdollisuuksia. Oppimateriaaliin voisi lisätä etenkin sellaisia sieni- ja hyönteistuhoja, joita on vaikea tunnistaa niiden samankaltaisuuden vuoksi, esimerkiksi kuusenkariste (*Lophodermium piceae*) ja kuusenjuovakariste (*Lirula macrospora*) sekä parihammaskirjaaja (*Pityogenes bidentatus*) ja nelihammaskirjaaja (*Pityogenes quadridens*). Lisäksi jo olemassa oleviin tuhoesittelyihin voi lisätä kuvia.

Tuhokurssien yhteydessä opiskelijoilta kannattaa kerätä lisää metsätuhokuvia. Kuvia voi käyttää oppimateriaalin täydentämisen lisäksi opetustarkoituksissa. Opettaja voi käyttää kuvia esimerkiksi luentomateriaaleissa ja tenttikysymyksien laadinnassa. Kuvista voidaan esimerkiksi tehdä Internetiin metsätuhojen tunnistus -testi, jonka avulla voi harjoitella tuhojen tunnistamista. Lisäksi opiskelijat voivat käyttää kuvia omissa opiskeluprojekteissaan tai opinnäytetyössään.

LÄHTEET

Anttila, Mikko 2006. Yksityismetsänomistajien metsävakuuttaminen. Työtehosteuran Metsätiedote 11/2006 (705).

Hyypä, Juha, Lyytikäinen-Saarenmaa, Päivi, Holopainen, Markus, Litkey, Paula, Hyypä, Hannu & Kaasalainen, Sanna 2009. Lasermittauksiin perustuva biomassamuutosten ja metsätuhojen seuranta. PDF-dokumentti.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff09/ff094366.pdf>. Ei päivitystietoa. Luettu 27.9.2010.

ICP Forests. 2010. The condition of forests in Europe 2010 executive report. PDF-dokumentti. <http://www.icp-forests.org/pdf/ER2010.pdf> Ei päivitystietoa. Luettu 31.10.2010.

Kankaanhuhta, Ville 2005. Metsätuhot. Teoksessa Rantala, Satu (toim.) 2005. Metsäkoulu. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Karjalainen, Timo, Kellomäki, Seppo, Lauhanen, Risto & Tuovinen, Jussi 1991. Ilmaston muutoksen vaikutus metsäekosysteemiin ja metsänkäyttöön: Mekanismeja ja kehityssuuntia. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Kasanen, Risto 2009. Metsäpuiden sienitaudit. Helsinki: Metsäkustannus Oy.

Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta 8.2.1991/263. WWW-dokumentti. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910263>. Ei päivitystietoa. Luettu 28.9.2010.

Maa- ja metsätalousministeriö 2009. Valtakunnallinen metsätuhovalmiussuunnitelma ja sen toimeenpano. PDF-dokumentti.
http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/B72EB870-CF8F-440E-8C00-8353C5B2EA5B/11569/Valtakunnallinen_metsatuhovalmiussuunnitelma16_10_09.pdf. Päivitetty 16.10.2009. Luettu 30.9.2010.

Metsäntutkimuslaitos. 2010a. Metinfo. Metsänterveys-palvelu. WWW-dokumentti. <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/index.htm>. Päivitetty 18.8.2010. Luettu 30.9.2010.

Metsäntutkimuslaitos. 2010b. Metsien tilan seurantarjestelmät. WWW-dokumentti. <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/metsientila/seurantarj.htm>. Päivitetty 16.7.2010. Luettu 27.9.2010.

Niemelä, Pekka & Veteli, Timo 2005. Ilmastonmuutoksen vaikutukset metsätuhoihin ja -tauteihin boreaalisen vyöhykkeen metsissä. Teoksessa Riikonen, Johanna & Vaapaavuori Elina (toim.) 2005. Ilmasto muuttuu - mukautuvatko metsät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 944 PDF-dokumentti
http://www.metla.fi/julkaisut/mt/2005/944/944_Luku9.pdf. Ei päivitystietoa. Luettu 28.9.2010.

Niemelä, Tuomo 2005. Käävät puiden sienet. Helsinki: Helsinki University Press.

Nuorteva, Matti 1999. Metsähyönteisten maailmasta. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Ruohola, Hanna 2005. Metsävakuutusten tarjonta ja käyttö. Työtehoseuran metsätiedote 2/2005 (684).

Uotila, Antti & Kankaanhuhta, Ville 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Ylitalo, Esa (toim.) 2009. Metsien monimuotoisuus ja terveys. Teoksessa Metsäntutkimuslaitos (toim.) Metsätilastollinen vuosikirja 2009. PDF-dokumentti.
http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2009/vsk09_02.pdf Päivitetty 10.9.2010 Luettu 27.10.2010.

LIITTEET

LIITE 1 (1) Metsätuhonaiheuttajien luokittelu puulajien mukaan

	MÄNTY	KUUSI	KOIVU
BIOOTTISET sienet	harmaakariste kantokääpä kuplamörsky mesisienet mustalumihome männynjuurikääpä männynkariste männynkynsikääpä männynkääpä männynneulasruoste männynthalvihome männynthalvihome männynversoruoste mäntykoro punavyökariste ruskopilkkukariste sorokka sorokka syyshaavakka tervasroso versosurma	aidaskääpä juovakariste juurikääpä kantokääpä kuplamörsky kuusenjuurikääpä kuusenkynsikääpä kuusenkääpä kuusenneulasruoste kuusensuopursuruoste kuusentalvihome kuusentalvikkiruoste kuusentuomiruoste mesisienet mustalumihome pohjankääpä teerenleipä verinahakka versosurma	arinakääpä kantokääpä koivunhelttakääpä koivunruoste koivunruskolaikku koivuntuulenpesä koivunversolaikku mesisienet männyntyvitervas pakurikääpä punakääpä purppuranahakka pökölökääpä pörrökääpä taulakääpä versolaikkutauti vyökäävät
hyönteiset	havupuunkantojäärä havutikaskuoriainen hevosmuurahainen jättipuupistiäinen kirjokudospistiäinen käpypikikärsäkäs latvakärsäkäs männynniluri männynsilukoi männynsilukääriäinen männynversokääriäinen mäntykirva mäntymittari mänty-yökkönen nelihammaskirjaaja neulassarviainen nyhäärnakuoriainen okakaarnakuoriainen papintappaja parihammaskirjaaja peltolude pihkakääriäinen pikakirjoittaja pikikärsäkäs pilkkumäntypistiäinen punalatikka pystynävertäjä ruskomäntypistiäinen sarvijaakko suutari taimipikikärsäkäs tukkimiehetäi tyvipikikärsäkäs täplätoukkamittari töponelassääski vaakanävertäjä vaippaniluri	aitomonikirjaaja havupunkki havupuunkantojäärä havupuuntikaskuoriainen havutikaskuoriainen hevosmuurahainen himmeämonikirjaaja isohavukirva juovatoukkamittari jättipuupistiäinen kiiltokirjanpainaja kirjanpainajat kuoripolte kuusenkudospistiäinen kuusenkäpykoisa kuusenkäpykääriäinen kuusenneulaspistiäinen kuusenneulaspunkki kuusenniluri kuusenpikikärsäkäs kuusensiemensiilukainen kuusensiemensäski kuusensilmukoi kuusentähtikirjaaja kuusenversokoi kuusijäärät käpykääriäinen papintappaja pienihavukirva pikkukirjanpainaja räättäli sinipuupistiäinen suutari tukkimiehetäi täplätoukkamittari ukkoniluri vaippaniluri	hallamittari hevosmuurahainen kilpikirvat koivunkehrääjä koivunmantokuoriainen koivunpunanukkapunkki koivunäkämäkääriäinen lehtipuupiirtäjä lehtitikaskuoriainen lumimittari pakkasmittari päistärkoi ruohokaskas ruskotäpläkärpänen suppilokärsäkäs tunturimittari

LIITE 1 (2) Metsätuhonaiheuttajien luokittelu puulajien mukaan

	MÄNTY	KUUSI	KOIVU
selkäranka	hirvi lapinmyyrä majava metso metsämyyrä peltomyyrä teeri vesimyyrä	hirvi käpylinnut lapinmyyrä majava metsämyyrä orava peltomyyrä vesimyyrä	hirvi lapinmyyrä majava metsäjänis metsämyyrä peltomyyrä poro
ABIOOTTISET	ahava ammoniakki B puutos halla K tai Mg puutos korjuuvaurio kuivuus lumi metsäpalo myrsky paannejää pakkane rikki salama torjunta-aineet tulva typen oksidit	ahava halla jännitteet puuaineessa korjuuvaurio kuivuus lumi metsäpalo myrsky paannejää pakkane routa salama torjunta-aineet tulva typpioksidit valoshokki	halla istutusvirhe korjuuvaurio kuivuus lumi metsäpalo myrsky paannejää pakkane rikki salama torjunta-aineet tulva typpioksidit

LIITE 2 (1) Esimerkkisivut oppimateriaalista**Kuusensuopursuruoste (*Chrysomyxa ledi*)**

LIITE 2 (2) Esimerkkisivut oppimateriaalista

Esiintyminen

Kuusensuopursuruostetta esiintyy alueilla, joissa suopursu on yleinen myös kangas-metsissä. Eniten ruostetta esiintyy eniten Itä- ja Kaakkois-Suomessa sekä pohjoisen Suomen kangasmailla, siellä missä kasvaa paljon suopursua.

Ajankohta

Kasvat kuusen neulaset ovat alttiita ruosteen tarttumiselle vain hetkellisesti. Tartunta voi tapahtua vain sateisella säällä kesäkuussa.

Oireet

Kuusensuopursuruoste aiheuttaa kuuselle ensimmäisen neulasvuosikerran kellastumista.

Tuntomerkit

Ensin neulasiin muodostuu pikkukuromapesäkkeet, jotka voi tunnistaa oranssinvärisistä pilkuista.. Heinäkuussa neulasiin kehittyy keltaoranssit helmi-itiöpesäkkeet. Neulaset alkavat varista pois elokuussa, kun itiötuotanto loppu. Epidemiat ovat satunnaisia, mutta laaja-alaisia ja ne herättävät paljon huomiota.

Metsätaloudellinen merkitys

Kuusensuopursuruoste heikentää kuusten kasvua, sillä ruosteen vaivaamat neulaset karisevat. Kuusen kasvainten jäädessä kaljuksi, niihin voi iskeä muita sieniä, jotka tappavat version. Yleensä kuitenkin ankarakaan epidemia ei aiheuta suurta tuhoa. Useina perättäisinä vuosina esiintynyt epidemia taas voi aiheuttaa merkittäviäkin kasvutappioita.

Torjunta

Kuusensuopursuruosteen torjuntaan ei ole havaittu käyttökelpoisia keinoja.

LIITE 2 (3) Esimerkkisivut oppimateriaalista

Pystynävertäjä (*Tomicus piniperda*)



© Tiia Pakarinen



© Tiia Pakarinen



© Noora Koivu

Esiintyminen

Pystynävertäjää esiintyy yleisesti koko maassa. Sitä tavataan kaikilla männyn kasvu-
paikoilla, varsinkin kangasmailla, joilta löytyy sopivaa lisääntymismateriaalia.

Ajankohta

Aikuiset yksilöt parveilevat huhti-toukokuussa päivälämpötilan ollessa yli 12 celsius-
ta, jolloin ne kaivavat männyn kuoren alle käytävän, jonne munivat. Uudet aikuiset
kuoriutuvat kesä-heinäkuussa, jolloin ne aloittavat männyn latvuksien syömisen, joka
kestää aina lokakuulle asti. Talvehtivat karikkeessa ja männyn tyvellä kaarnan alla.
Seuraavana keväänä nuoret yksilöt siirtyvät syömään latvuksia ja vanhemmat aloitta-
vat lisääntymisparveilun.

Oireet

Syövät kasvaimia, mikä voi aiheuttaa niiden katkeamista ja latvan kuivumista. Syön-
nin seurauksena puun kasvu hidastuu. Jos pystynävertäjä kaivaa käytäviään rungon
ympäri, puu kuolee.

LIITE 2 (4) Esimerkkisivut oppimateriaalista

Tuntomerkit

Pystynävertäjä on musta tai ruskea kuoriainen. Ne lisääntyvät sellaisissa puissa, joissa nila on vielä tuoretta eli tuoreissa kannoissa, tuulenkaadoissa, kuorellisessa puutavarassa ja heikentyneissä puissa. Viihtyvät useita vuosia samalla paikalla, mikäli lisääntymiseen sopivaa materiaalia on tarjolla eli esimerkiksi puutavaravarastojen läheisyydessä.

Metsätaloudellinen merkitys

Pystynävertäjä on merkittävimpiä tuholaisia, sillä tuho kohdistuu puulle tärkeimpään osaan eli latvukseen. Pahimmassa tapauksessa ne alentavat puun kasvua jopa puoleen normaalista. Aiheuttavat myös siemensadon menetystä, mikä vähentää uudistumista.

Torjunta

Tuhoilta voidaan välttyä, kun huolehditaan, ettei sopivaa lisääntymismateriaalia ole parveilu-aikaan metsässä. Puupinojen ylimmät kerrokset voidaan kuoria tai pino peittää tai sadettaa tuhojen ehkäisemiseksi. Huomiota tulisi kiinnittää myös taimikonhoidon ajoitukseen sekä että päätehakkuualoilla kannot jäävät mahdollisimman lyhyiksi ja että paksukuoriset hakkuutähteet korjataan pois.