

Alexi Korhonen

# MYRSKYTUHOJEN LENTOKARTOITUS KAINUUSSA

Opinnäytetyö  
Metsätalouden koulutusohjelma

Toukokuu 2015




MAMK

University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  6.5.2015
<b>Tekijä</b>  Aleksi Korhonen	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b>  <b>Metsätalouden koulutusohjelma</b> <b>Metsätalous</b>
<b>Nimeke</b>  Myrskytuhojen lentokartoitus Kainuussa	
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Suomessa on riehunut vuosittain useita myrskyjä. Toiset myrskyistä ovat olleet metsätaloudellisesti tuhoisampia kuin toiset. On ennustettu, että tulevaisuudessa myrskyjä tulisi olemaan entistä enemmän. Paikallisia tuhoja aiheuttanut myrsky käynnistää Kainuussa lentokartoituksen. Lentokartoituksen suorittaa Suomen metsäkeskus.</p> <p>Kovat puuskittaiset tuulet aiheuttavat Suomessa myrskytuhoja. Myrskytuholle alttiit metsät ovat usein ohutkuntaisia tai paksaturpeisia. Lisäksi myrskyt kaatavat puita vasta harvennetuista metsistä, aukkojen laidoilta sekä siemenpuumetsikoistä. Suomen metsäkeskuksen tehtäviin kuuluu muun muassa ilmoittaa Maa- ja metsätalousministeriölle aina myrskytuhojen laajuus. Myrskyn satuttua Suomen metsäkeskus ilmoittaa paikallisille metsänomistajille kirjeitse myrskytuhosta ja kehoittaa tarkastamaan oman tilansa mahdollisten tuhojen varalta.</p> <p>Kainuussa maaperä on pääasiassa kivistä ja lohkareista muodostunutta moreenimaata. Alueella on melko paljon harjuja ja jopa 17 niistä on merkitty valtakunnalliseen harjunsuojeluohjelmaan. Kainuun puusto koostuu pääosin mäntymetsistä. Vaaravyöhykkeen alueelta löytyy myös kuusikoita ja reheviä sekametsiä. Kainuussa pinnanmuodot ja puusto aiheuttavat erityispiirteitä myrskytuhoihin liittyen. Järvien rannat, vaarojen rinteet ja ohutkuntaiset maa-alueet ovat erityispiirteitä ja näin ollen alttiita myrskyille.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkastellaan kaukokartoitusmuotoja ja niiden käyttöä erityisesti myrskytuhojen kartoituksessa. Myrskytuhojen aikaan tehtävää lentokartoitusta tarkastellaan tarkemmin ja työssä käydään läpi mitä eri työvaiheita lentokartoitukseen tarvitaan. Työssä pohditiin, miten lentokartoitusta voisi parantaa, ja miten siitä saataisiin kustannustehokkaampaa.</p>	
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> myrskytuho, kaukokartoitus, varautumissuunnitelma, Kainuu, lentokartoitus	
<b>Sivumäärä</b>  24 s. + 1. 3 s.	<b>Kieli</b>  suomi
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>	
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Heikki Lehmonen	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  Suomen metsäkeskus

## DESCRIPTION

 <p style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 0;">MAMK</p> <p style="margin: 0;">University of Applied Sciences</p>	<p><b>Date of the bachelor's thesis</b></p> <p>6.5.2015</p>
<p><b>Author</b></p> <p>Aleksi Korhonen</p>	<p><b>Degree programme and option</b></p> <p>Forestry</p>
<p><b>Name of the bachelor's thesis</b></p> <p>Flight survey for storm damaged forests in Kainuu</p>	
<p><b>Abstract</b></p> <p>Through the history there have been storms in Finland. Some of the storms have been more disastrous for the forests than the others. It has been predicted that in future there will be more storms. In Kainuu local falls of forests sets the flight surveys in motion. These flight surveys are carried out by the Finnish Forest Centre.</p> <p>Strong gusty winds causes storm damages for forests. Forests prone to storm damages are usually thin and poor nutrient lands and thick peat lands which are recently thinned by harvester. The Finnish Forest Centre will report to Ministry of Agriculture and Forestry how large the storm damages have been. After a local storm the Finnish Forest Centre will also contact to forest owners and tell what they have to do if there are storm damages in their forests.</p> <p>Soil in Kainuu is mainly rocky, bouldered and moraine. In Kainuu there are lot of eskers. Seventeen of them are marked in a national conservation programme for eskers. Main tree species is pine. In forested hills area there are spruce forests and mixed forests with spruce and birch and these forest types are very fertile. In Kainuu the landforms and growing stock gives special features for storm damages. Lakefronts, forested hills and poor nutrient lands are very prone to storm damages.</p> <p>In my bachelor's thesis I reviewed the variety of different kind of remote sensing and how they are used. I took a closer look in method of flight survey used with storm damages. I reviewed what kind of phases belongs to this method, how flight survey could be developed and how survey could be done in more cost-effective way.</p>	
<p><b>Subject headings, (keywords)</b></p> <p>Storm damage, remote sensing, preparing plan, Kainuu, flight survey</p>	
<p><b>Pages</b></p> <p>24 p. + app. 3 p.</p>	<p><b>Language</b></p> <p>Finnish</p>
<p><b>Remarks, notes on appendices</b></p>	
<p><b>Tutor</b></p> <p>Heikki Lehmonen</p>	<p><b>Bachelor's thesis assigned by</b></p> <p>Finnish Forest Centre</p>

# SISÄLTÖ

## KUVAILELLEHDET

1	JOHDANTO .....	1
2	MYRSKYTUHOT .....	2
2.1	Myrskytuhojen aiheuttajat .....	2
2.2	Myrskytuhojen ennaltaehkäisy .....	4
2.3	Tuhoisat myrskyt Suomessa .....	5
2.3.1	Mauri-myrsky .....	5
2.3.2	Asta-myrsky .....	5
2.3.3	Veera-myrsky .....	6
2.3.4	Eino-myrsky .....	6
2.4	Helena-myrsky .....	7
3	SUOMEN METSÄKESKUS .....	8
3.1	Metsäkeskuksen varautumissuunnitelma metsätuhoihin .....	8
3.2	Metsäkeskuksen toiminta myrskytuhojen sattuessa .....	9
4	KAINUU .....	11
4.1	Kainuun maaperä .....	11
4.2	Kainuun puusto .....	12
4.3	Kainuu myrskytuhoalueena .....	13
5	KAUKOKARTOITUS .....	14
5.1	Ilmakuvaus .....	14
5.2	Laserkeilaus .....	15
5.3	Satelliittikuvaus .....	15
6	LENTOKARTOITUS KAINUUSSA .....	16
6.1	Lentokartoituksen tavoitteet .....	16
6.2	Lentoreitin suunnittelu .....	16
6.3	Lennolla käytettävät työvälineet ja toimenpiteet lentokoneessa .....	17
6.4	Lentokartoituksen kustannukset .....	18
7	POHDINTA .....	19
	LÄHTEET .....	22
	LIITE 1 (1). Lentokartoitus & metsäneuvonta .....	25
	LIITE 1 (2). Lentokartoitus & metsäneuvonta .....	26

LIITE 2. Metsäkeskuksen toiminta aikajanalla.....	27
---	----

## 1 JOHDANTO

Tulevaisuudessa myrskyjä tulee olemaan enemmän Suomen maaperällä. Joka vuosi myrskyt kaatavat puita Suomessa. Myrskyt voivat olla joko ukkosten aiheuttamia rajuilmoja, syysmyrskyjä tai hurrikaanien jäänteitä eli voimakkaita matalapaineita. Laajat myrskytuhot käynnistävät Kainuussa pienkoneella tehtävän lentokartoituksen.

Laajojen myrskytuhojen sattuessa Suomen metsäkeskuksen tehtävänä on kartoittaa tuhojen laajuus Maa- ja metsätalousministeriölle. Metsäkeskus käyttää apunaan lentokartoitusta ja metsäalan työntekijöiden havaintoja, laskee puumäärät ja ilmoittaa ne ministeriöön. Myrskytuhojen korjuun aloittaminen nopeasti ehkäisee tulevia sienijä- ja hyönteistuhoja.

Opinnäytetyössä on käyty läpi mitä ovat myrskytuhot, miten myrskytuhoja voidaan ehkäistä ja miksi myrskypuut on hyvä poistaa luonnosta. Lisäksi työssä otettiin vertailukohdiksi aiempia myrskyjä, jotka ovat riehuneet Suomessa. Opinnäytetyössä verrattiin aiempia myrskyjä 31.7.2014 olleeseen Helena-myrskyyn, koska se on viimeisin Kainuussa lentokartoitettu tuhoja aiheuttanut myrsky.

Työssä perehdyttiin Kainuun maastoihin ja niiden myrskyalttiuteen. Käsiteltiin erilaisia kartoitusmuotoja ja niiden käyttötarkoituksia. Lisäksi paneuduttiin tarkasti Metsäkeskuksen suorittamaan lentokartoitukseen. Työssä käytiin läpi, mitä lentokartoitus sisältää ja mitä tarvitaan lentokartoituksen suorittamiseen. Työssä pohdittiin myös, miten lentokartoitusta olisi mahdollista parantaa ja kehittää. Lisäksi haastateltiin Metsäkeskuksen metsäneuvojaa Timo Koikkalaista, joka oli suorittamassa Helena-myrskyn lentokartoitusta. Haastattelussa kyseltiin erilaisia kehittämisvaihtoehtoja ja niitä pohdittiin työssä. Jatkossa olisi hyödyllistä koostaa jonkinlainen koulutus lentokartoitukseen liittyen. Koulutuksella saataisiin metsäneuvojat ajan tasalle lentokoneella tehtävän kartoituksen tarkoituksista ja siitä, mitä tavoitteita lentokartoituksilla on. Koulutuksessa tulisi kiinnittää huomiota lentoreitin suunnitteluun sekä toimintaan lennon aikana ja koulutusta voisi käyttää kartoituksen kehittämiseen valtakunnallisestikin.

## 2 MYRSKYTUHOT

### 2.1 Myrskytuhojen aiheuttajat

Ilmastonmuutos nostaa tulevaisuudessa Suomen keskilämpötilaa. Ilmastonmuutos vaikuttaa muihinkin ilmastollisiin asioihin Suomessa, kuten sademäärien kasvamiseen. Lumipeite vähenee ja routajakso lyhenee ennusteiden mukaan. Ääri-ilmiöt lisääntyvät, kuten esimerkiksi myrskyt. Tuulennopeudet kasvavat, rankkasateet lisääntyvät ja hellejaksot pidentyvät ilmastonmuutoksen takia. Suomessa on siis varauduttava useampiin ja voimakkaampiin myrskyihin. (Maa- ja metsätalousministeriö 2014.)

Ilmastonmuutoksella on myös positiivisia vaikutuksia, kuten kasvukauden piteneminen, mikä johtaa nopeampaan kasvuun ja niin edelleen nopeampaan kiertoaikaan. Ilmastonmuutos tuo haasteita puunkorjuuseen. Siksi onkin kehitettävä uusia korjuu tapoja sekä muuttaa korjuuta niin, ettei se aiheuta myrskyjen sattuessa uudistamista. (Maa- ja metsätalousministeriö 2014.)

Kesäisin esiintyy ukkosmyrskyjä (Kuva 1), joissa tuulennopeudet nousevat niin koviksi, että ne kaatavat puita kaistalemaisesti. Laaja-alaisimpia myrskytuhoja aiheuttavat syysmyrskyt, jotka puhaltavat lounaan, lännen tai luoteen suunnasta. Myrskyksi luetellaan tuuli, joka puhaltaa yli 21 metriä sekunnissa (taulukko 1). On havaittu, että 17 metriä sekunnissa puhaltava puuskittainen tuuli kaataa jo heikompia puuyksilöitä. Maa-alueilla puuskittainen tuuli aiheuttaa suurimmat vahingot (Kuva 2). Jäätyneen maan aikaan puut kestävät paremmin myrskyjä kuin sulan maan aikaan. (Uotila & Kankaanhuhta 1999: Väkevä & Kankaanhuhta 2014.)

**TAULUKKO 1. Tuulennopeusasteikot 10 minuutin keskituulennopeuksille  
(Ilmatieteen laitos)**

0 m/s	tyyntä
1-3 m/s	heikkoa tuulta
4-7 m/s	kohtalaista tuulta
8-13 m/s	navakkaa tuulta
14-20 m/s	kovaa tuulta
21-32 m/s	myrskyä
yli 32 m/s	hirmumyrskyä



**KUVA 1. Salama**





**KUVA 2. Syöksyvirtauksen kaatamia tuhoalueita (Haataja 2014)**

## **2.2 Myrskytuhojen ennaltaehkäisy**

Myrskytuhojen voimakkuuteen voidaan vaikuttaa metsänhoidollisin keinoin. Syksyisin itä-länsisuunnassa olevat uudistushakkuut on hyvä aloittaa idästä, ettei mahdollisille myrskyille jää länsisuunnasta uutta aukonreunaa. Tuulet kaatavat tavanomaisesti aukkojen laidalta puita, joten suuret uudistushakkuualat ovat hyvä keino vähentää reunametsiä. Aukkojen reunoille ei kannata jättää suuria kuusia, koska ne ovat alttiita myrskyille. Rinteissä aukkojen reunat tulee viedä rinteiden alaosaan asti, ettei tuuli kaada aukkoa isommaksi. Myrskytuhot tulee korjata aina, jos myrskypuita on yli kymmenen kuutiometriä hehtaaria kohden (Kuva 3). Korjuuseen voi käyttää joko metsäkoneita tai metsuria. (Uotila & Kankaanhuhta 1999.)

Talvisin myrskyt kaatavat puita tavanomaisesti vasta käsitellyiltä harvennushakkuilta ja siemenpuumetsiköiltä. Suoalueiden harvennushakkuita ei kannata hakata harvennusmallin alarajalle, koska myrsky saattaa kaataa puita niin paljon, että metsikön pohjapinta-alan lakirajat alittuvat. Liian voimakkaat harvennukset ja kuusen suojuuspuuhakkuut lisäävät huomattavasti myrskytuhoja (Uotila & Kankaanhuhta 1999).



**KUVA 3. Myrskytuho järvenrannalla (Haataja 2014)**

## **2.3 Tuhoiset myrskyt Suomessa**

### **2.3.1 Mauri-myrsky**

Suomessa on kautta aikojen riehunut useita myrskyjä vuodessa. Vuonna 1982 Mauri-myrsky oli tuhoisa kaataen arviolta kolme miljoonia kuutiometriä puita Pohjois-Suomessa. Myrskytuulien nopeudet olivat kahdestakymmenestä metristä sekunnissa aina neljäänkymmeneen metriin sekunnissa. Kovimmat tuulilukemat tulivat puuskista. Lisäksi Mauri-myrsky aiheutti Kemissä vedenpinnan nousemisen noin kahdella metrillä, mikä tuhosi laitureita meren rannalla. (Korpela 2005.)

### **2.3.2 Asta-myrsky**

Asta-myrskyä edeltänyt hellejakso muovasi Venäjän puolella ukkosryppään, joka kulki Suomen yli aiheuttaen laajoja myrskytuhoja Etelä-Savon ja Keski-Suomen maakunnissa. Asta-myrsky muistutti muodoltaan vuoden 2003 Unto-myrskyä (Yle Etelä-Savo, 2012). Suomessa mitattiin lämpöennätyksiä 29.7.2010, mikä enteili ukkosmyrskyjä. Seuraavana yönä Asta-myrsky iski ja kaatoi puita 0,5 miljoonaa kuutiometriä.

Asta-, Veera-, Lahja- ja Sylvi-myrskyt tuhosivat vuonna 2010 metsiä 8,1 miljoonaa kuutiometriä (Etelä-Suomen sanomat, 2013). Asta-myrskyn tuulennopeudet olivat paikoin jopa 29 metriä sekunnissa. Metsänomistajille rahallista tappiota kesän 2010 myrskyt aiheuttivat 250 miljoonan euron edestä. (Ilmatieteen laitos 2010.)

### **2.3.3 Veera-myrsky**

Veera-myrsky kehittyi Pirkanmaan alueella elokuun neljäntenä päivänä vuonna 2010. Veera-myrsky kulki yli Suomen Pirkanmaalta kohti Kuolan niemimaata. Myrsky kehittyi puolen päivän aikaan ja kulki koilliseen päivän aikana. Toinen melkein yhtä voimakas ukkosrintama kehittyi illalla Suomenlahdella kulkien Kaakkois-Suomen yli Vienan Karjalaan. Veera-myrskyssä paikannettiin huomattava määrä maasalamoita, yhteensä yli 22 000 kappaletta (Ilmatieteen laitos). Suurin yksittäinen vaaratilanne Veera-myrskyn aiheuttamana oli Uuraisten leirintäalueella tapahtunut syöksyvirtaus, joka kaatoi puita asuntovaunujen ja mökkien päälle. Myrsky aiheutti sähkökatkoja Pirkanmaalla, Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja muissakin maakunnissa. Myös matkapuhelinverkoissa oli ongelmia. (MTV3 2010.)

### **2.3.4 Eino-myrsky**

Eino-myrsky riehui Suomessa 17.11.2013. Einoon liittyi voimakas matalapaine, joka liikkui Suomen yli itään maan keskivaiheilta niin, että Lappi säästyi myrskyn aiheuttamilta vahingoilta. Tuulen voimakkuudeksi mitattiin kovimmillaan maa-alueella 27,3 metriä sekunnissa Savonlinnan lentoasemalla, kun taas merialueella kovin puuska oli Kaskisten Sälgrundissa 32,9 metriä sekunnissa. Keskituulennopeuksia mitattiin useammassa paikassa ja kovin keskituulennopeus mitattiin Raumalla ja se oli 27 metriä sekunnissa.

Eino-myrsky kaatoi puita yhteensä noin 60 miljoonan euron arvosta ja niistä yksityisten metsänomistajien metsistä noin puolet (Satakunnan kansa, 2013). Puumäärällisesti Eino kaatoi kokonaisuudessaan puolitoista miljoonaa kuutiometriä. Myrsky aiheutti suuria ongelmia sähköverkolle, junaliikenteelle ja matkapuhelinliikenteelle. (Ilmatieteen laitos 2013.)

## 2.4 Helena-myrsky

Heinäkuun viimeisenä päivänä vuonna 2014 Helena-myrsky aiheutti paikallisia myrskytuhoja Keski-Suomi – Kainuu akselilla. Tuhot olivat joko yksittäisiä runkoja tai useampia noin sadan rungon kaistaleita. Pahimmat tuhot tapahtuivat alueilla, joilla syöksyvirtaus kaatoi kaistalemaisesti kaikki puut. Puita tuhoutui herkimmin hakkuuaukkojen laidoilta, tuoreilta harvennuskohteilta, sähkölinjojen ja teiden varsilta. Myös siemenpuumetsiköitä tuhoutui (Kuva 4). Suurimmat tuhot tapahtuivat Etelä-Savossa, Pohjois-Savossa, Pohjois-Karjalassa ja Kainuussa. Jokaisessa maakunnassa Helena-myrsky aiheutti noin 50 000 kuutiometrin vahingot. Kokonaisuudessaan Helena-myrsky ei ollut tuhoisa verrattuna muihin myrskyihin, vaikkakin kaatoi puita noin 500 000 kuutiometriä ympäri Suomea. Rahallista vahinkoa Helena teki yhteensä noin 20 miljoonan euron edestä. Menetykset johtuivat vahingoittuneista puista ja tavallista suuremmista korjuukustannuksista. Lisäksi myrsky aiheutti puutavaran laadullista heikentymistä. Osa tukkipuista oli tuhoutunut niin pahasti, että niillä ei ollut enää rahallista arvoa, mutta ne voitiin käyttää kuitupuuna. Yhtenäisiä laajempia tuhoalueita ei ollut, joten maa- ja metsätalousministeriö ei käynnistänyt tuhoalueiden ilmakehuvausta. (Suomen metsäkeskus 2014: Maa- ja metsätalousministeriö 2014.)

Suomen metsäkeskuksen Kainuun yksikkö anoi maa- ja metsätalousministeriöltä rahoitusta lentokartoituksen suorittamiseen Kainuussa. Maa- ja metsätalousministeriö myönsi rahoituksen ja lentokartoitus suoritettiin maanantaina 4.8.2014.





**KUVA 4. Helena-myrskyn kaatama siemenpuumetsikkö (Haataja 2014)**

### **3 SUOMEN METSÄKESKUS**

#### **3.1 Metsäkeskuksen varautumissuunnitelma metsätuhoihin**

Suomen metsäkeskuksen pitkä historia ulottaa juurensa jo 1900-luvun alkuun, kun ensimmäinen läänin metsälautakunta perustettiin. Noin sadan vuoden aikana Metsäkeskuksen toiminta on kasvanut metsänomistajien asiantuntijaorganisaatioksi. Tämän päivän Metsäkeskus edistää metsätalouden ja metsätalouselinkeinojen toimintaa sekä auttaa metsänomistajia erilaisissa metsänhoidollisissa kysymyksissä. Sen tehtävänä on myös kerätä ja jakaa tietoa maamme metsistä sekä valvoa lain noudattamista. Suomen Maa- ja metsätalousministeriö ohjaa ja valvoo Suomen metsäkeskuksen toimintaa. (Suomen metsäkeskus 2014.)

Metsäkeskuksen varautumissuunnitelma on tehty vuonna 2013. Varautumissuunnitelmassa esitetään Suomen metsäkeskuksen toiminta erilaisissa metsätuhoissa. Varautumissuunnitelmaa uusitaan tietyn ajan välein. Viimeisintä, vuoden 2013 varautumissuunnitelmaa edeltävä suunnitelma on tehty vuonna 2007. Metsätuhoihin varautumisella tarkoitetaan varautumista metsäpaloihin, myrsky- ja lumituhoihin sekä hyönteis- ja sienituhoihin (Niskanen ym. 2013, 4).

Maa- ja metsätalousministeriö on laatinut Maa- ja metsätalousministeriön varautumissuunnitelman metsätuhoihin. Suunnitelmassa veloitetaan Suomen metsäkeskus laatimaan metsätuhovalmiussuunnitelma. Suunnitelmassa tulee kuvata Metsäkeskuksen sisäinen valmiusorganisaatio ja sen tehtävät eri tilanteissa (Niskanen ym. 2013, 5.)

Metsätuhoihin varautuminen ja virka-avun antaminen ovat Metsäkeskuksen julkisia hallintotehtäviä, joihin ei sisälly julkisen vallan käyttämistä. Metsäkeskus ei toisin sanoen tässä yhteydessä tee ratkaisuja, jotka välittömästi vaikuttavat henkilön oikeuksiin, velvollisuuksiin tai etuihin. Kysymyksessä on niin sanottu tosiasiallinen hallintotoiminta, johon sisältyvät esimerkiksi valmiussuunnitelman laatiminen, neuvonta ja asiantuntijapalvelut viranomaisille. (Niskanen ym. 2013, 5).

### **3.2 Metsäkeskuksen toiminta myrskytuhojen sattuessa**

Suomen metsäkeskuksessa on ennalta määrätty tehtävät valmiusorganisaation henkilöille. Valmiusorganisaatioon kuuluvat metsäjohtaja, rahoitus- ja tarkastustoiminnan päällikkö, valtakunnallinen valmiuspäällikkö ja varavalmiuspäällikkö, valtakunnallinen puhelinpäivystäjä, valtakunnallinen valmiusryhmä, valtakunnallinen hyönteis- ja sienikoordinaattori sekä alueyksiköissä aluejohtajat, alueelliset valmiuspäälliköt, alueelliset valmiusryhmät ja johtavat esittelijät. (Niskanen ym. 2013, 7.)

Valmiutta pidetään kokoajan yllä. Valmiuden ylläpitoon kuuluu jatkuva puhelinpäivystys ja päivystäjä vaihtuu viikoittain. Valmiuspäällikkö ja varavalmiuspäällikkö ohjeistavat valmiusryhmiä ja alueyksiköitä sekä kehittävät varautumissuunnitelmaa jatkuvasti uusista tuhoista saatavien tietojen perusteella. Alueelliset valmiusryhmät kokoontuvat vähintään kerran kalenterivuodessa maaliskuun loppuun mennessä. Kokouksessa käsitellään edellisen vuoden metsätuhoasioita ja arvioidaan tulevia varautumistarpeita ja menettelyjä. (Niskanen ym. 2013, 7, 10.)

Ilmatieteen laitos antaa myrskytuulivaroituksen ja Metsäkeskuksen päivystäjä nostaa valmiutta. Päivystäjä on mahdollisuuksien mukaan yhteydessä arvioidun

myrskyalueen valmiuspäälliköihin ja valtakunnalliseen valmius- tai varavalmiuspäällikköön. Näin saadaan kiinnitettyä huomiota mahdolliseen myrskytuhoon ja valmiusryhmät saadaan tekemään tarpeelliset toimet. Mahdollisuuksien mukaan alueyksikön valmiuspäällikkö tiedottaa tuulituhoriskin noususta alueensa yhteyshenkilöverkostolle ja eri metsätoimijoille. (Niskanen ym. 2013, 13.)

Myrskytuhoon sattuessa päivystäjä aktivoi tuhoalueiden valmiusryhmät sekä valtakunnallisen valmiuspäällikön. Päivystäjä välittää saamansa virka-apupyynnön tuhoalueelle. Valtakunnalliset valmiuspäälliköt sekä alueelliset valmiuspäälliköt ryhtyvät toimenkuvansa mukaisiin töihin. Valtakunnallinen valmiuspäällikkö käynnistää tuhokartoituksen yhdessä maa- ja metsätalousministeriön, maanmittauslaitoksen ja metsäntutkimuslaitoksen kanssa. Alueyksiköissä tuhoarvio tehdään kolmen vuorokauden sisällä tuhosta. Tuhoarviossa voidaan käyttää sähköyhtiöiden vikailmoituskarttaa sekä puhelinoperaattorien vikailmoituskarttoja. Lisäksi metsäalan toimijoiden kanssa ollaan puhelimitse yhteydessä. Kainuussa tuhoarviossa käytetään myös lentokartoitusta, jonka tarkoituksena on saada tarkat tuhoalueet ja maanomistajat tietoon kartoituksen avulla. Alueellinen valmiusryhmä arvioi tarvitseeko lentokartoitusta suorittaa, mikäli näin päätetään, anotaan maa- ja metsätalousministeriöltä rahoitusta lentokartoituksen kustannuksiin. (Niskanen ym. 2013, 14.)

Kolme vuorokautta tuhokartoituksen jälkeen alueellinen valmiuspäällikkö ilmoittaa valtakunnalliselle valmiuspäällikölle tuhojen laajuuden maakunnassa. Valtakunnallinen valmiuspäällikkö koostaa tulokset ja lähettää virallisen dokumentin maa- ja metsätalousministeriöön. Myrskytuhoon jälkeen Metsäkeskuksen tehtävänä on ilmoittaa metsänomistajille kirjeitse mahdollisista myrskytuhoista. Kirjeessä kehoitetaan metsänomistajaa tarkastamaan metsätilansa ja lisäksi kerrotaan myrskypuiden korjuun vaarallisuudesta. Metsänomistajille kerrotaan, että myrskypuut on paras korjata koneellisesti, ja mikäli myrskypuita ei korjata ajoissa, on mahdollista, että puihin iskevät sinistäjäsenet ja tuhohyönteiset. Lisäksi kirjeessä kehoitetaan ottamaan yhteyttä metsänhoitoyhdistyksiin, metsäyhtiöihin ja metsäpalveluyrittäjiin, jos jokin asia mietityttää. Kirjeen lopussa on muistutus myös myrskypuiden korjuussa tehtävästä metsänkäyttöilmoituksesta, joka on tehtävä kymmenen vuorokautta ennen hakkuuta.

## 4 KAINUU

### 4.1 Kainuun maaperä

Kainuussa on yhdeksän kuntaa, Kajaani, Sotkamo, Kuhmo, Vaala, Paltamo, Ristijärvi, Hyrynsalmi, Puolanka ja Suomussalmi. Vuonna 2013 Kainuussa asui hieman alle 80 000 asukasta. Kainuuta ympäröiviä maakuntia ovat Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo ja Pohjois-Pohjanmaa. Kainuun maastonmuodot ovat vaihtelevia. Jääkauden muovaamia harjuja ja vaaroja löytyy paljon. Kainuusta löytyy paljon vesistöjä, jotka pilkkovat metsäisiä maa-alueita. Kainuu on tunnettu vaaramaisemistaan (Kuva 5).



**KUVA 5. Ukkohallan laskettelukeskus, perinteinen Kainuun vaaramaisema (Haataja 2014)**

Maaperä on peruskallion päällä oleva irtomaakerros. Peruskalliosta muovautuneet kivennäismaalajit ovat jääkauden ajalta ja eloperäiset maalajit ovat elävistä materiaaleista maatumutta turvetta. Kainuussa maaperä on pääsääntöisesti kivistä ja lohkarista moreenimaata. Kainuussa on vähän hienojakoisia hiesu- ja savimaita, joita on Oulujärven eteläpuolella (Kuva 6). (Muhonen & Savolainen 2013).





**KUVA 6. Kainuun hienojakoista maata Vaalassa (Haataja 2014)**

Drumlineja esiintyy Sotkamon ja Kuhmon välillä, Hyrynsalmella ja Suomussalmen kaakkoisosissa. Harjuja on alueella paljon ja 17 niistä on merkitty harjijensuojeluohjelmaan. Harjijensuojeluohjelmalla pyritään suojelemaan harjujen geologiset, biologiset, luonnonmaantieteelliset ja maisemalliset piirteet.

Kainuun suoalueet painottuvat läntiseen osaan maakuntaa. Vaalan ja Puolangan kunnissa turvemaat ovat tyypillisiä. Vaarojen laaksoissa ja veden vaivaamissa kosteissa painanteissa on runsaasti turvemaita ympäri Kainuuta. Suurin osa suoalueista on rämeitä. (Muhonen & Savolainen 2013).

## **4.2 Kainuun puusto**

Kainuussa pääosa metsistä on männiköitä. Vähäravinteiset suo- ja kivennäismaa-alueet ympäri Kainuuta selittävät pääpuulajin. Pohjois-Kainuussa kuusikoita on todella vähän kun taas vaarojen liepeillä on hyvin ravinteikkaita maa-alueita.

Vaaravyöhykkeen alueella on runsaasti kuusikoita ja reheviä sekapuumetsiä. Lehtoja ja lehtomaisia kankaita esiintyy lähinnä vain Sotkamon ja Paltamon vaaravyöhykkeen alueella. Pääsääntöisesti reheviä maita on Kainuussa vähän. Vaaravyöhykkeen ja

muun Kainuun välillä on suuria eroja lajien runsaudessa ja maaperän ravinteisuudessa. (Muhonen & Savolainen 2013).

### 4.3 Kainuu myrskytuhoalueena

Kainuussa on paljon vesistöjä ja vaaroja sekä jonkin verran vähäkunttaisia maita. Näiden alueiden pinnanmuotojen ja ohuen maanpinnan vuoksi Kainuussa on alueita, jotka ovat alttiimpia myrskytuhoille. Vuonna 2013 Metlan tiedotteen mukaan Kainuussa hakattiin yhteensä 5 427 000 kuutiota puuta. Hakkuisiin sisältyivät kaikki hakkuut, päätehakkuista energiapuun korjuuseen. (Torvelainen 2014).

Helena-myrsky kaatoi eniten puita Vaalassa, Paltamossa, Suomussalmella ja Puolangalla. Vaalassa tuhoalueita olivat esimerkiksi kuivahkoiden kankaiden männiköt sekä järvien pohjoisrannat ja Paltamossa taas suurimmat tuhot löytyivät siemenpuumetsästä. Yksityisten metsänomistajien mailla tuhoja oli noin 30 000 kuutiometriä ja eri firmojen omistamissa metsissä tuhoja esiintyi 20 000 kuutiometriä. Suurimmat myrskytuhot tapahtuivat Vaalan kunnassa. Vaala on ohutkunttaista ja paksuturpeista maa-aluetta (Kuva 7).



**KUVA 7. Vaalan ohutkunttaista maastoa (Haataja 2014)**

## 5 KAUKOKARTOITUS

Kaukokartoitus on maapallon pinnan tai ilmakehän tutkimista. Kaukokartoitusta tehdään joko lentokonetta tai satelliittia apuna käyttäen. Erilaisia kaukokartoitusmuotoja ovat esimerkiksi ilmakehuvaus, laserkeilaus ja satelliittikuvaus. Kaukokartoitus perustuu auringon säteilyn heijastumiseen kartoitettavasta kohteesta eli maan pinnasta tai ilmakehästä. Auringon säteily heijastuu eri tavoin erilaisista pinnoista ja näin voidaan havaita eroavaisuudet kartoitettavasta kohteesta.

Kaukokartoituksella syntyy joko ilma- tai satelliittikuvia, jotka ovat paikkatietoaineistoa. Ilmasta käsin otetut kuvat sisältävät pikseleitä, joilla on omat säteilyarvonsa. Säteilyarvojen perusteella saadaan tietoa puustoista ja maanpinnasta, esimerkiksi eri puulajit heijastavat erilaisia säteilyarvoja.

Pikselit vaihtelevat lentokorkeudesta riippuen. Lentokoneesta otetut kartoituskuvat ovat resoluutioltaan suurempia, eli pikselit ovat pienempiä, kun taas satelliitilla tehdyssä kartoituksessa pikselit ovat suurempia ja resoluutio pienempi kuin lentokoneesta tehdyssä kartoituksessa. (PaikkaOppi 2012.)

Tulevan sadan vuoden aikana ilmastonmuutoksen on arvioitu nostavan Suomen vuotuista keskilämpötilaa talviaikaan noin 4–5 °C ja kesäisin 2–3 °C. Nämä muutokset mahdollistavat metsätuhoja aiheuttavien häiriötekijöiden lisääntymistä. Myrskyjen ja kuivuuden myötävaikutuksesta myös hyönteistuhojen ja metsäpalojen riski kasvaa. Tämän vuoksi kaukokartoitus on hyvä apu metsissä tapahtuvien muutosten seurantaan. (Hyypä ym. 2009.)

### 5.1 Ilmakehuvaus

Ilmakehuvaus suoritetaan lentokoneesta, jonka lentokorkeus on noin kuudesta seitsemään kilometriä (Suomen metsäkeskus 2014.) Metsävaratiedon keruussa ilmakuvioiden tehtävä on helpottaa puulajitunnistuksia ja kohteiden kuviointia (Paananen 2014).

Laajempien myrskytuhojen aikaan voidaan ottaa uudet ilmakehut alueesta, jolla myrsky on kaatanut puita. Laajamittaisemmat ilmakehaukset tehdään, koska puusto

on radikaalisti muuttunut, eikä vanha ilmakeku pidä enää paikkaansa. (Vertanen ym. 2011.)

## **5.2 Laserkeilaus**

Laserkeilaus suoritetaan lentokoneesta noin kahden kilometrin korkeudesta. Laserkeilauksella saadaan kolmiulotteista tietoa metsistä ja maastosta. Lentokoneessa oleva laserkeilauslaitteisto lähettää laserpulsseja maahan ja vastaanottaa kimmonneet pulssit ja muodostaa GPS-paikantimen avulla tarkan pistepilven. Pistepilveä ja ilmakekua analysoimalla saadaan tarkkaa metsävaratietoa, lisäksi maastossa tehtävät tarkastusmittaukset tarkentavat metsävaratietoa. (Moliis 2011.)

Teknisesti laserkeilauksella saatujen tulosten tulkinta perustuu kahden eri ajankohtana tehdyn kuvauksen muutoksien havainnointiin. Mikäli alueelta ei ole tehty laserkeilausta aiemmin, yhden keilauksen mittauksia ei voida pitää luotettavina metsätuhojen määrittelyssä, ellei aineisto osoita selkeää tuhoihin viittaavaa piirrettä kuten sävyeroa. (Hyypä ym. 2009.) Laserkeilaus on kustannustehokasta ja nopeaa verrattuna perinteiseen maastoinventointiin. Keilausaineisto on tasalaatuista ja lentokoneella pystytään inventoimaan suuria alueita kerralla. (Moliis 2011.)

## **5.3 Satelliittikuvaus**

Valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI) käytetään yhtenä osana kartoitusta satelliittikuvia. VMI:ssa käytetään yleensä Landsat TM -satelliittikuvia. Satelliittikuvatulkinnalla saadaan tuotettua metsävaratietoa pienille alueille, esimerkiksi kunnalle tai metsätalalle, metsikölle tai yksittäiselle pikselille eli 20 metriä kertaa 20 metriä ruudulle. Pelkällä satelliittikuvalla ei pysty antamaan metsikölle minkäänlaista metsätunnuksen arvoa. Satelliittikuvaa voidaan käyttää täydentävänä aineistona metsien inventoinneissa. (Tuominen 2013.)

## **6 LENTOKARTOITUS KAINUUSSA**

### **6.1 Lentokartoituksen tavoitteet**

Lentokartoituksella selvitetään myrskytuhojen laajuus maakuntatasolla. Lentokartoituksen aikana merkitään paperikartalle tarkalleen alueet, joilla myrsky on tehnyt tuhojaan. Lentokoneesta katsotaan pinta-alat, tuhojen sijoittuminen, puumäärät ja tuhoprosentti tuhoalueella. Kartoituksella pyritään saamaan mahdollisimman tarkat tulokset myrskytuhoista, jotta voidaan suunnata myrskypuun korjuuta tietyille alueille. Lisäksi kartoituksen avulla voidaan ohjata metsänomistajia paremmin ottamaan yhteyttä alueen metsätoimihenkilöihin. Kyseisellä kartoitusmuodolla on tarkoitus päästä mahdollisimman nopeasti tilanteen tasalle ja hoitaa myrskypuut nopeasti pois maastosta.

### **6.2 Lentoreitin suunnittelu**

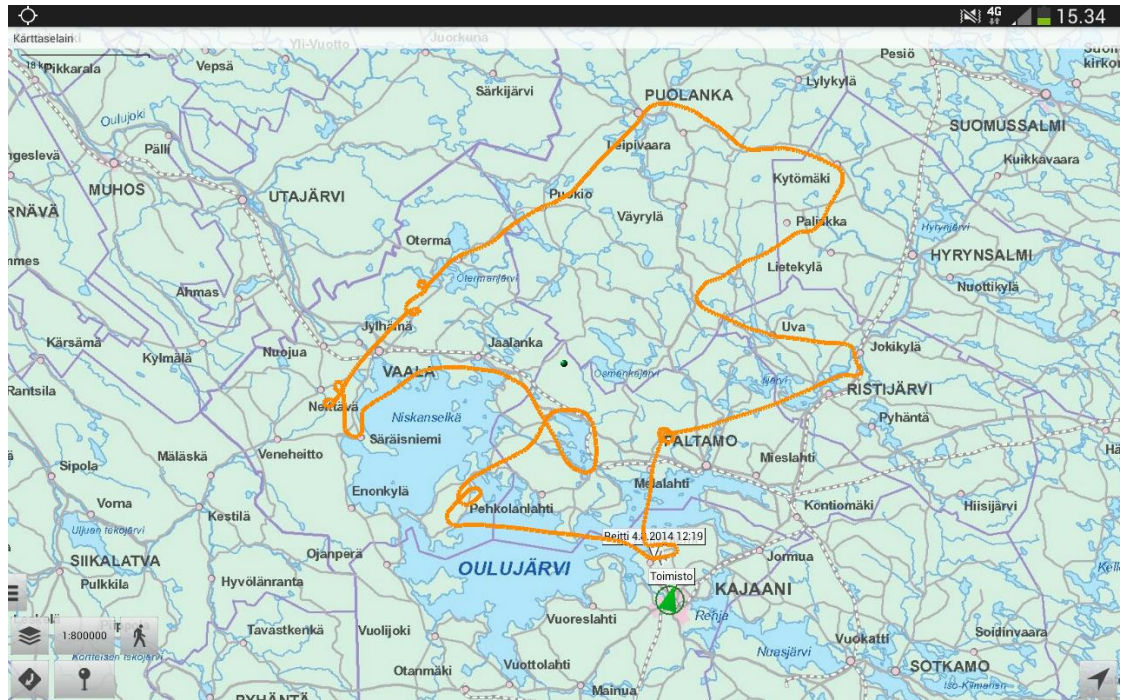
Myrskytuhon satuttua Metsäkeskuksen tehtävä on ilmoittaa maa- ja metsätalousministeriölle myrskytuhojen laajuus kuutioina. Myrskytuho kartoitetaan sähköverkonhaltijan ja puhelinoperaattoreiden vikailmoitusten perusteella, minkä avulla saadaan tietää, mistä myrsky on kulkenut. Lisäksi muiden metsäalan toimijoiden kanssa käydään puhelinkeskusteluja tuhoista ja siitä, kuinka laajoja ja missä päin tuhoja on. Kun on päästy suurpiirteiseen arvioon suurimpien metsätuhojen olinpaikasta, aloitetaan piirtäminen karttaan.

Lentoreitin suunnittelu lähtee liikkeelle karttojen tulostuksella. Kainuun karttaan piirretään kynällä mahdolliset tuhoalueet ja jo ilmoitetut tuhoalueet. Tämän jälkeen katsotaan sähköverkonhaltijan vikailmoituskarttaa ja puhelinoperaattoreiden vikailmoituskarttoja. Niiden perusteella arvioidaan, missä mahdollisesti ilmoittamattomat tuhot ovat. Karttaan piirretään reitti, jossa otetaan huomioon myös maanpinnan muodot ja järvien rannat, joiden liepeillä saattaa olla myrskytuhoja. Mitä selkeämmät tuhokartoitukset on saatu etukäteen, sitä helpompaa on lentoreitin suunnittelu.



### 6.3 Lennolla käytettävät työvälineet ja toimenpiteet lentokoneessa

Lennolla käytetään tablettia ja sen GPS-paikannusta, jolla tallennetaan lentoreitti (Kuva 8). Helena-myrskyn kartoituksessa käytetty tabletti oli Metsäkeskuksen työntekijän henkilökohtaista omaisuutta. Lentokoneessa mukana on paperikartta ja lyijykynä, jolla piirretään karttaan tuhoalueet ja arvioitu tuhon laajuus prosentteina. Lisäksi lentokoneessa on mukana digikamera ja videokamera, joilla otetaan valokuvia ja videokuvaa tuhoista, joita voidaan tarkastella ja analysoida tietokoneella paremmin.



**KUVA 8. Lentoreitti tallennettuna tablettiin (Haataja 2014)**

Lentokartoitukseen osallistuu kaksi Metsäkeskuksen työntekijää ja lentäjä. Lentäjä ja lentokone ovat Kainuun moottorilentäjät Ry:n nimissä. Lento tapahtuu pienellä nelipaikkaisella pienkoneella (Kuva 9). Lentokorkeus on viisisataa metriä.



**KUVA 9. Pienlentokone, jolla tehtiin lentokartoitus (Haataja 2014)**

#### **6.4 Lentokartoituksen kustannukset**

Lentokartoituksen kustannuksiin kuuluvat lentäjän palkkio sekä konevuokra. Mitä pidempi lentomatka on, sitä kalliimpi luonnollisesti on laskukin. Helena-myrskyn kartoituksessa Kainuun yksikkö anoi Maa- ja metsätalousministeriöltä määrärahaa 640 euroa. Ministeriö myönsi rahoituksen ja kartoitus suoritettiin.

Myrskytuhojen lentokartoitus on nopeaa ja tarkkaa toimintaa. Lentäjät ovat valmiina lyhyelläkin varoitusaikalla. Pienkonekartoituksella saadaan tarpeeksi tarkkaa maakuntatason kartoitusta myrskytuhoista. Koikkalaisen (2014) mukaan nykyinen toimintatapa on hyvä. Se on nopea ja kartoituksesta saadaan tarkkaa tietoa tuhojen laajuudesta. Yksittäisten tilojen myrskytuhot on helppo suhteuttaa maakunnan tilanteeseen.

## 7 POHDINTA

On arvioitu, että tulevaisuudessa Suomessa tulee olemaan enemmän myrskyjä ja myrskyt tulevat olemaan rajumpia. Metsäammattilaisten ja metsänomistajien tulee osata varautua aiempaa voimakkaampiin myrskyihin. Metsät tulee vakuuttaa, etteivät taloudelliset tappiot koidu suuriksi.

Vakuutusyhtiöillä on erilaisia metsävakuutuksia. Myrskytuhon satuttua vahingon arvioi puolueeton metsäammattilainen esimerkiksi metsänhoitoyhdistyksestä. Vahingon määrä lasketaan ja korvaukset maksetaan aina silloisen puunhinnan mukaan. Tuhojen arvoinnissa kuluu aikaa ja sitä voisi mahdollisesti nopeuttaa drone-lennokin avulla. (Lähitapiola 2015.)

Myrskyjen lisääntyessä on todennäköistä, että myös lentokartoituksia tehdään useammin. Lentokartoitusta tulee kehittää ja sen tulee olla taloudellisesti kannattavaa ja siitä on oltava suurta hyötyä metsien hoidon kannalta. Tällä hetkellä lentokartoitus voidaan suorittaa nopeasti ja kartoituksesta saadaan tarkkoja tuloksia, mikä mahdollistaa puunkorjuun ohjaamisen oikeaan paikkaan.

Kartoitukseen käytettävät työvälineet olivat vielä viime kesänä hieman puutteelliset, mutta Metsäkeskus hankkii tulevaisuudessa metsäneuvojilleen tablettimalliset maastotallentimet, jotka ovat olleet jo testikäytössä työtehtävissä. Tätä tablettimallista maastotallenninta voidaan käyttää reitin tallennukseen GPS-paikannukseen avulla ja reitin voi siirtää suoraan työpaikan tietokoneelle tarkasteltavaksi. Paperikartta on kuitenkin hyvä olla tulevaisuudessakin varmenteena, mikäli sähköiset laitteet eivät toimi.

Toiminta ja tarkastelu lentokoneesta eivät luultavasti tulevaisuudessakaan muutu, lennon aikana kohdennetaan myrskytuhot ja arvioidaan niiden laajuus. Kohteet merkitään karttaan ja mainitaan niiden tuhoprosentti. Toinen työntekijöistä ottaa valokuvia, joiden avulla saadaan aikaan tarkempi tuhoanalyysi. Metsäneuvojan on tiedettävä kartoitettavat paikat, jotta ne on mahdollista hahmottaa lentokoneesta käsin.

Tulevaisuudessa voisi pitää koulutuksia metsäneuvojille lentokartoitukseen liittyen. Koulutuksessa voisi ottaa huomioon paikkatietämyksen ja havainnollistaa



kartoitustilanteita videoin ja valokuvin. Lisäksi koulutustilanteessa voisi käydä läpi, minkälaisia maastonkohtia tulee erityisesti tarkkailla ja samalla kartoittaa myrskylle alttiimmat kohteet kullakin alueella. Koulutuksia voisi järjestää esimerkiksi kahden vuoden välein. Koulutusta tulisi kehittää aina uusien tuhojen ja havaintojen pohjalta, kuten lentokartoitustakin.

Lentoreitin suunnitteluun tulee varata aikaa, jotta lentokartoitus onnistuu tehokkaasti. Lentäminen on kallista ja mitä parempi lähtötieto on koneeseen noustessa, sitä paremmin saadaan kustannukset kuriin. Yhteistyön Suomen metsäkeskuksen ja paikallisten sähköverkonhaltijoiden kanssa pitää toimia myrskytuhojen sattuessa. Puhelinoperaattoreiden kannalta myrskytuhokartoitus helpottuu, kun ne pitävät yllä vikailmoituskarttoja verkkosivuillaan.

Lentoreittiä suunnittelemassa tulee olla mukana työntekijät, jotka lähtevät lennolle sekä myrskytuhoista vastaavat valmiusryhmät. Valmiusryhmän henkilöt ovat yhteydessä muiden firmojen metsätoimihenkilöihin ja kehottavat ottamaan yhteyttä metsäkeskukseen, mikäli ovat liikkuneet myrskytuhoalueilla tai ovat menossa myrskytuhoalueille. Yhteistyö sähköyhtiöiden, puhelinoperaattoreiden ja eri metsätoimihenkilöiden kanssa auttaa lentoreitin suunnittelussa.

Lentoreitin suunnittelu on tärkein kustannuksia alentava tekijä. Hyvin suunniteltu lentoreitti ja napakka lentokartoitus tuottavat parhaan tuloksen. Näin ollen saadaan kokonaisvaltainen kartoitus maakunnan tasolla myrskytuhoista, mikä helpottaa niin metsäneuvojen työtä kuin raportointia Maa- ja metsätalousministeriöön.

Nykyinen pienlentokoneella tehtävä lentokartoitus on metsätaloudellisesti käytännöllinen ja sitä on hyvä käyttää tulevaisuudessakin suhteellisen pienten myrskyjen sattuessa. Tarvittaessa Maa- ja metsätalousministeriö voi suurten tuhojen sattuessa käynnistää laajemmat ilmakuvaukset.

Vakuutusyhtiöt käyttävät ulkopuolista ja puolueetonta metsäammattilaista arvioimassa myrskytuhoja. Nämä metsäammattilaiset voisivat tehdä metsätilakohtaisen kartoituksen ohjelmoitavalla drone-lennokilla. Tulevaisuudessa lennokilla on mahdollista kartoittaa koko metsätilan myrskytuhotilanne. Näin vakuutusyhtiöt voisivat arvioida tuoreella lennokin ottamalla ilmakuvalla ja maastokäynneillä

vakuutettavat arvot. Arvioin, että drone-lennokilla suoritettulla lennolla säästettäisiin metsäammattilaisen aikaa. (Lähitapiola 2015.)

Pienet radio-ohjattavat ja GPS-paikantimella ohjelmoitavat lennokit sopivat hyvin tilakohtaiseen arviointiin tai vaikkapa laserkeilausaineiston taimikon tarkastuksiin. Esimerkiksi Alankomaissa kehitellään ambulanssi-dronea, joka kuljettaa defibrilaattorin soittajan puhelimen sijainnin mukaan. Tämä on hyvä esimerkki siitä, kuinka drone-lennokki soveltuu erilaisiin tehtäviin eri toimialoilla. (Delft University Of Technology 2014.)

Tuhoalueen metsänomistajille lähetettävä kirje on tällä hetkellä selkokielineen ja siitä löytyy tarvittavat yhteystiedot. Tulevaisuudessakin olisi hyvä lähettää metsänomistajille kirjeitä myrskytuhojen sattuessa, koska etämetsänomistajat eivät välttämättä pääse käymään tilallaan tarkastamassa onko omissa metsissä tapahtunut tuhoja. Kirjeen avulla toisella paikkakunnalla asuva metsänomistaja osaa ottaa yhteyttä metsäneuvojaan, ja näin ollen mahdolliset myrskytuhot päästään korjaamaan, eikä esimerkiksi hyönteis- tai sienituhoja pääse syntymään. Korjuun suuntaaminen nopeasti tuhoalueelle tuottaa paremman lopputuloksen, eikä suurempia taloudellisia menetyksiä synny.

Lentokartoituksen tavoitteena on suunnata korjuuta oikealle alueelle sekä ilmoittaa maa- ja metsätalousministeriölle myrskytuhojen laajuus kuutiometreinä. Tämä on metsätaloudellisesti tärkeää toimintaa. Näin saadaan tarkasti kartoitettua tapahtuneet puuston tuhot ja ehkäistyä mahdolliset sieni- ja hyönteistuhot. Lentokartoitusta olisi hyvä käyttää yli maakuntarajojen.

## LÄHTEET

Delft University of Technology. 2014. TU Delft's ambulance drone drastically increases chances of survival of cardiac arrest patients. WWW-dokumentti. <http://www.tudelft.nl/en/current/latest-news/article/detail/ambulance-drone-tu-delft-vergroot-overlevingskans-bij-hartstilstand-drastisch/>. Ei päivitystietoja. Luettu 7.4.2015.

Etelä-Suomen sanomat. 2010. Kesän myrskyistä arvioitua suuremmat metsätuhot. WWW-dokumentti. <http://www.ess.fi/uutiset/talous/2010/12/21/kesan-myrskyista-arvioitua-suuremmat-metsatuhot>. Päivitetty 7.9.2013. Luettu 4.4.2015.

Haataja Jyrki. 2014. Valokuvat. Suomen metsäkeskus.

Hyyppä Juha, Lyytikäinen-Saarenmaa Päivi, Holopainen Markus, Litkey Paula, Hyyppä Hannu & Kaasalainen Sanna. 2009. Lasermittauksiin perustuva biomassamuutosten ja metsätuhojen seuranta. PDF-dokumentti. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff09/ff094366.pdf>. Ei päivitystietoja. Luettu 1.4.2015.

Ilmatieteen laitos a. 2013. Eino-myrsky oli yksi 2000-luvun voimakkaimmista syysmyrskyistä. WWW-dokumentti. <http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/1246480>. Ei päivitystietoja. Luettu 5.4.2015.

Ilmatieteen laitos b. 2010. Ennätyshelteet purkautuivat rajuihin ukkosiin. WWW-dokumentti. <http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/1280478632>. Ei päivitystietoja. Luettu 4.4.2015.

Ilmatieteen laitos c. Kesän 2010 rajuilmat. WWW-dokumentti. <http://ilmatieteenlaitos.fi/kesan-2010-rajuilmat>. Luettu 5.4.2015.

Ilmatieteen laitos d. Tuulet ja myrskyt. WWW-dokumentti. <http://ilmatieteenlaitos.fi/tuulet>. Ei päivitystietoja. Luettu. 26.2.2015.

Koikkalainen Timo. 2014. Haastattelu 19.8.2014. Metsäneuvoja. Suomen metsäkeskus.

Korpela Leevi. 2005. Myrskyytisten historiaa Suomesta. WWW-dokumentti. <http://web.archive.org/web/20110521085021/http://www.helsinki.fi/~pzkorpel/myrskyt.html#21-22.9.1982>. Päivitetty 12.10.2011. Luettu 4.4.2015.

Lähitapiola. 2015. Kotitalouden vakuutukset. WWW-dokumentti. <http://public.brandgate.fi/lahitapiola/lahitapiola/fi/tiedostot/118537/>. Ei päivitystietoja. Luettu 23.4.2015.

Maa- ja metsätalousministeriö a. 2014. Helena-myrskyn aiheuttamat metsätuhot arvioidaan. WWW-dokumentti. [http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/tiedotteet/140801\\_helena\\_myrsky.html](http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/tiedotteet/140801_helena_myrsky.html). Ei päivitystietoja. Luettu 10.4.2015.

- Maa- ja metsätalousministeriö b. 2014. Metsien sopeutuminen ilmastonmuutokseen. WWW-dokumentti. [http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/metsat/ilmasto\\_energia/sopeutuminen\\_ilmastonmuutokseen.html](http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/metsat/ilmasto_energia/sopeutuminen_ilmastonmuutokseen.html) Luettu 12.4.2015.
- Mikkonen Tuomo, Sähköpostikeskustelu 28.1.-14.4.2015. Valtakunnallinen varavalmiuspäällikkö. Suomen metsäkeskus.
- Moliis Pekka. 2011. Laserkeilaus mittaa puuvarat tarkasti. WWW-dokumentti. <https://www.metsamaailma.fi/fi/News/Sivut/laserkeilaus.aspx>. Ei päivitystietoja. Luettu 1.4.2015.
- MTV3. 2010. Veera-myrskyssä vuosikymmenen kovin salamointi. WWW-dokumentti. <http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/veera-myrskyssa-vuosikymmenen-kovin-salamointi/1845898>. Päivitetty 8.8.2010. Luettu 5.4.2015.
- Muhonen & Savolainen. 2013. Kainuun maakunnallinen maisemaselvitys. PDF-dokumentti. [http://kafi.tutka.net/pa\\_paatokset/kokous/2013480-10-2.PDF](http://kafi.tutka.net/pa_paatokset/kokous/2013480-10-2.PDF). Ei päivitystietoja. Luettu 25.3.2015.
- Niskanen Yrjö, Heikkilä Hannu, Mikkonen Tuomo, Rantala Jouni, Wikberg Anders & Ruokanen Irmeli. Varautumissuunnitelma metsätuhoihin. 2013. Luettu 20.2.2015.
- Paananen Raito. 2014. Metsävaratieto ja sen käytön mahdollisuudet. PDF-dokumentti. <http://www.metla.fi/hanke/7497/pdf/Paananen-Raito.pdf>. Ei päivitystietoja. Luettu 1.4.2015.
- PaikkaOppi. 2012. Paikkatiedon tuottaminen – kaukokartoitus ja digitointi. WWW-dokumentti. [http://www.paikkaoppi.fi/Oppitunnit\\_ja\\_projektimallit/Oppituntikokonaisuudet/2.3](http://www.paikkaoppi.fi/Oppitunnit_ja_projektimallit/Oppituntikokonaisuudet/2.3). Ei päivitystietoja. Luettu 1.4.2015.
- Satakunnan kansa. 2013. Eino-myrskystä 60 miljoonan puutuhot. WWW-dokumentti. <http://www.satakunnankansa.fi/Kotimaa/1194854336767/artikkeli/eino-myrskysta+60+miljoonan+puutuhot.html>. Päivitetty 20.11.2013. Luettu 5.4.2015.
- Suomen metsäkeskus a. 2014. Helena-myrskystä selvittiin pelättyä vähäisemmillä tuhoilla. WWW-dokumentti. <http://www.metsakeskus.fi/uutiset/helena-myrskysta-selvittiin-pelattya-vahaisemmilla-tuhoilla#.VQhOyI6sWz4>. Ei päivitystietoja. Luettu 6.4.2015.
- Suomen metsäkeskus b. 2014. Metsäalan asiantuntijatalo. WWW-dokumentti. <http://www.metsakeskus.fi/metsakeskus#.VSvS2vmsVQg>. Luettu 10.4.2015.
- Suomen metsäkeskus c. 2014. Metsätiedon keruu. WWW-dokumentti. <http://www.metsakeskus.fi/metsatiedon-keruu#.VTYh3yHtmko>. Luettu 10.4.2015.
- Torvelainen Jukka. 2014. Hakkuukertymä ja puuston poistuma alueittain 2013. PDF-dokumentti. [http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/mtt/2014/kertyma\\_ja\\_poistuma13.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/mtt/2014/kertyma_ja_poistuma13.pdf). Ei päivitystietoja. Luettu 25.3.2015.

Tuominen Sakari. 2013. Metsien kaukokartoitus ja avoimet aineistot. PDF-dokumentti. <http://www.paikkatietoikkuna.fi/documents/108478/fbd45663-d9ea-4540-ba5c-39206b4967f2>. Ei päivitystietoja. Luettu 2.4.2015.

Uotila, Antti & Kankaanhuhta, Ville 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. Hämeenlinna: Karisto Oy. Luettu 26.2.2015.

Väkevä, J & Kankaanhuhta, Ville. 2014. MetINFO – Metsien terveys – Myrsky. WWW-dokumentti. [http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/abmyrsn.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/abmyrsn.htm). Päivitetty 21.5.2014. Luettu 12.4.2015.

Vertanen Antti, Honkavaara Eija, Koistinen Arto, Niskanen Yrjö, Rajalin Jere, Vilhomaa Juha, Westerholm Leena & Paanukoski Sanna. 2011. Ilmakuvaus äkillisten metsätuhojen ja tulvien yhteydessä. PDF-dokumentti. [http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmuistioid/newfolder\\_25/5xubiGdbW/Ilmakuvaustyoryhman\\_muistio\\_final\\_\\_2\\_.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmuistioid/newfolder_25/5xubiGdbW/Ilmakuvaustyoryhman_muistio_final__2_.pdf). Ei päivitystietoja. Luettu 10.4.2015.

Yle Etelä-Savo. 2010. Asta syöksyi Etelä-Savon yli. WWW-dokumentti. [http://yle.fi/uutiset/asta\\_syoksyi\\_etela-savon\\_yli/1867406](http://yle.fi/uutiset/asta_syoksyi_etela-savon_yli/1867406). Päivitetty 4.6.2012. Luettu 4.4.2015.

## LIITE 1 (1). Lentokartoitus & metsäneuvonta

Haastattelin tiistaina 19.8.2014 metsäneuvoja Timo Koikkalaista, Kainuun Metsäkeskus, myrskytuhojen lentokartoituksesta ja tuhon aiheuttamista yhteydenotoista.

1. Mitkä olivat lentotiedustelun tavoitteet?

Tavoitteena oli myrskytuhojen kartoitus maakuntatasolla. Kartoitimme vahinkoalueiden sijainnin, niiden pinta-alat sekä puumäärien ja -tuhojen laajuudet. Tämän tarkoituksena on suunnata myrskypuun korjuuta tietyille alueille.

2. Minkälaisia tuloksia saitte?

Tulokset olivat tarpeeksi tarkkoja. Esivalmistelusta oli paljon apua reitin suunnittelussa. Ilman sitä lentäminen olisi summittaista ja vaikeaa. Havainnointi on tarpeeksi tarkkaa, koska lentokoneessa pystyy paikantamaan tuhoalueet paperiselle kartalle.

3. Onko lentotiedustelu tarpeellista?

Lentotiedustelu on tarpeellista, koska pelkän ennakkotiedon perusteella kunnollista kartoitusta ei pystytä tekemään.

4. Onko kartoitus tarpeeksi laaja?

Lentoreittiä olisi voinut pidentää pohjoiseen päin. Lentokorkeus oli noin viisisataa metriä ja se toimi hyvin.

5. Onko kartoitustilanteessa parannettavaa?

Kartoitustilanteita silmälläpitäen olisi hyvä saada parempi kamera, joka paikantaisi jokaiselle kuvalle koordinaatit. Tällä hetkellä kartoitus tapahtuu manuaalisesti paperikartalle. Tulevaisuudessa tabletti-mallinen maastotallennin helpottaa lentoreitin nauhoittamista ja paikkojen merkitseminen on helpompaa.

Kartoitustilanteeseen tulisi tehdä selkeät ohjeet, joiden mukaan lentokoneessa olisi helppo toimia. Lisäksi lentokartoitusta voisi suorittaa yli maakuntarajojen.

6. Onko muita mahdollisia kartoitusvaihtoehtoja, esimerkiksi satelliittikuvaus?

## LIITE 1 (2). Lentokartoitus & metsäneuvonta

Satelliitit voisivat helpottaa kartoitusta, mutta se olisi todennäköisesti todella kallista. Ultrakevyet lentokoneet tarvitsisivat tarkan kameran ja vielä laajemmat ennakkovalmistelut. Nykyinen toimintatapa on hyvä ja lentokoneen saa nopealla aikataululla kartoittamaan tilannetta.

7. Onko lentotiedustelusta apua neuvontaan tuhoasioissa?

Kokonaisuuden avulla pystytään vertaamaan tietoja yksityisten metsäomistajien tietoihin. Selkeissä tuhotilanteissa on helppo ohjata metsänomistaja esimerkiksi Metsänhoitoyhdistykselle.

8. Onko tullut paljon kysymyksiä liittyen myrskytuhoihin?

Timo Koikkalainen oli merkittynä yhteyshenkilöksi metsänomistajille suunnattuun kirjeeseen. Kirje lähetettiin metsänomistajille, joiden metsässä oli mahdollisia myrskytuhoja. ”Kirje on helpottanut maanomistajia ottamaan yhteyttä ja toimimaan myrskytuhojen tiimoilta. Kaiken kaikkiaan sain noin kaksikymmentä puhelua eri maanomistajilta.”

Yhteenveto:

Ilman ennakkovalmistelua olisi todella vaikeaa toimia. Lentotiedustelu menisi hakuammunnaksi. Parempi tekniikka lentotiedustelussa, esimerkiksi tabletti ja kamera auttaisivat paikantamaan tuhoalueet. Kartoitustilanteeseen toivotaan selkeitä toimintaohjeita, joiden mukaan lentokoneessa toimittaisiin. Nykyinen lentotiedustelu on toimivaa ja helppokäyttöistä. Lentokoneen saa nopeasti ilmaan tarkastelemaan tuhot.

## LIITE 2. Metsäkeskuksen toiminta aikajanalla

Päivät:	Metsäkeskuksen toiminta aikajanalla
0	Myrsky pyyhkäissyt
1	Kartoitetaan tilanne, apuna käytetään sähköverkonhaltijaa, puhelinoperaattoreiden vikakarttoja ja muiden yhtiöiden metsäammattilaisia.
2	Tuhojen kartoitus jatkuu. Alueelliset valmiusryhmät laskevat maakuntien tuhot kuutiometreinä. Kainuussa lentoreitti on suunniteltu ja iltapäivällä suoritetaan lentokartoitus.
3	Alueelliset valmiusryhmät lähettävät valtakunnalliselle valmiuspäällikölle tuhot, hän koostaa tuhot yhteen ja lähettää raportin Maa- ja metsätalousministeriöön.
4	
5	Aktiivisimmat metsänomistajat ottavat jo yhteyttä metsäammattilaisiin ja tekevät metsänkayttöilmoituksia.
6	
7	Kirje metsänomistajille. Kirjeessä kehoitetaan metsänomistajaa tarkastamaan metsätilansa mahdollisten tuhojen varalta. Ja kerrotaan, että mitä metsänomistajan on tehtävä mikäli myrsky on kaatanut metsää. Kirjeessä on metsäneuvojan yhteystiedot ja muistutus metsänkayttöilmoituksen tekemisestä.
8	
9	Metsänomistajat ottavat yhteyttä metsäkeskuksen toimihenkilöihin. Metsänkayttöilmoituksia tehdään normaalisti sekä erityislupia haetaan.
10	



