

**Kaukokartoitusperusteinen menetelmä ilman  
metsänkayttöilmoitusta hakattujen  
uudistushakkuukohteiden valvontaan**

Janne Suominen

Maisterintutkielma

Helsingin yliopisto

Metsätieteiden laitos

Metsäteknologia

Helmikuu 2016

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Maatalous- ja metsätieteellinen tiedekunta		Laitos/Institution– Department Metsätieteiden laitos
Tekijä/Författare – Author Suominen Janne Emil		
Työn nimi / Arbetets titel – Title Kaukokartoitusperusteinen menetelmä ilman metsänkayttöilmoitusta hakattujen uudistushakkuukohteiden valvontaan		
Oppiaine /Läroämne – Subject Metsävaratiede ja -teknologia		
Työn laji/Arbetets art – Level Pro gradu -tutkielma	Aika/Datum – Month and year Helmikuu 2016	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 50
Tiivistelmä/Referat – Abstract  <p>Maaliskuussa 2013 astui voimaan Euroopan Unionin puutavara-asetus (EUTR 995/2010). Asetuksen tavoitteena on pyrkiä estämään Euroopan Unionin alueella tapahtuvaa laitonta puutavaran kauppaa ja puunkorjuuta. Asetus vaatii sekä metsänomistajan että maahantuojan käyttävän asianmukaisen huolellisuuden järjestelmää puutavaran laillisuuden takaamiseksi.</p> <p>Suomen kohdalla tämä merkitsee, että tuontipuun alkuperän selvittämiseksi maahantuojalla on oltava asianmukaisen huolellisuuden järjestelmä. Suomessa tuotettua puuta koskien metsänomistajan asianmukaiseksi huolellisuuden järjestelmäksi katsotaan metsänkayttöilmoitus ja mittaustodistus hakkuusta, jossa puutavaraa on saatettu myyntiin.</p> <p>Maaseutuvirasto toimii asetuksen toimivaltaisena viranomaisena ja valvoo, että asetusta noudatetaan. Suomen metsäkeskuksen yksi tärkeistä lakisäateisistä tehtävistä on tarkastaa kaikki saapuvat metsänkayttöilmoitukset. Metsäkeskus ei ole aikaisemmin systemaattisesti valvonut onko hakkuita tehty ilman metsänkayttöilmoitusta.</p> <p>Tämän tutkimuksen tavoitteena on kehittää Metsäkeskukselle kaukokartoitusperusteinen menetelmä ilman metsänkayttöilmoitusta hakattujen uudistushakkuukohteiden valvontaan. Samalla saadaan selville puuttuvien ja virheellisten metsänkayttöilmoitusten määrä.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteeseen pääsyssä hyödynnetään Metsäkeskuksen laserkeilausaineistoa, metsävaratietoa ja ilmakuvaa vuodelta 2012 sekä paikkatietoanalyysia, karttakohteiden luokitusta ja arkistojen läpikäyntiä.</p> <p>Tutkimustulos osoittaa, että tutkimusalueella ilman metsänkayttöilmoitusta tehtyjä uudistushakkuuta oli 2,6 % kaikista 1.7.2006–1.7.2012 välisenä aikana tehdyistä uudistushakkuista. Tuloksessa on epävarmuutta laiminlyöntien lopullisesta määrästä, koska tutkimuksessa ei kuulu maanomistajan selvitystä ilmoituksen puuttumiseen. Tältä osin tarvitaan jatkotutkimus.</p> <p>Voidaan todeta, että kaukokartoitusperusteinen menetelmä on käyttökelpoinen ilman metsänkayttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden valvontaan. Menetelmän avulla saadaan mahdolliset rikkeet selville jatkotoimenpiteitä varten.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords puutavara-asetus, metsänkayttöilmoitus, kaukokartoitus, laserkeilaus, uudistushakkuu		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos/Institution – Department Department of Forest Sciences
Tekijä/Författare – Author Suominen Janne Emil		
Työn nimi / Arbetets titel – Title Remote sensing-based method to control final fellings without a forest use declaration		
Oppiaine /Läroämne – Subject Forest Resource Science and Technology		
Työn laji/Arbetets art – Level Master's Thesis	Aika/Datum – Month and year February 2016	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 50
Tiivistelmä/Referat – Abstract		
<p>In March 2013 came into effect the European Union Timber Regulation (EUTR 995/2010). The object of the Regulation is to prevent illegal trade in timber and timber harvesting inside the European Union. The Regulation will require the forest owner as well as the importer to use the system of the due diligence to ensure the legality of timber.</p> <p>In Finland's case this means that in order to clarify the origin of the imported timber, the wood importer has to exercise the due diligence system. For the wood produced in Finland, the forest owner has to exercise the due diligence system including a forest use declaration and the measurement certificate of forest harvesting, in which the timber is put up for sale.</p> <p>The Agency for Rural affairs is the authorized public authority supervising the use of the regulation. One of the important statutory tasks of the Finnish Forest Centre is to inspect all incoming forest use declarations. The Forest Centre has not previously systematically supervised the legality of the forest harvesting made without the declaration.</p> <p>The objective of this research is to develop a remote sensing-based method for the Forest Centre to control the final fellings harvested without the forest use declaration. At the same time information is received about the number of missing and incorrect forest use declarations.</p> <p>For the objective of the research is utilized the Forest Centre's laser scanning materials, forest resources data, aerial images, year 2012, also spatial data analysis, the classification of map objects and archives.</p> <p>The research result shows that in the study area, 2.6 % of all the final fellings carried out between 1.7.2006–1.7.2012 were made without the forest use declaration.</p> <p>In the research results there is uncertainty about the final amount of defaults, since the landowners were not consulted about the lack of declaration. For this a further research is needed.</p> <p>It can be seen that the method based on the remote sensing-based system is useful for controlling the final fellings harvested without the forest use declaration.</p> <p>The method permits to find out any violations and to take follow-up measures.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords European Union Timber Regulation, forest use declaration, remote sensing, laser scanning, final felling		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		

## **Alkusanat**

Kyseessä on Helsingin yliopiston Maatalous-metsätieteellisessä tiedekunnassa metsätieteiden laitoksen maisterin tutkintoa varten tehty pro gradu -tutkielma. Työ suoritettiin Maaseutuviraston toimeksiantona. Maaseutuvirastolta työhön saatiin kolmen kuukauden rahoitus. Aineiston hankinta ja tutkimus suoritettiin Suomen metsäkeskuksen Rannikon alueyksikön toimipisteellä Vaasassa. Pro gradu -tutkielman tarkastajina toimivat metsäteknologian emeritusprofessori Esko Mikkonen ja Suomen metsäkeskuksen läntisen alueen metsätietopäällikkö tohtori Henna Etula. Työn ohjaajina toimivat Henna Etula ja Maaseutuviraston ylitarkastaja Marko Lehtosalo.

Tahdon kiittää ohjaajia suuresta tuesta. Erityiskiitokset Hennalle, joka jaksoi tukea minua vaikeina aikoina ja loi uskoa eteenpäin.

Suuri kiitos myös perheelle ja ystäville saamastani tuesta opintojeni aikana.

Helsingissä helmikuussa 2016

Janne Suominen

# Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	6
1.1 Puutavara-asetus .....	6
1.2 Hakkuiden valvonta Suomessa .....	8
1.3 Hakkuiden tulkinta kaukokartoitusaineistosta .....	10
1.4 Aikaisempi laittomiin hakkuihin liittyvä tutkimus.....	13
1.5 Tutkimuksen tavoitteet .....	14
2 Aineisto ja tietojärjestelmät.....	15
2.1 Tutkimusalue .....	15
2.2 Kasvillisuuden pintamalli .....	17
2.3 Aarni-metsävaratietojärjestelmä ja metsävaratiedon keruu Metsäkeskuksessa .....	18
2.4 Masto-tietojärjestelmä .....	20
2.5 Kiinteistöpalvelu.....	20
3 Menetelmät .....	21
3.1 Paikkatietoanalyysi .....	21
3.2 Epäilyttävien karttakohteiden luokittelu .....	23
3.2.1 Luokittelun ensimmäinen vaihe .....	23
3.2.2 Luokittelun toinen vaihe .....	24
3.2.3 Luokittelun kolmas vaihe.....	30
3.3 Arkistojen läpikäynti.....	31
3.4 Kohteiden viimeistely .....	31
4 Tulokset .....	33
5 Tulosten tarkastelu .....	38
5.1 Uudistushakkuut ilman metsänkäyttöilmoitusta .....	38
5.2 Virheelliset metsänkäyttöilmoitukset.....	40
5.3 Tulosten vertailu muihin tutkimuksiin.....	40
5.4 Tulosten yleistettävyyys valtakunnallisesti.....	41
5.5 Mahdollisia syitä metsänkäyttöilmoitusten puuttumisiin ja virheellisyyksiin .....	41
6 Johtopäätökset .....	43
6.1 Menetelmän käyttökelpoisuus .....	43
6.2 Valvonnan tulevaisuus .....	44
Lähteet .....	47

# 1. Johdanto

## 1.1 Puutavara-asetus

Laitonta puunkorjuuta, joka aiheuttaa metsäkatoa, pidetään maailmanlaajuisesti merkittävänä ongelmana. Metsäkadolla on osoitettu olevan huomattavia vaikutuksia niin ympäristöön kuin ihmisiin. Merkittävimmät vaikutukset ovat hiilidioksidipäästöjen lisääntyminen ilmakehässä, eroosio- ja aavikoitumisongelmat ja kestävä metsänhoidon ja -käytön laiminlyönti. Ilmakehän hiilidioksidipäästöistä 20 % aiheutuu metsäkadosta (Hallituksen... 2014).

Laittomat puunkorjuut vaikuttavat suuresti yhteiskuntaan ja lainsäädäntöä noudattaviin toimijoihin aiheuttaen heille merkittäviä taloudellisia menetyksiä. Laittoman puunkorjuun takaa ilmenee vakavia korruptio-ongelmia (Hallituksen... 2014). Laittomien hakkuiden määristä ja arvoista ei ole luonnollisesti saatavilla luotettavia ja tarkkoja tietoja. Joitakin satunnaisia tietoja laittomasta puunkorjuusta on löydettävissä; Venäjän metsätalousvirasto Rosleshoz paljasti Venäjällä vuonna 2014 yhteensä 18 400 laitton hakkuun tapausta, joissa hakattiin yhteensä 1,3 miljoona kuutiometriä puuta (Laittomat hakkuut... 2015). Eräissä kehitysmaissa laittonien hakkuiden määrä saattaa olla suurempi kuin laillisten hakkuiden (Hallituksen... 2014).

Maailmalla puutavaran ja puutuotteiden kysyntä kasvaa huimaa vauhtia, mutta useissa maissa on puuntuotantojärjestelmissä hallinnollisia ja institutionaalisia puutteita, jotka aiheuttavat laittomia hakkuita ja laitonta puutavarakauppaa. Euroopan unioni (EU) pitää laittomia hakkuita merkittävänä yhteiskunnallisena ongelmana, joten EU pyrkii estämään laitton puutavaran käyttöä ja kauppaa. Euroopan parlamentin ja neuvoston vireille laittama puutavara-asetus (EUTR 995/2010) astui voimaan maaliskuussa 2013 (Asetus... 2010). EU:n puutavara-asetus perustuu metsälainsäädännön valvontaa, metsähallintoa ja puukauppaa koskevaan EU:n toimintaohjelmaan (FLEGT, Forest Law Enforcement, Governance and Trade) (Asetus... 2010). Puutavara-asetuksen tavoitteena on yksiselitteisesti pyrkiä estämään laitonta puunkorjuuta ja laitonta puutavaran kauppaa. Puutavara-asetuksen (Asetus...

2010) 2 artiklan g kohdan mukaan puutavara luokitellaan laittomaksi, jos sitä ei ole käsitelty, hakattu, kuljetettu tai myyty alkuperämaan lainsäädännön mukaisesti.

Jokaisen EU:n jäsenvaltion on noudatettava asetusta. Puutavara-asetusta sovelletaan sekä EU:n alueella hakattuun puutavaraan että EU:n alueelle tuotuun puutavaraan. Asetusta sovelletaan niin sahatavaraan, raakapuuhun, kartonkiin, vaneriin, massaan, paperiin kuin huonekaluihin. Asetusta ei kuitenkaan sovelleta kierrätettyihin tuotteisiin, rottinkiin, bambuun eikä painettuun paperiin kuten kirjoihin ja sanomalehtiin (Asetus... 2010).

Puutavaran ja puutuotteiden saapuessa ensimmäistä kertaa EU:n markkinoille on maahantuojien velvollisuus varmistaa, ettei mukana ole tuotteita, joita ei ole käsitelty alkuperämaan lainsäädännön mukaisesti. Sekä maahantuojilla että metsänomistajilla on oltava asianmukaisen huolellisuuden järjestelmä puutavaran laillisuuden takaamiseksi. Järjestelmän avulla toimijat minimoivat riskiä, jotta laittomasti korjattua puutavaraa tai laittomasti korjatusta puusta valmistettuja tuotteita ei aseteta EU:n markkinoille. Suomeen tuotua puutavaraa ja puutuotteita koskien asetuksessa vaaditaan, että yrityksen tai maahantuojan on käytettävä asianmukaisen huolellisuuden järjestelmää tavalla, joka sisältää tarvittavat toimenpiteet ja menettelyt puutuotteiden ja puutavaran jäljittämiseksi. Keräämiensä tietojen pohjalta yrityksen tai maahantuojan on arvioitava mahdolliset riskit puutavaran toimitusketjussa. Järjestelmä koostuu kolmesta osatekijästä: tietojen saanti, riskiarviointi ja havaitun riskin vähentäminen (Asetus... 2010). Suomessa tuotettua puuta koskien asetus ei tuo merkittäviä muutoksia, koska Suomessa metsälainsäädännön toimeenpanoa ja valvontaa on pidetty toimivina. Puunkorjuuta koskien asetuksen vaatimukset toteutuvat ja metsänomistajan asianmukaisen huolellisuuden järjestelmä täyttyy, kun metsänkäyttöilmoitus ja puutavaran mittauslain (laki... 2013c) 22 §:n mukainen mittausasiakirja laaditaan puunkorjuusta.

Jokaisen jäsenvaltion on nimettävä organisaatio, joka valvoo asetuksen täytäntöönpanoa. Maa- ja metsätalousministeriö nimesi vuonna 2013 puutavara-asetuksen toimivaltaiseksi valvovaksi viranomaiseksi Maaseutuviraston. Asetusta koskien Maaseutuviraston tehtävänä on suorittaa tarkastuksia ja valvontaa. Maaseutuvirasto tarkastaa, että toimijoilla on järjestelmä puutavaran ja puutuotteiden laillisuuden varmistamiseksi, ja että toimijat toimivat asetuksen edellyttämällä tavalla.

Toimijalla tarkoitetaan luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, joka saattaa markkinoille puutavaraa tai puutuotteita (Asetus... 2010). Kotimaisen puun osalta toimija on metsänomistaja ja tuontipuun osalta maahantuojaja. Jos tarkastuksissa todetaan puutteita, on Maaseutuviraston tehtävä määrätä mahdollisia korjaavia toimenpiteitä. Puutteiden vakavuuden perusteella Maaseutuvirasto langettaa välittömiä väliaikaisia toimia kuten esimerkiksi puun ja puutavaran markkinointikiellon. Ankarampia rangaistuksia lainrikkomisseuraamuksista ovat puun ja puutavaran takavarikointi, tuontilupien menetykset sekä sakot (Laki... 2013a).

Maaseutuviraston tehtävä on raportoida Maa- ja metsätalousministeriölle puutavara-asetuksen valvonta- ja tarkastustoiminnan tuloksista (Laki... 2013a). Jokaisen EU:n jäsenvaltion on selvitettävä Euroopan komissiolle, kuinka puutavara-asetusta on sovellettu ja valvottu kahden edellisvuoden aikana. Komission tehtävänä on laatia joka toinen vuosi Euroopan parlamentille ja neuvostolle kertomus asetuksen soveltamisesta (Asetus... 2010).

## **1.2 Hakkuiden valvonta Suomessa**

Suomen metsäkeskus (jäljempänä 'Metsäkeskus') toimii Maa- ja metsätalousministeriön alaisuudessa välillisen valtionhallinnon organisaationa, jolla on lukuisia eri lakisäätteisiä tehtäviä. Suomen metsäkeskuksen perustehtävä on edistää Suomen metsäalan kilpailuetua ja kestävyyttä. Metsäkeskus toteuttaa tehtävää yhdessä asiakkaiden, kumppaneiden ja koko yhteiskunnan kanssa. Suomen metsäkeskuksen tavoite on olla metsäalan suunnannäyttävä ja kokoava voima (Laki... 2011a).

Tärkeänä tekijänä kilpailukyvyn ja kestävyuden takaamiselle on Metsäkeskuksen toimiminen valvovana viranomaisena Suomen metsälainsäädännön noudattamisessa. Muita Metsäkeskuksen tehtäviä ovat puolueettoman metsävaratiedon julkaiseminen, metsäalan koulutus ja neuvonta, metsän- ja luonnonhoitotöiden rahoittaminen ja metsänomistajien palvelu. Valvonta- ja tarkastustoiminnan ensisijaisena tarkoituksena on varmistaa säädösten noudattaminen. Metsälain valvonta- ja tarkastustoiminnan yhteydessä kerättyjä tietoja käytetään Metsäkeskuksen metsävaratietojen päivityksessä. Kerätyistä tiedoista Metsäkeskus saa tietoa metsien hoito- ja



käyttötoimenpiteiden yleisestä laadullisesta tasosta (Määräys... 2015). Metsäkeskus raportoi Maa- ja metsätalousministeriölle metsälain tarkastusten tuloksista. Metsäkeskuksen tulee toimittaa kalenterivuoden aikana suoritettujen tarkastusten tulokset Maa- ja metsätalousministeriölle tarkastettavaa kalenterivuotta seuraavan vuoden maaliskuun 31. päivään mennessä (Määräys... 2015).

Metsäkeskus valvoo metsänkäyttöilmoitusten perusteella, että metsänhakkuut ja muut toimenpiteet ovat metsälain mukaisia. Metsäkeskus tarkastaa kaikki saapuvat metsänkäyttöilmoitukset hallinnollisena tarkastuksena. Metsänkäyttöilmoitus on todistus tehdystä hakkuusta, jossa rinnankorkeuslöpimitaltaan yli 13 cm:n puutavaraa on saatettu myyntiin. Metsänkäyttöilmoitusta ei tarvitse tehdä kotitarvehakkuusta, pienikokoisen puuston hakkuusta, sähkölinjan ja junaradan reunavyöhykkeen hakkuusta, oja-, vesijohto- ja viemäriinjan hakkuusta eikä pienalaisista tie-, sähkö- tai muun vastaavan linjan hakkuusta (Laki... 2013a). Metsälaki (Laki... 2013a) määrää, että metsänomistajan on jätettävä ilmoitus hakkuusta Metsäkeskukselle viimeistään 10 päivää tai aikaisintaan 3 vuotta ennen hakkuun aloittamista. Ilmoitus pitää sisällään metsikkö- ja toimenpidetietojen lisäksi karttatiedot hakattavien metsiköiden sijainnista. Metsäkeskus vastaanottaa ilmoituksia sekä sähköisesti että paperilomakkeella. Kaikista saapuneista ilmoituksista sähköisten osuus oli vuonna 2013 noin 90 prosenttia. (Henna Etula, Suomen metsäkeskus, suullinen tieto 10.2.2014). Metsänkäyttöilmoituksia Metsäkeskukselle toimittavat maanomistajat, metsänhoitoyhdistykset ja metsäyhtiöt. Valtaosa maanomistajista on valtuuttanut metsänhoitoyhdistyksen tai metsäyhtiön ilmoituksen laatimiseen ja toimittamiseen.

Metsäkeskus on velvoitettu suorittamaan maastossa tapahtuvaa tarkastustoimintaa. Maa- ja metsätalousministeriön määräyksen (2015) mukaan maastotarkastus on tehtävä vähintään yhteen prosenttiin saapuneista metsänkäyttöilmoituksista. Tarkastus suoritetaan pääsääntöisesti ennen hakkuuta. Tarkastukseen valitaan metsänkäyttöilmoituskuvioita, joissa on ennakkoon syytä epäillä hakkuun poikkeamaa metsälaista. Tällainen kohde on hakkuu, joka ei täytä annettuja säädöksiä tai määräyksiä. Poikkeamaa on syytä epäillä kohteissa, joissa hakkuu rajoittuu erityiskohteeseen, esimerkiksi metsälain (Laki... 2013a) 10 §:n 2 ja 3 momentissa tarkoitettuun erityisen tärkeään elinympäristöön, luonnonsuojelulain mukaiseen erityisesti suojeltavaan lajiin tai suojellun kasvupaikan esiintymään, Natura-2000

verkostoon sisältyvään alueeseen tai heikkotuottoisen ojitetun turvemaan uudistushakkuukuvioon.

Metsälain (1996) 22 §:n mukaan Metsäkeskuksen on 18 §:ssä tarkoitetun teon tai laiminlyönnin todettuaan ilmoitettava asiasta poliisille esitutkintaa varten. Esitutinnan suorittaa poliisi Metsäkeskuksen ilmoituksen pohjalta. Poliisi toimittaa esitutkinta-aineiston syyttäjälle syyteharkintaa varten. Syyttäjä tekee päätöksen syyttämättä jättämisestä tai rangaistusvaatimuksen antamisesta (Metsälaki 1996).

### **1.3 Hakuiden tulkinta kaukokartoitusaineistosta**

Kaukokartoituksella tarkoitetaan inventointitietojen keräämistä sähkömagneettisen säteilyn avulla käyttämättä fyysistä kosketusta kartoitettaviin kohteisiin (Kangas 2003). Tiedon keruu tapahtuu satelliitteihin, laserkeilaukseen ja ilmakuviin perustuvilla menetelmillä.

Operatiivisessa metsäsuunnittelussa on ilmakuvia hyödynnetty useiden vuosikymmenten ajan ja niiden hyödyntäminen jatkuu tänäkin päivänä yhdessä laserkeilauksen kanssa. Kohdealueen ilmakuvaus suoritetaan tavallisesti lentokoneesta 6–7 kilometrin korkeudessa. Ilmakuvatulkintaa hyödynnetään metsävarakuvioiden rajauksessa ja puulajien määrittämisessä. Ilmakuvaparien avulla voidaan sekä visuaalisesti että numeerisesti seurata metsässä tapahtuvia muutoksia. Hakuiden tulkintaa ilmakuvien avulla on mahdollista suorittaa kahden eri ajankohdan kuvien muutostulkinnalla, jota mm. Hyvönen & Korhonen (2008) ovat tutkimuksissaan hyödyntäneet.

Satelliittikuvat koostuvat elementeistä, joiden koko maanpinnalla on vakio. Kuvaelementtiä vastaavasta maastonkohdasta heijastuva säteily mitataan satelliitissa sijaitsevalla havaintolaitteella, joka rekisteröi heijastuvaa valoa tai lämpösäteilyä spektrin eri osista eri kanaville (Kangas 2003).

Hakuiden tulkinnassa voidaan hyödyntää satelliittikuvia, koska niiden havaitsemiseen riittää hyvin karkeamman resoluution kuvat. Erilaisia satelliittikuviin pohjautuvia menetelmiä ovat tutkineet mm. Cohen ym. (1998), jotka kartoittivat

metsänhakkuita Yhdysvaltojen luoteisrannikolla satelliittikuvilta. Heidän tarkoituksenaan oli kehittää tehokas ja tarkka menetelmä hakkuiden kartoitukseen. Aikaisemmat käytetyt menetelmät olivat työläitä ja vaikeasti toteutettavissa eikä virheanalysointia tehty riittävän tarkasti. He vertailivat tutkimuksessa eri ajankohtina otettuja kuvia ja kolmea erilaista menetelmää hakkuiden löytämiseen. Hayes ym. (2001) vertailivat tutkimuksessaan kolmea eri satelliittikuviin pohjautuvaa menetelmää trooppisten metsien hakkuun ja kasvun muutosten seurannassa.

Satelliittikuvien ja myöhemmin numeeristen ilmakuvien hyödyntämistä metsäsuunnitteluinventoinnissa on tutkittu pitkään, mutta operatiiviseen toimintaan niiden automaattinen tulkinta ei ole siirtynyt. Syy on yksinkertainen: ”Satelliitti- ja ilmakuvien tuottamalla tiedolla puustotunnusten estimointitarkkuus kuviotasolla ei ole ollut riittävä operatiivisen metsä- ja leimikkosuunnittelun tarpeisiin” (Holopainen ym. 2011).

Keskiresoluution satelliittikuvien tulkinnalla päästään kuviotasolla keskitilavuuden osalta 45–55 prosentin suhteelliseen keskivirheeseen, mikä ei ole riittävä tarkkuus operatiivisessa metsäsuunnittelussa. (Holopainen ym. 2013)

Reesen ym. (2003) tutkimuksessa kävi ilmi, että satelliittikuviin perustuvalla menetelmällä kuviotasolla metsikön keskitilavuuden suhteellinen keskivirhe (RMSE) oli 33 % ja iän määrittämisessä suhteellinen keskivirhe oli 23 %.

Satelliittikuvien etuna ovat niiden edullisuus ja helppo saatavuus. Satelliittikuvien hyödynnettävyys mahdollisten laittomien hakkuiden etsinnässä perustuu kahtena eri ajankohtana tehdyn kuvauksen muutostulkintaan. Muutostulkinta perustuu kuvien oikaisuun ja kuvioiden biomassojen vertailuun keskenään. Menetelmän avulla löydettyä uudistushakkuuta verrataan metsänkäyttöilmoituksiin ja selvitetään onko ilmoitus jätetty säädösten mukaisesti.

Satelliittikuvat sopivat ominaisuuksiltaan hyvin avohakkuiden havaitsemiseen (Kangas ym. 2003). Kasvatushakkuiden muutosten analysointiin ne eivät kuitenkaan riitä. Venäjän metsätalousvirasto Rosleshoz perusti vuonna 2004 satelliitti- ja ilmakuviin perustuvan järjestelmän maan laittomien hakkuiden ja metsänkäytön valvontaan (Laittomat hakkuut... 2011).

On myös tarjolla uudempiä menetelmiä hakkuiden tulkintaan. Tässä tutkimuksessa käytetty laserkeilaukseen perustuva menetelmä on viimeisen 15 vuoden aikana mullistanut luonnonvarojen kartoituksen ja inventoinnin (Holopainen ym. 2011). Laserkeilaukseen perustuva yksityismetsien inventointi alkoi Suomessa operatiivisesti vuonna 2010, jolloin metsävaratiedon keruuta varten keilattiin yli 2 miljoonaa hehtaaria metsiä (Holopainen ym. 2011). Metsäkeskus siirtyi laserkeilaukseen perustuvaan aluepohjaiseen menetelmään operatiivisessa metsävaratiedon keruussa vuonna 2010.

Laserkeilaus perustuu lentokoneella tehtävään keilaukseen tutkittavasta kohteesta. Lentolaserkeilauksessa on kaksi päätekniikka puustotietojen tuottamiseen: yksinpuintulkinta ja aluepohjainen menetelmä. Puu- tai puustotiedot tuotetaan joko arvioimalla puiden fysikaalisia ominaisuuksia 3D-pistepilvistä tai hyödyntämällä ennustettavien tunnusten ja pistepilvistä laskettujen piirteiden tilastollisia riippuvuussuhteita (Holopainen ym. 2014).

Laserkeilausaineisto tarjoaa aineiston metsikkötason puustotietojen estimoinnin pohjaksi. Alueelta tarvitaan ilmakuva, jota hyödynnetään puulajien tunnistamiseen, koska käytetyillä pulssitiheyksillä laserkeilausaineisto ei tunnista puulajeja kovin hyvin.

Laserkeilauksen tuloksena saadaan kolmiulotteista paikkatietoa keilattavasta alueesta, jonka avulla voidaan muodostaa pintamalleja. Kun paikkatietoanalyysissä hyödynnetään laserkeilauksella tuotettua kasvillisuuden pintamallia, on mahdollista paikantaa uudistushakkuukohteita. Mahdollisten laittomien hakkuiden etsinnässä löydettyjä hakkuuaukkoja verrataan saapuneisiin metsänkäyttöilmoituksiin.

Eri ajankohtana keilattujen pintamallien avulla voidaan suorittaa muutostulkintaa, jonka avulla pystytään löytämään kohteita, joissa on esimerkiksi kasvatushakkuutoimenpiteitä suoritettu tai kohteita, jotka ovat joutuneet myrsky- tai lumituhojen kohteeksi. Esimerkiksi Vastaranta ym. (2014) ovat tutkineet metsiköiden lumituhoja laserkeilausaineistosta tehdyillä muutoskuvilla. Samaa periaatetta on mahdollista hyödyntää metsiköissä tapahtuvien hakkuiden seurannassa. Tämä vaatii kuitenkin saman alueen laserkeilausainestoa eri ajankohdista.

Yllä mainituilla kaukokartoitusperusteisilla menetelmillä on mahdollista paikantaa epäilyksiä hakkuista ilman metsänkäyttöilmoitusta ja virheellisiä metsänkäyttöilmoituksia. Virheellisellä metsäkäyttöilmoituksella tarkoitetaan tässä tutkimuksessa uudistushakkuukohdetta, joka on ilmoitettu joko liian pienenä tai kohdetta, joka on hakattu kasvatushakkuun metsänkäyttöilmoituksella.

#### **1.4 Aikaisempi laittomiin hakkuisiin liittyvä tutkimus**

Tutkimusaiheeni käsittelevää kaukokartoitusperusteista tutkimusta ei ole Suomessa aikaisemmin tehty. Ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden määrää on mahdollista arvioida metsävaratiedon ajantasaistustutkimusten perusteella. Aikaisemmin tehdyissä tutkimuksissa painopiste on ollut muissa asioissa, joten niiden perusteella on vaikea saada oikeaa käsitystä ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden tai virheellisten uudistushakkuiden todellisista määristä. Näitä tutkimuksia ovat tehneet Hyvönen & Korhonen (2008) ja Etula & Store (2011). He ovat ajantasaistustutkimuksissaan saaneet suuntaa-antavia tuloksia ilman metsänkäyttöilmoitusta hakatuista kohteista.

Hyvösen & Korhosen (2008) tutkimus suoritettiin Etelä-Pohjanmaan ja Pohjois-Karjalan tutkimusalueilla. Tutkimusalueena oli 12 800 hehtaaria metsätalousmaata. Hyvönen & Korhonen (2008) saivat tulokseksi, että 7–11 prosentista avohakkuukuvioista puuttui lain vaatima metsänkäyttöilmoitus.

Etula & Store (2011) tutkivat Kuortaneen tutkimusalueella metsävaratiedon ajantasaistamista tapahtuma- ja toimenpidetietojen avulla yksityismetsissä. Tutkimusalue käsitti 1328 hehtaaria metsätalousmaata. He saivat tulokseksi, että ilman metsänkäyttöilmoitusta hakattuja uudistushakkuukohteita oli 0,5 % metsätalousmaan pinta-alasta.

## 1.5 Tutkimuksen tavoitteet

Metsäkeskus ei ole aikaisemmin systemaattisesti valvonut, onko tietyllä alueella suoritettu uudistushakkuita ilman metsänkäyttöilmoitusta. Tarkastukset olisi pitänyt suorittaa maastossa, mihin Metsäkeskuksella ei ole ollut resursseja. Metsäkeskus on kyennyt saamaan kiinni ilman metsänkäyttöilmoitusta hakattuja kohteita ainoastaan muiden metsälain valvontaan liittyvien tehtävien ja muiden maastossa suoritettujen toimenpiteiden yhteydessä.

EU:n puutavara-asetuksessa edellytetään jäsenvaltioiden tekevän valvontaa puutavaran laillisuuden takaamiseksi, jotta hakkuita ei toteuteta ilman lain vaatimaa metsänkäyttöilmoitusta.

Yllämainittujen asioiden perusteella tutkimuksessani kehitetään valvontamenetelmä, jossa Metsäkeskus harjoittaa uudistushakkuiden valvontaa kaukokartoitusperusteisella menetelmällä. Menetelmä perustuu paikkatietoanalyysiin ja ilmakuvatulkintaan, joiden avulla kohteita paikannetaan.

Työn tavoitteena on:

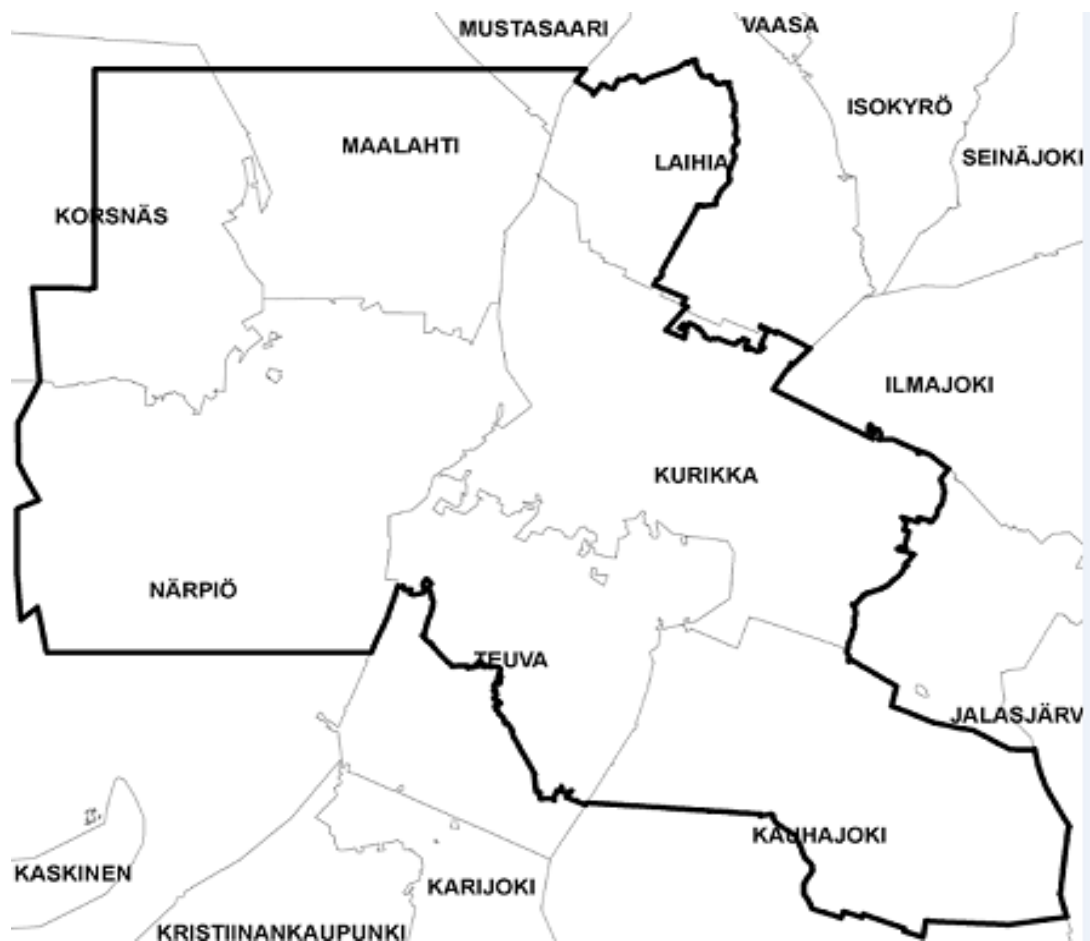
1. Kehittää Metsäkeskukselle valvontamenetelmä, jolla pystytään selvittämään mahdollisimman helposti ja kustannustehokkaasti ilman metsänkäyttöilmoitusta tehdyt uudistushakkuut.
2. Selvittää ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden määrä tutkimusalueella.
3. Selvittää virheellisten metsänkäyttöilmoitusten määrä tutkimusalueella.

Maaseutuvirastolle raportoidaan tutkimuksen tulokset, joita Maaseutuvirasto hyödyntää Maa- ja metsätalousministeriölle tehtävässä puutavara-asetuksen valvontaraportissa.

## 2 Aineisto ja tietojärjestelmät

### 2.1 Tutkimusalue

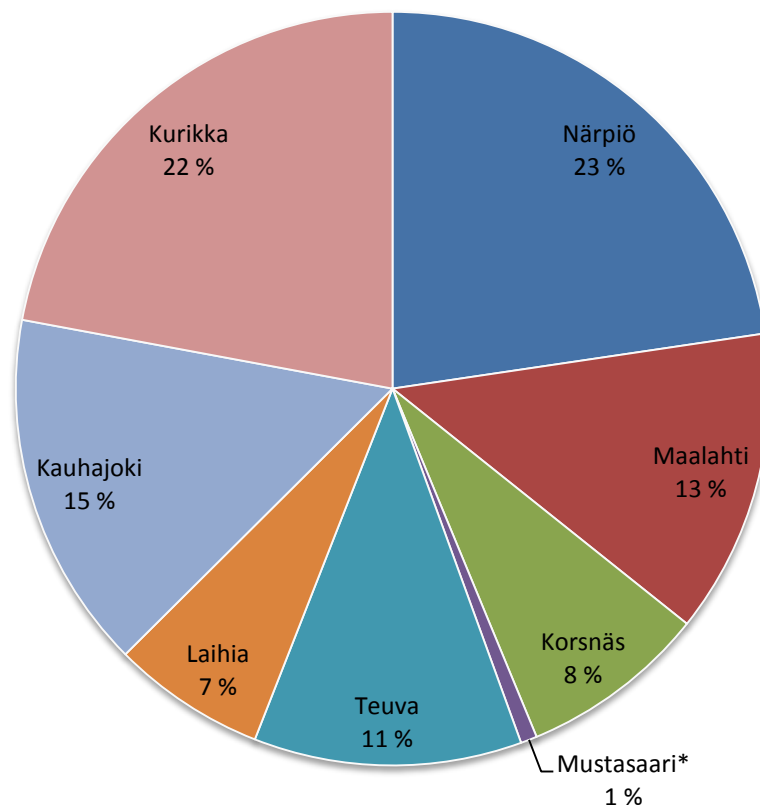
Tutkimusalue sijaitsee Suomen metsäkeskuksen Etelä- ja Keski-Pohjanmaan sekä Rannikon alueyksiköiden alueella (kuva 1). Alueyksiköt poistuivat Metsäkeskuksen käytöstä vuoden 2015 alussa, jolloin Rannikon alueyksikkö liittyi eteläiseen palvelualueeseen ja Etelä- ja Keski-Pohjanmaa läntiseen palvelualueeseen. Tutkimusalue sijaitsee Kauhajoen, Korsnäsän, Kurikan, Laihian, Maalahden, Mustasaaren, Närpiön ja Teuvan kuntien alueella.



Kuva 1. Kartta tutkimusalueesta.

Ilman metsänkäyttöilmoitusta ja virheellisesti tehtyjä uudistushakkuita etsitään alueelta, joka käsittää 227 000 hehtaaria metsätalousmaata. Tutkimusalueen metsätalousmaan kuntakohtainen jakautuminen näkyy kuvasta 2.

Tutkimusalueen valintaperusteena oli se, että alueelta on saatavilla kattavaa tuoretta aineistoa. Metsäkeskus toteutti kesällä 2012 alueella metsäninventointihankkeen, jossa alue laserkeilattiin ja ilmakuvattiin. Alueelle tehtiin puustotulkinta talvikaudella 2012–2013, minkä tuloksena saatiin puustotiedot varttuneille metsävarakuviolle. Inventointiin liittyvät tutkimusalueen aukeiden alueiden, taimikoiden ja puustotulkinnaltaan heikkojen metsävarakuvioiden maastoinventoinnit oli toteutettu maastokauden 2013 aikana.

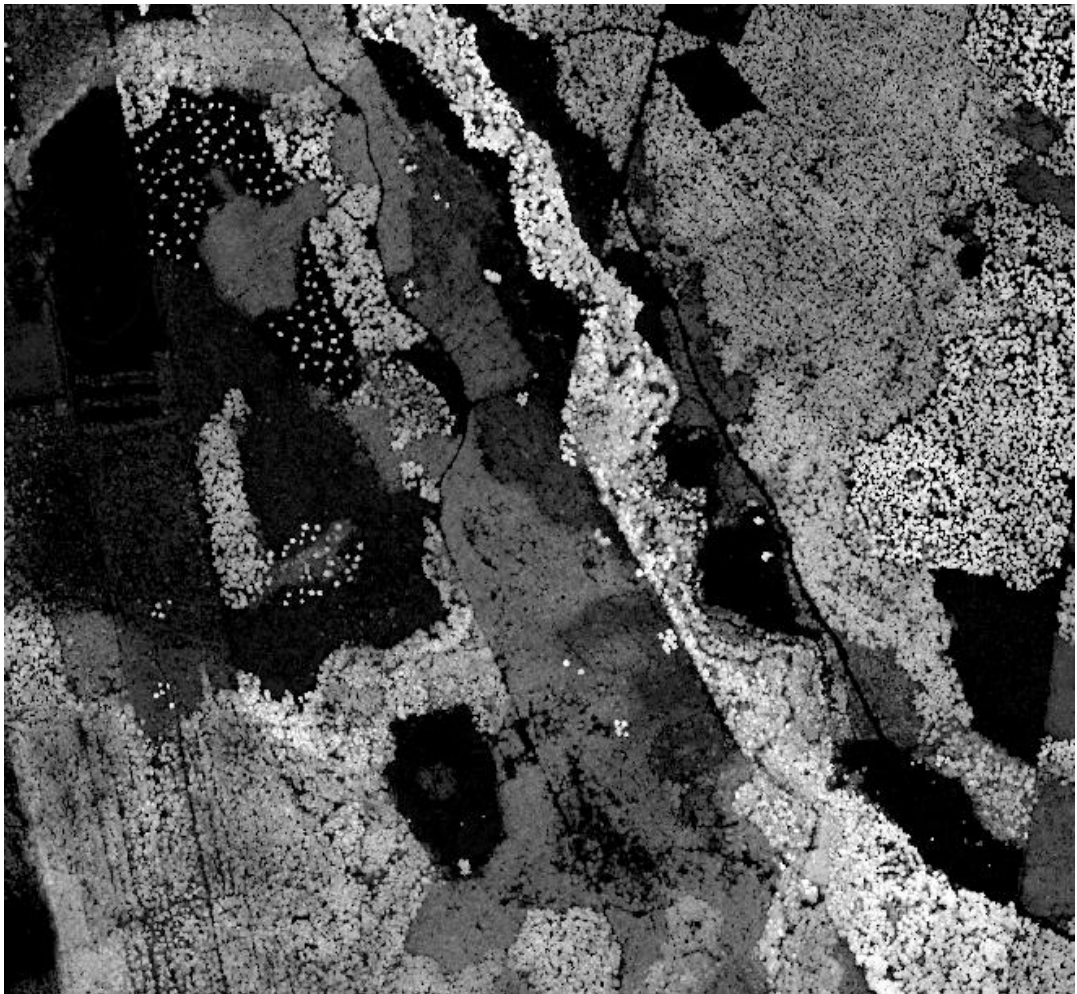


Kuva 2. Metsätalousmaan pinta-alan jakautuminen kunnittain tutkimusalueella.



## 2.2 Kasvillisuuden pintamalli

Tutkimus perustuu suurelta osin paikkatietoanalyysin, jonka lähtöaineistoksi tarvittiin tutkimusalueelta vuonna 2012 laserkeilauksella tuotettu kasvillisuuden pintamalli (Canopy Height Model, CHM). Kasvillisuuden pintamalli (kuva 3) tarkoittaa laserkeilausaineiston pistepilvestä muodostettua puuston pituusmallia, joka kuvaa tutkittavan alueen kasvillisuuden korkeutta. Kasvillisuuden pintamalli saadaan vähentämällä maastomalli (DTM, digital terrain model) pintamallista (DSM, digital surface model) (Holopainen ym. 2013).



Kuva 3. Kasvillisuuden pintamalli. Tummin väri merkitsee puuston 0-pituutta ja vaalein väri pisintä korkeutta.

Tutkimuksessa käytetään lisäksi seuraavissa kappaleissa esiteltyjä tietojärjestelmiä ja niiden sisältämiä tutkimusalueelle kohdistuvia aineistoja.

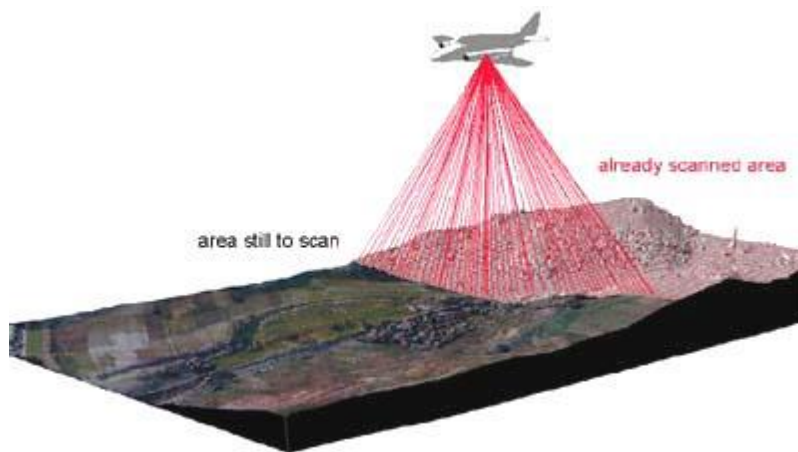
### **2.3 Aarni-metsävaratietojärjestelmä ja metsävaratiedon keruu Metsäkeskuksessa**

Yksi Metsäkeskuksen tärkeistä lakisääteisistä tehtävistä on metsävaratiedon tuottaminen Suomen yksityismetsistä. Suomessa on yhteensä noin 26 miljoonaa hehtaaria metsätalousmaata. Yksityiset metsänomistajat omistavat 61 % metsätalousmaasta (Metsäntutkimuslaitos 2014), joten Metsäkeskuksen tehtävänä on tuottaa yli 15 miljoonalle hehtaarille metsävaratietoa. Metsäkeskus inventoi vuosittain noin 1,5 miljoonaa hehtaaria yksityismetsiä, jolloin inventointikierto on 10 vuotta (Suomen metsäkeskus 2014).

Metsävaratieto on julkisin varoin kerättyä, paikka- ja ominaisuustiedot sisältävää tietoa metsikkökuvioista. Metsikkökuvioilla tarkoitetaan kasvupaikan, puuston ja käsittelytarpeen perusteella yhtenäistä metsäaluetta. Metsikkökuvio sisältää ominaisuustietoja kasvupaikasta, puustosta, toimenpide-ehdotuksista, monimuotoisuudesta ja toimenpidehistoriasta (Maa- ja metsätalousministeriö 2009).

Inventointitiedot kerätään Metsäkeskuksen metsävaratietojärjestelmä Aarniin. Tietoja hyödynnetään lainvalvontaan ja edistämistoimintaan liittyvissä tehtävissä sekä luovutetaan Metsäkeskuksesta muiden toimijoiden kuten metsänomistajien käyttöön metsätietolakia soveltaen (Laki... 2011b).

Metsäkeskuksen metsävaratiedon keruujärjestelmä perustuu kaukokartoitusaineistojen hyödyntämiseen. Keruujärjestelmässä yhdistyy laserkeilaus, ilmakuvauus, koealamittaus ja kohdennettu maastoinventointi (Maltamo ym. 2011). Laserkeilaus suoritetaan lentokoneesta (kuva 4) noin kahden kilometrin korkeudessa. Keilaamalla saadaan tarkkaa kolmiulotteista tietoa puuston ja maaston rakenteesta. Laserkeilaimen keilainosa lähettää säteilyä lähi-infrapunan alueella pulssien muodossa. Ilmaisinosan tehtävä on vastaanottaa ja tulkita lähetetyt pulssit. Keilaimen ja kohteen välinen etäisyys määritetään pulssin kulkuajan perusteella. Lentokoneessa on GPS -paikannin, joten keilattavasta alueesta saadaan kolmiulotteista pisteaineistoa.



Kuva 4. Laserkeilaus lentokoneella (Heikkilä 2009).

Ilmakuvaus suoritetaan lentokoneesta noin 6–7 kilometrin korkeudessa. Kuvia hyödynnetään metsikkökuvioiden piirtämisessä ja puulajien määrittämisessä.

Metsävaratiedon keruuprosessi kestää 1,5–2 vuotta. Ensimmäisenä keväänä inventointialueella suoritetaan laserkeilaus ja ilmakuvaus sekä mitataan puustotulkinnassa tarvittavat maastokoealat. Syksyllä esikäsitellään puustotulkinnassa tarvittavat aineistot ja talvikaudella laaditaan laskentamallit, joiden toimivuus ja tulosten laatu varmistetaan vertaamalla maastossa mitattuun tietoon. Seuraavana keväänä ja kesänä inventointia pyritään täydentämään maastomittauksin, koska kaukokartoituksen perustuva menetelmä ei kykene tuottamaan luotettavaa tietoa aukeista alueista ja taimikoista (Maltamo ym. 2011). Nämä metsikkökuviot inventoidaan maastossa, mikäli jostain toisesta lähteestä ei saada luotettavaa tietoa metsikkökuvion puustosta. Maastossa voidaan tarkastaa myös kuvioita, joiden laskennallinen puustotieto on jostakin syystä epäluotettavaa.

Syksyllä kohdennetun maastoinventoinnin kuviot viimeistellään ja julkaistaan toimenpide-ehdotuksineen, minkä jälkeen metsävaratieto on valmis hyödynnettäväksi ja ylläpidettäväksi. Aarnijärjestelmään integroidulla Simo -laskentasovelluksella Metsäkeskus ylläpitää puustotietojen laskentaa ja toimenpiteiden simulointia.

## **2.4 Masto-tietojärjestelmä**

Masto on Metsäkeskuksen tietojärjestelmä, joka palvelee metsien uudistamisen seuranta ja metsälain valvontaa. Järjestelmää käytetään metsänkäyttöilmoitusten käsittelyyn ja tietojen ylläpitoon. Ennen uudistettua metsälakia (Laki... 2013a) järjestelmää käytettiin myös taimikoiden perustamisilmoitusten käsittelyyn. Masto-järjestelmästä voi hakea metsänkäyttöilmoituksia kiinteistötunnuksen, omistajan, tilan nimen sekä saapumisajankohdan perusteella. Masto-järjestelmään on kirjattu kaikki saapuneet uudistushakkuun metsänkäyttöilmoitukset vuodesta 1997 lähtien. Metsänkäyttöilmoitukset on ollut mahdollista tallentaa Metsäkeskuksen paikkatietojärjestelmään vuodesta 2004 lähtien.

Metsäkeskus tallensi alkuvaiheessa paikkatietojärjestelmään vain uudistushakkuiden metsänkäyttöilmoitukset, mutta muutaman vuoden sisällä Metsäkeskus siirtyi ilmoitusten kattavaan tallentamiseen. Kaikki sähköisesti saapuneet metsänkäyttöilmoitukset sisältävät digitaalisen kartan. Paperilla saapuneita ilmoituksia säilytetään Metsäkeskuksen arkistoissa, joista ilmoituksiin liittyvän karttatiedon voi käydä tarkastamassa.

## **2.5 Kiinteistötietopalvelu**

Kiinteistötietopalvelu on Maanmittauslaitoksen ylläpitämä palvelu, jossa voi selata ajantasaisia kiinteistötietojärjestelmän (KTJ) tietoja koko Suomesta. Palvelu on tarkoitettu viranomaisille tai sellaisille käyttäjille, joille voidaan myöntää käyttöluva. (Maanmittauslaitos). Kiinteistötietojärjestelmä sisältää tietoja kiinteistön sijainnista ja rajoista, kiinteistötunnuksesta, kiinteistön kauppahistoriasta, pinta-alaosuuksista yhteisiin alueisiin sekä tietoja kiinteistöjä koskevista käyttöoikeuksista ja -rajoituksista. Lisäksi palvelusta löytyy Maanmittauslaitoksen maastokartat ja ilmakuvat koko maasta.

## 3 Menetelmät

### 3.1 Paikkatietoanalyysi

Paikkatietoanalyysia pidetään yhtenä geoinformatiikan perinteisimpänä tutkimuskenttänä. Paikkatieto sisältää ominaisuustiedon, joka voi olla lähes mitä tahansa tietosisältöä ja sijaintitiedon. Ominaisuustieto sitoutuu tiettyyn maantieteelliseen paikkaan sijaintitiedon avulla. Paikkatietoanalyysin avulla erilaisia tietoja voidaan etsiä, luokitella ja yleistää, tutkia erilaisten alueellisten kohteiden päällekkäisyyksiä tai yhteyksiä sekä visualisoida tuotettua tietoa halutulla tavalla (Longley ym. 2005). Paikkatietoaineistoa käsitellään joko rasterimuotoisena tai vektorimuotoisena. Rasterimuotoinen paikkatietoaineisto on aineistoa, joka koostuu säännöllisistä ja tasasuuruista ruuduista, joita kutsutaan pikseleiksi. Vektorimuotoinen kartta-aineisto perustuu piste-elementteihin, joiden sijainti tunnetaan tarkasti. Vektorimuotoisessa kartta-aineistossa karttakohteet kuvataan pisteiden, viivojen ja alueiden avulla (Tokola ym. 2000).

Ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen hakkuiden ja virheellisten metsänkäyttöilmoitusten etsinnässä hyödynnettiin paikkatietoanalyysia. Paikkatietoanalyysissa käytettiin ArcMap - ohjelmaa. Ohjelman avulla voidaan tuottaa karttaesityksiä, editoida ja digitoida dataa (Esri... 2014). Paikkatietoanalyysin lähtöaineistoksi tarvittiin kasvillisuuden pintamalli, karttamaskiaineistot, sekä metsänkäyttöilmoitukset, joiden hakkuutapa oli uudistushakkuu. Paikkatietoanalyysissä kasvillisuuden pintamallista etsittiin valitun pituusrajan alittavia kohteita. Pituusrajan kynnyksarvona käytettiin 0,7 metriä. Kynnyksarvon määritykseen vaikuttaa tarkasteltavan alueen maantieteellinen sijainti ja kasvuolosuhteet. On huomioitava, kuinka nopeasti uskotaan, että kuvioilla oleva puusto kasvaa yli kynnyksarvon ja kuinka vanhoja hakkuualueita halutaan löytää. Karttamaskiaineistojen eli maskiaineistojen tarkoituksena oli suodattaa pois pituusrajan alle jäävät kohteet, jotka eivät olleet metsää. Maskiaineistojen avulla saatiin tutkittavien kohteiden joukosta poistettua tiet, sähkölinjat, pellot, vesistöt ja asutuskeskukset. Useat suoperäiset alueet jäivät pituudeltaan alle pituusrajan, joten metsävaratietojärjestelmä Aarnista haettiin metsävarakuviot, joiden

metsätalousmaaluokka oli kitu- tai joutomaa. Kitumaa on kivistä tai suoperäistä maata, jolla puuston keskikasvu on alle yksi kuutiometriä, mutta vähintään 0,1 kuutiometriä hehtaaria kohden vuodessa. Joutomaa on luontaisesti lähes täysin puuton alue ja sen puuntuotoskyky on alle 0,1 kuutiometriä hehtaaria kohden vuodessa.

Tarkoituksena oli hankkia kattavasti kaikki tarvittavat aineistot, joilla tutkittavien kohteiden määrää pystyttiin vähentämään. Lopuksi kartalta pyyhittiin pois saapuneet uudistushakkuun metsänkäyttöilmoitukset. Kun kaikki kynnyсарvon alittavat kohteet oli haettu kasvillisuuden pintamallista, muokattiin ainestoa helpommin käsiteltäväksi kasvattamalla rasterimuotoisen aineiston pikselikokoa, muuttamalla rasteriaineisto vektorimuotoon sekä poistamalla analyysissä syntyneet liian pienet karttakohteet. Pienillä karttakohteilla tarkoitetaan alle 0,2 hehtaarin kohteita.

Paikkatietoanalyysin tuloksena syntyi karttataso korkeudeltaan alle 0,7 metrin kohteista, joissa ei ollut uudistushakkuun metsänkäyttöilmoitusta (kuva 5). Kuvassa 5 vihreät kuviot ovat metsävarakuvioita, punaiset kohteet epäilyksiä metsänkäyttöilmoitusrikkeistä ja ruskeat kuviot metsänkäyttöilmoituskuvioita. Useissa tapauksissa analyysistä saadut kohteet eivät erottuneet toisistaan metsävarakuvioiden rajoilla, vaan yksi kohde saattoi olla useamman eri metsikkökuvion alueella. Kohteiden erottelu suoritettiin tutkimuksen myöhemmässä vaiheessa.



Kuva 5. Kuvassa paikkatietoanalyysin tuloksena saatuja epäilyttäviä kohteita.

## 3.2 Epäilyttävien karttakohteiden luokittelu

### 3.2.1 Luokittelun ensimmäinen vaihe

Kun kasvillisuuden pintamallin avulla tehty paikkatietoanalyysi oli saatu valmiiksi, siirryttiin karttakohteiden (myöhemmin tekstissä karttakohteita kutsutaan myös metsiköiksi) luokittelun ensimmäiseen vaiheeseen. Ensimmäiseksi epäilyttävät kohteet käytiin yksitellen läpi ja luokiteltiin karkeasti kolmeen eri luokkaan (taulukko 1). Ensimmäiseen luokkaan eroteltiin kohteet, jotka eivät selvästi olleet hakkuuaukkoja. Kyseiseen luokkaan merkittiin metsiköt, jotka olivat esimerkiksi kitutai joutomaita sekä alueet, jotka eivät olleet metsätalousmaata. Näitä alueita olivat mm. sähkölinjat, tiet, asutuskeskukset, pellot ja meren rannat, joita maskiaineistot eivät

olleet paikkatietoanalyysissä suodattaneet. Samaan luokkaan merkittiin myös metsiköt, jotka olivat yli yhdeksän vuotiaita sekä metsiköt, joissa oli metsänkäyttöilmoitus maankäyttömuodon muutoksesta tai myrskytuhohakkuusta. Kohteiden iän määrittämisessä hyödynnettiin tuoretta metsävaratietoa, jos sitä oli saatavilla.

Luokkaan 2 merkittiin kohteet, joiden ikä oli alle 10 vuotta. Nämä kohteet olivat joko epäilyksiä hakkuista ilman metsänkäyttöilmoitusta tai epäilyksiä virheellisesti tehdyistä metsänkäyttöilmoituksista.

Luokkaan 3 merkittiin kohteet, jotka olivat epävarmoja tapauksia. Nämä tapaukset tulkittiin uudelleen, kun kaikki ensimmäisen vaiheen kohteet oli ensiksi luokiteltu.

Luokitus suoritettiin järjestelmällisesti koko alueen läpi. Tarkastetut kohteet piilotettiin yksitellen paikkatietojärjestelmässä kartalta, jotta työn etenemistä oli helppo seurata.

Taulukko 1. Ensimmäisen vaiheen luokkataulukko.

Luokka 1	Ei epäilystä
Luokka 2	Epäily hakkuusta ilman metsänkäyttöilmoitusta
Luokka 3	Epävarma, uudelleenkäsittely

### 3.2.2 Luokittelun toinen vaihe

Kun ensimmäisen vaiheen kohteet oli luokiteltu, siirryttiin epäiltyjen kohteiden luokittelun toiseen vaiheeseen, joka suoritettiin tarkempaan luokituksena (taulukko 2). Luokitustasoja kasvatettiin kuudella luokalla.

Taulukko 2. Toisen vaiheen tarkempi luokkataulukko.

Luokka 1	Ei epäilystä
Luokka 2	Epäily hakkuusta ilman metsänkäyttöilmoitusta

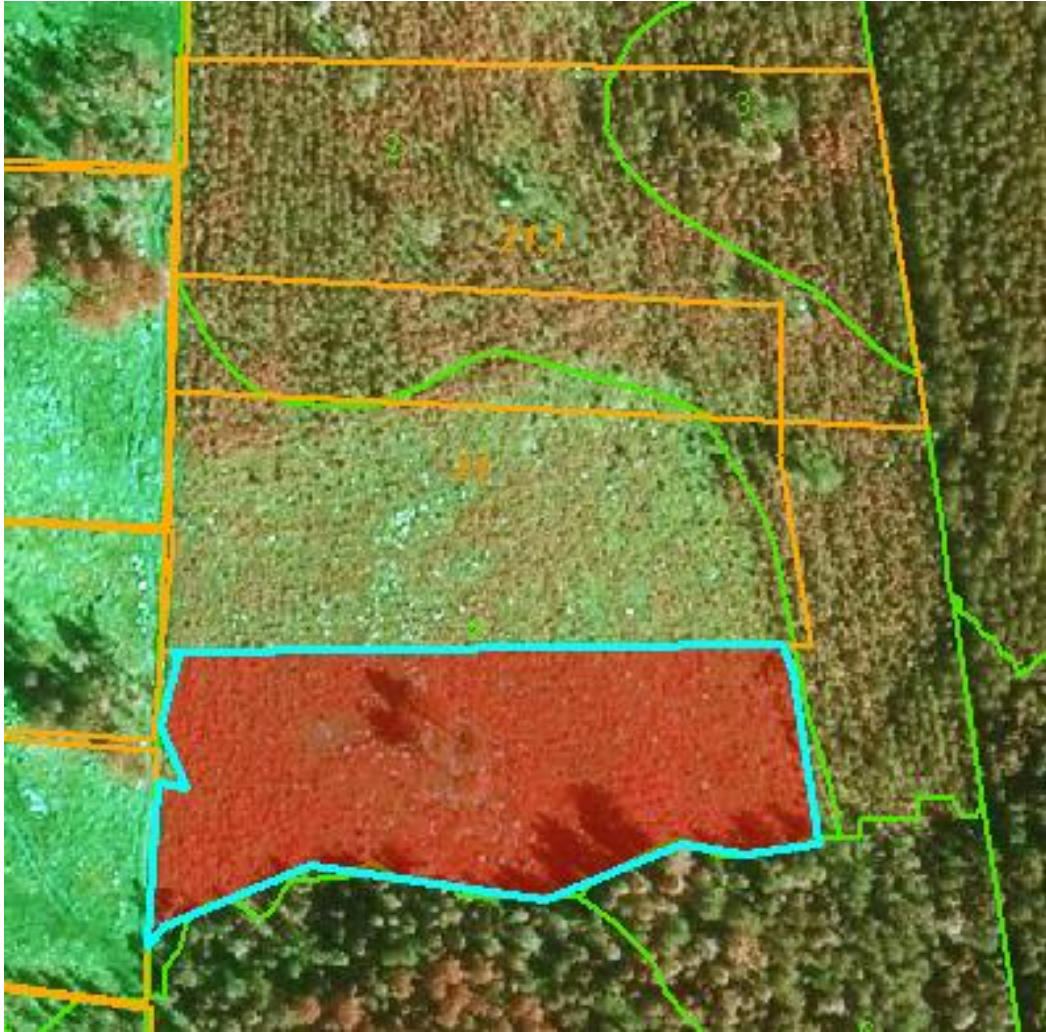


Luokka 3	Epävarma, uudelleen käsittely
Luokka 4	Piirrosvirhe
Luokka 5	Uudistushakkuu toteutettu ilmoitettua laajempaan
Luokka 6	Kasvatushakkuun metsänkäyttöilmoitus uudistushakkuukohteella
Luokka 7	Masto-järjestelmästä löydetty kohteelle metsänkäyttöilmoitus
Luokka 8	Epäily uudistushakkuusta ilman metsänkäyttöilmoitusta
Luokka 9	Aukea alue, jota ei ole todennäköisesti hakattu

Tässä vaiheessa tarkastettiin Masto-järjestelmästä, onko kuviolle jätetty metsänkäyttöilmoitusta, jota ei selittämättömästi syystä ole piirretty kartalle. Koska paikkatietoanalyysissä ei eroteltu kohteita metsikkörajojen mukaan, leikattiin tässä vaiheessa erillisellä työkalulla kohteita irti toisistaan mukailen metsikkökuvioiden rajoja.

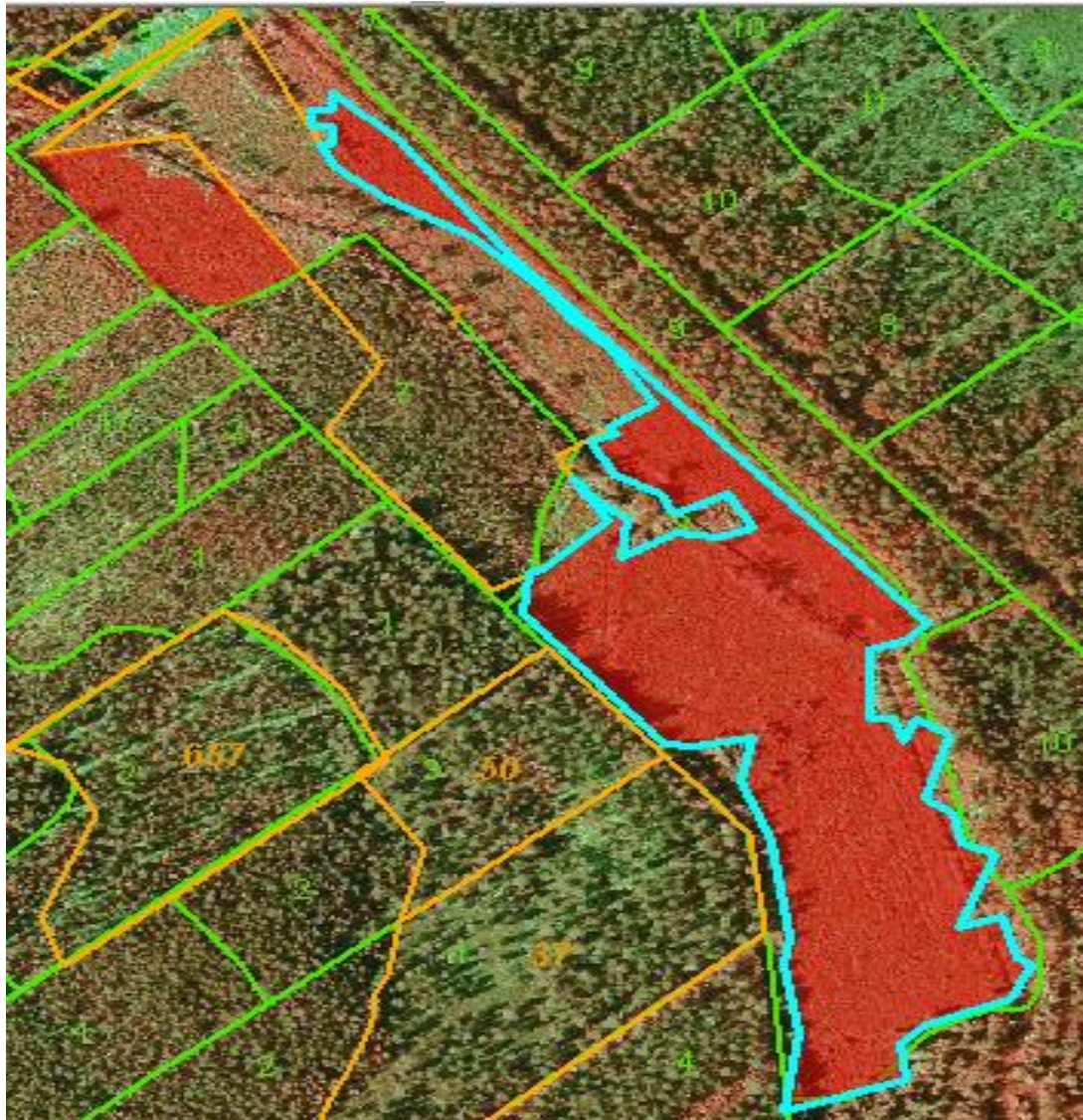
Luokan 2 kohteet käytiin uudestaan yksitellen läpi. Luokkaan 1 merkittiin kohteet, jotka olivat pinta-alaltaan alle 0,5 hehtaaria tai ensimmäisestä vaiheesta huomaamatta jääneet yli-ikäiset metsiköt.

Luokkaan 4 merkittiin metsiköt, jotka olivat piirrosvirheitä. Piirrosvirhe voi ilmetä peruskartalle piirrettyssä kuviossa, jossa ei ole ollut selkeitä kiintopisteitä. Virhe on voinut tapahtua lähettäjän päässä tai tallennuksen yhteydessä Metsäkeskuksessa (kuva 6). Virheitä on etenkin voinut sattua vuosituhannen vaihteessa, koska kaikilla toimijoilla ei vielä ollut paikkatietojärjestelmiä käytössään. Kuvasta 6 selviää, että sinisellä viivalla rajatulle punaiselle alueelle ei ole jätetty metsänkäyttöilmoitusta. Pystyttiin päättämään, että metsänkäyttöilmoitus nro 21 ruskehtavilla reunoilla oli piirretty hieman aukon yläpuolelle. Jos metsänkäyttöilmoitus oli suurin piirtein yhtä suuri ja samanmuotoinen kuin metsikkökuvio, hyväksyttiin ilmoitus piirrosvirheenä.



Kuva 6. Piirrosvirhe.

Luokkaan 5 merkittiin kohteet, joissa Metsäkeskus oli vastaanottanut uudistushakkuun metsänkäyttöilmoituksen, mutta hakkuu oli suoritettu ilmoitettua laajempaan (kuva 7). Kuvan 7 sinisellä rajatulle punaiselle alueelle ja vasemmalla yläreunassa olevalle punaiselle alueelle ei ole jätetty metsänkäyttöilmoitusta. Kyseisiä alueita ei ole ilmoitettu metsänkäyttöilmoituskuviota nro 1:een. Jos ylimenevä osa oli pinta-alaltaan alle 0,5 hehtaaria, merkittiin kyseiset kohteet luokkaan 1.



Kuva 7. Uudistushakkuu toteutettu ilmoitettua laajempänä.

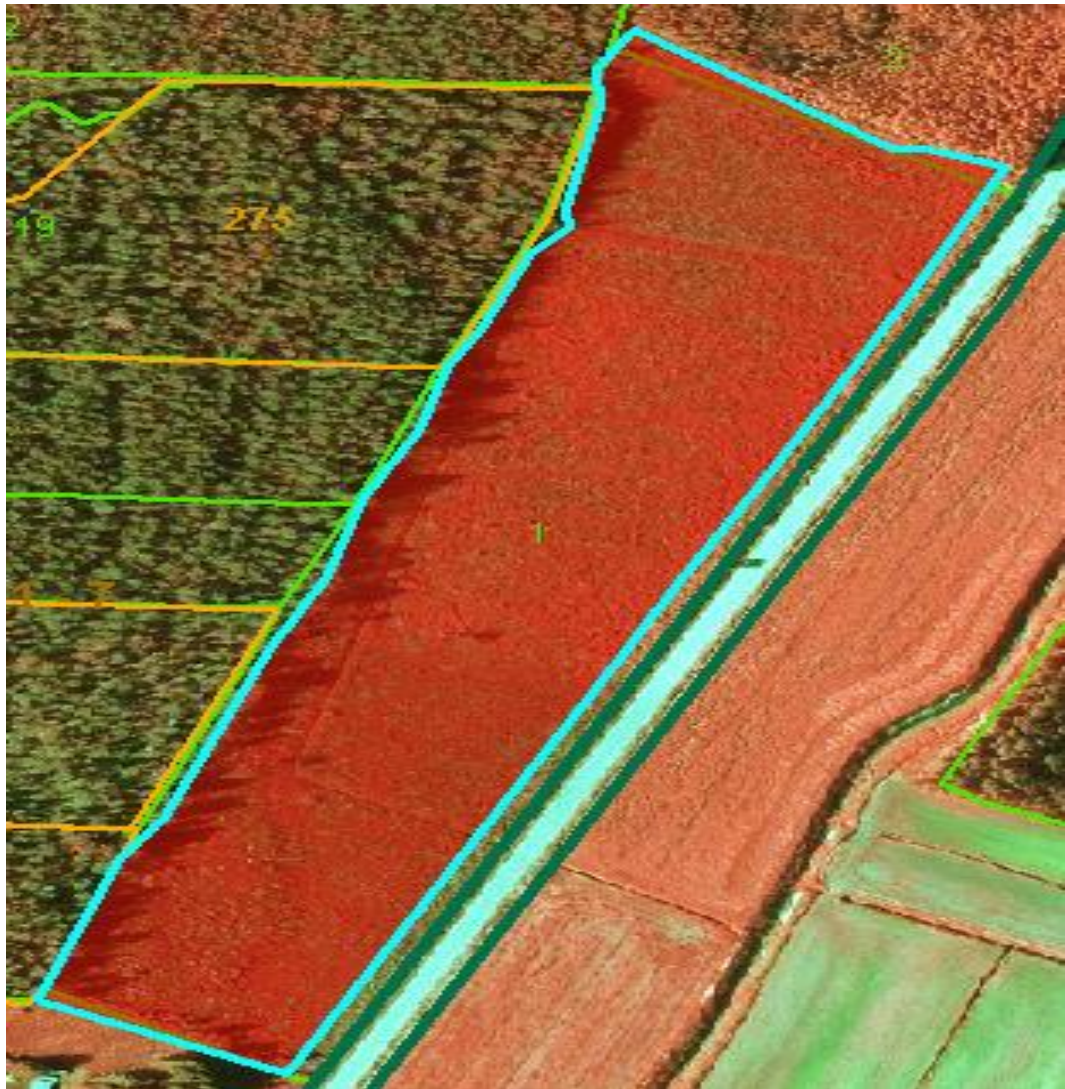
Luokkaan 6 merkittiin uudistushakkuumetsiköt, joihin oli jätetty kasvatushakkuun vaatima metsänkayttöilmoitus (kuva 8). Kuvassa 8 metsikkökuviolle nro 4 on jätetty metsänkayttöilmoitus nro 640, joka osoittautui kasvatushakkuun metsänkayttöilmoitukseksi.



Kuva 8. Kasvatushakkuun metsäkäyttöilmoitus uudistushakkuukohteella.

Luokkaan 7 merkittiin metsiköt, joihin löydettiin metsäkäyttöilmoitus Masto-järjestelmää hyödyntäen. Masto-järjestelmästä ilmoitusta etsittiin kiinteistötunnuksen perusteella. Ilmoitus yhdistettiin tarkasteltavaan metsikköön pinta-alan, kuvionumeron tai metsikön iän perusteella.

Luokkaan 8 merkittiin metsiköt, joista ei löytynyt metsäkäyttöilmoitusta Masto-järjestelmästä. Kuvassa 9 näkyy esimerkki uudistushakkuusta ilman metsäkäyttöilmoitusta. Kuviolla 1 ei ole näkyvissä metsäkäyttöilmoituksen ruskeita viivoja. Tässä kohteessa epäillään hakkuuta ilman metsäkäyttöilmoitusta.



Kuva 9. Uudistushakkuukohde, johon ei ole jätetty metsänkäyttöilmoitusta.

Luokkaan 9 merkittiin metsiköt, joissa ei todennäköisesti ollut tehty uudistushakkuuta. Esimerkiksi metsittyneet pellot kuuluivat kyseiseen luokkaan (kuva 10). Kuvan 10 kohteessa nro 69 näkyy ojien jäljet ja epätasaista pienikasvuista puustoa, joten kohde luokitellaan luokkaan 9.



Kuva 10. Kohde, jossa ei ole todennäköisesti tehty uudistushakkuuta.

Luokat 5, 6 ja 8 luokiteltiin samalla eri ikäluokkiin. Jokaisesta luokasta tehtiin kaksi alaluokkaa: luokat 5u ja 5v, luokat 6u ja 6v ja luokat 8u ja 8v. U-luokka tarkoittaa metsiköitä, jotka ovat iältään 0–4-vuotiaita. V-luokka tarkoittaa metsiköitä, jotka ovat iältään 5–9-vuotiaita. Jaottelu tehtiin, koska tutkimuksessa ollaan ensisijaisesti kiinnostuneita tuorempien uudistushakkuiden määrästä ilman metsänkayttöilmoitusta.

### 3.2.3 Luokittelun kolmas vaihe

Luokittelun kolmannessa vaiheessa käytiin läpi luokasta 8 kohteet, jotka vaativat Kiinteistötietojärjestelmän hyödyntämistä. Joillakin kiinteistöillä oli saattanut vaihtua omistaja tai kiinteistötunnus. Vanhan kiinteistötunnuksen perusteella palvelusta etsittiin joko uusi omistaja tai uusi kiinteistötunnusnumero. Jos Masto-järjestelmästä löytyi Kiinteistötietojärjestelmää hyödyntäen metsänkäyttöilmoitus, merkittiin kohde pois epäilyksien luokasta 8 luokkaan 7.

Oli mahdollista, että joidenkin 5–9-vuotiaiden metsiköiden metsänkäyttöilmoituksia ei ollut selittämättömästi syystä tallentunut paikkatietojärjestelmään. Näissä tapauksissa paperi-ilmoituksen olisi kuitenkin löydyttävä arkistoista. Kyseisille kohteille tallennettiin merkintä tarpeesta etsiä paperilla saapunutta metsänkäyttöilmoitusta arkistoista.

### **3.3 Arkistojen läpikäynti**

Arkistoissa metsänkäyttöilmoitukset on järjestetty kunnan ja metsänomistajan nimen perusteella järjestykseen. Rannikon alueyksikön ja Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueyksiköiden arkistoista etsittiin 5–9-vuotiaiden metsiköiden metsänkäyttöilmoituksia, joita ei Masto-järjestelmästä löydetty. Arkistoetsintää hyödynnettiin myös, jos Masto-järjestelmästä löydetty metsänkäyttöilmoitus vastasi tutkittua kohdetta, mutta asiasta ei ollut täyttä varmuutta.

Metsänkäyttöilmoitus sisältää aina kartan hakkuualueesta. Tutkimusaineistoa ja metsänkäyttöilmoitusta liitteineen vertailtiin keskenään ja analysoitiin, onko kyseinen metsänkäyttöilmoitus tarkastetun kohteen. Jos kohde täsmäsi ilmoitukseen, kirjattiin metsikkö pois luokasta 8. Jos ilmoitusta ei löytynyt arkistosta, tulkittiin uudistushakkuu tapahtuneen ilman metsänkäyttöilmoitusta.

### **3.4 Kohteiden viimeistely**

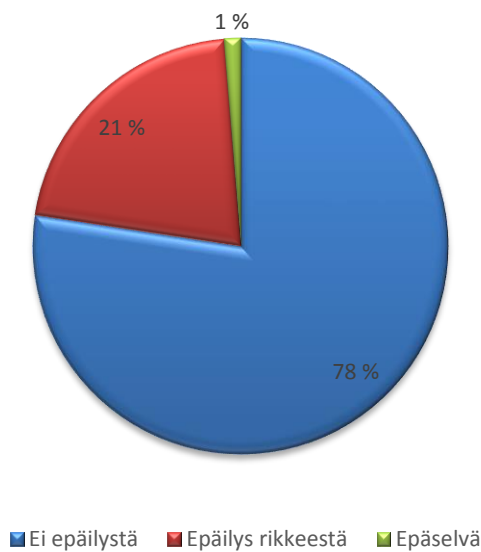
Lopuksi 5-, 6- ja 8-luokkien kohteille laskettiin pinta-alat. Ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuukohteiden pinta-alat kohdistettiin

kokonaisille metsävarakuvioille, koska paikkatietoanalyysin tulosaineisto saattoi olla harhaanjohtavaa. Esimerkiksi hakkuuaukoille jätetyt säästöpuuryhmät eivät ole mukana tulosaineistossa, sillä niiden kohdalla kasvillisuuden pituus ylittää selvästi pituusrajan kynnyksarvon. Loogisesti tällaiset kohteet kuuluvat kuitenkin hakkuualueeseen. Virheellisten metsänkayttöilmoituskohteiden pinta-alat määriteltiin suoraan tulosaineistosta, sillä ne kertoivat tarkasti ilman asianmukaista metsänkayttöilmoitusta hakatun alueen.



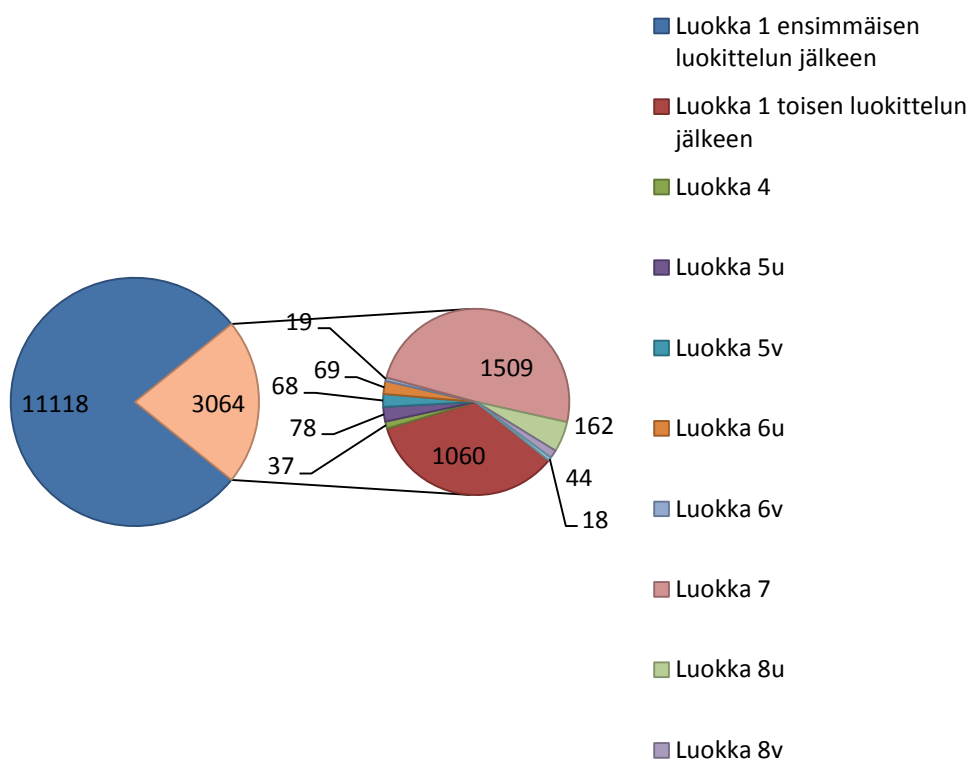
## 4 Tulokset

Läpikäytäviä kohteita paikkatietoanalyysin jälkeen oli 14 462 kappaletta. Ensimmäisen luokituksen jälkeen epäilyttävistä kohteista poistui 78 prosenttia eli yhteensä 11 118 kohdetta (kuva 11).



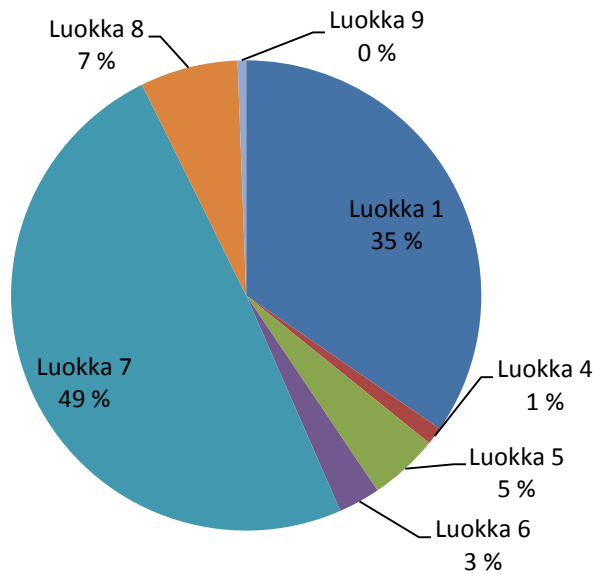
Kuva 11. Kohteiden prosentuaalinen jakautuminen ensimmäisen luokituksen jälkeen.

Epäilyksiä uudistushakkuista ilman metsänkäyttöilmoitusta oli 206 kohteessa. Ilmoitettua laajempina suoritettuja uudistushakkuita oli yhteensä 146 kohteessa. Kasvatushakkuun metsänkäyttöilmoituksella ilmoitettuja uudistushakkuita oli 88 kohteessa. Kohteiden lopullinen jakautuminen tarkempiin luokkiin selviää kuvasta 12.



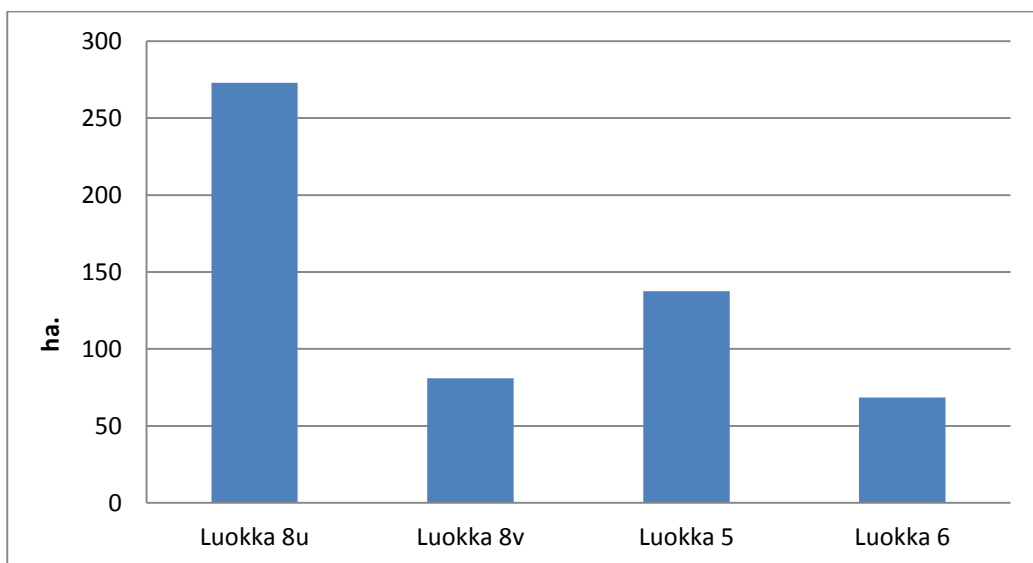
Kuva 12. Aineiston jakautuminen eri luokkiin, kpl.

Kuvasta 13 ilmenee ensimmäisestä luokituksesta saatujen 3064 epäilyn kohteen lopullinen prosentuaalinen jakautuminen tarkempiin luokkiin.



Kuva 13. Kohteiden prosentuaalinen jakautuminen luokituksien jälkeen.

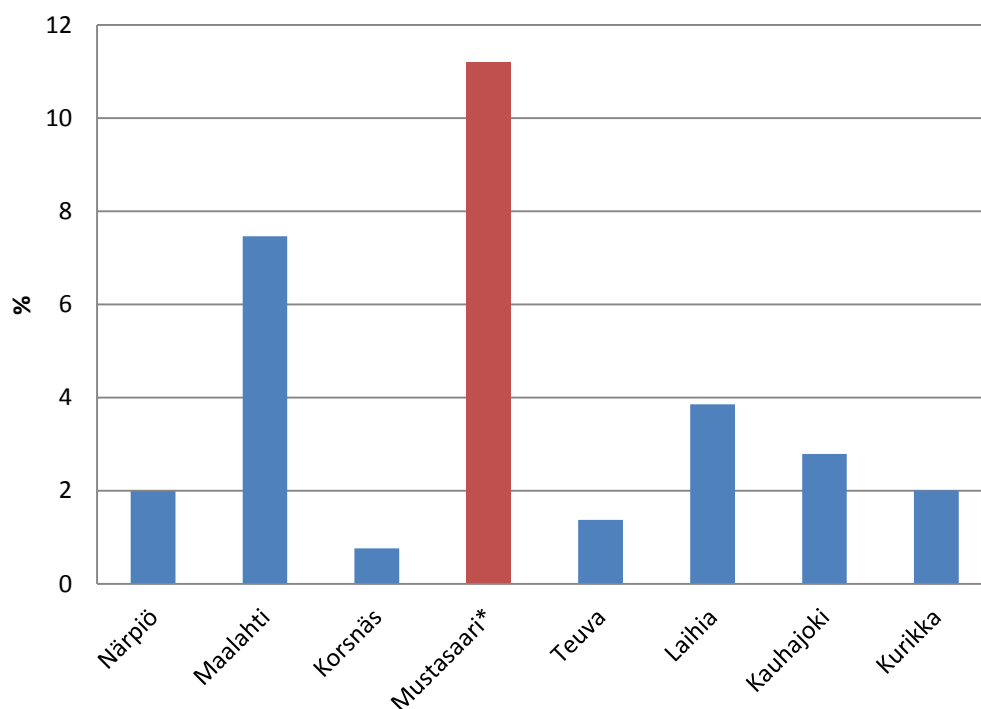
Kuvasta 14 ilmenee ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden ja virheellisesti ilmoitettujen metsänkäyttöilmoitusten yhteenlasketut pinta-alat. Ilman metsänkäyttöilmoitusta suoritettuja uudistushakkuita oli yhteensä 354 hehtaaria. Ilmoitettua laajempaa toteutettuja uudistushakkuita oli 138 hehtaaria. Kasvatushakkuun metsänkäyttöilmoituksella suoritettuja uudistushakkuita oli 68,5 hehtaaria.



Kuva 14. Ilman metsänkäyttöilmoitusta tehdyt hakkuut ja virheelliset hakkuut luokittain.

Masto-järjestelmästä selvitetiin, että ajankohdan 1.7.2006–1.7.2012 välisenä aikana kaikkien tutkimusalueen kuntien alueelle oli jätetty uudistushakkuun metsänkäyttöilmoituksia yhteensä 18 620 hehtaarelle. Luku kerrottiin tutkimusalueelle sijoittuvan metsätalousmaan pinta-alan osuudella, koska kunnat eivät rajaudu tutkimusalueen pinta-alaan. Siten tutkimusalueen uudistushakkuiden pinta-alaksi saatiin kyseisellä ajanjaksolla 10 050 hehtaaria. Metsänkäyttöilmoitusten laiminlyöntejä 0–4-vuotiaiden (luokka8u) metsiköiden luokassa oli 273 hehtaaria. Siten laittomiksi epäiltyjen uudistushakkuiden osuus ajankohdan 1.7.2006–1.7.2012 välisenä aikana tehdyistä kaikista tutkimusalueen uudistushakkuista oli 2,6 %.

Kuvassa 15 on esitetty ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden kuntakohtainen jakaantuminen suhteutettuna kuntakohtaisiin uudistushakkuupinta-aloihin tutkimusalueella 1.7.2006–1.7.2012 välisenä aikana. Suurin hakkuusuhde oli Mustasaaren kunnassa 11,2 prosenttia ja pienin Korsnäsän kunnassa 0,8 prosenttia.



Kuva 15. Ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden kuntakohtainen jakautuminen suhteutettuna kuntakohtaisiin uudistushakkuupinta-aloihin tutkimusalueella 1.7.2006–1.7.2012. \*Epäluotettava tutkimustulos, selitetään kohdassa 5.1.

Kaikkien uudistushakkuiden osuus metsätalousmaan pinta-alasta tutkimusalueella 1.7.2006–1.7.2012 välisenä ajanjaksona oli 8,2 %. Tuoreiden laittomien uudistushakkuiden osuus (luokka 8u) metsätalousmaan pinta-alasta oli 0,12 %. Ilmoitettuja laajempien hakkuiden osuus tutkimusalueen metsätalousmaan pinta-alasta oli 0,06 % ja kasvatushakkuun metsänkäyttöilmoituksella tehtyjä uudistushakkuita metsätalousmaan pinta-alasta oli 0,03 %. Mikäli tulokset jaetaan vuosikohtaisiksi, on ilman metsänkäyttöilmoitusta hakattu vuosikohtaisesti 0,02 % metsätalousmaan pinta-alasta ja virheellisten metsänkäyttöilmoitusten määrä häviävän pieni.

Tiedot tutkimusalueen kuntien metsätalousmaan pinta-aloista perustuivat Metsäkeskuksen metsävaratietokannan ja Maanmittauslaitoksen maastotietokannan perusteella tehtyyn selvitykseen. Taulukosta 3 selviää tutkimuksen kaikki tulokset taulukkomuodossa.

Taulukko 3. Tutkimuksen tulokset taulukkomuodossa.

<b>Luokka</b>	<b>Määrä (kpl)</b>	<b>Määrä (ha)</b>	<b>Suhde uudistushakkuu pinta-alaan (2006–2012)(%)</b>	<b>Suhde metsätalousmaan pinta-alaan (%)</b>
<i>Luokka 8u</i>	162	273	2,6	0,12
<i>Luokka 8v</i>	42	81		0,04
<b>Yht.</b>	<b>204</b>	<b>354</b>		<b>0,16</b>
<i>Luokka 5u</i>	78	77,5		
<i>Luokka 5v</i>	68	60		
<b>Yht.</b>	<b>146</b>	<b>137,5</b>		<b>0,06</b>
<i>Luokka 6u</i>	69	55,6		
<i>Luokka 6v</i>	19	12,9		
<b>Yht.</b>	<b>88</b>	<b>68,5</b>		<b>0,03</b>

Lisäksi arkistoista tarkastettiin luokasta 8v 108 kohdetta, joista löytyi metsänkäyttöilmoitus 64 kohteelle.

## 5 Tulosten tarkastelu

### 5.1 Uudistushakkuut ilman metsänkäyttöilmoitusta

Jos ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden määrää verrataan hehtaareissa, eikä uudistushakkuiden suhteellisissa osuuksissa, vaikuttaa tulos suurelta. Se on yhtä paljon kuin 374 jalkapallokentän pinta-ala. Jos lasketaan hakkuiden tapahtuneen viimeisen kuuden vuoden sisällä, on tutkimusalueella vuosittain hakattu 45,5 hehtaaria ilman metsänkäyttöilmoitusta.

Ilmoittamatta jääneiden uudistushakkuiden pinta-ala suhteessa tutkimusalueen kaikkiin hakkuisiin tutkimusalueella viimeisen kuuden vuoden aikana oli 2,6 %. Kuuden vuoden ajanjakso valittiin sen takia, koska pääteltiin, että jos metsikkö oli metsävaratiedon perusteella 4-vuotias, oli hakkuu tapahtunut keskimäärin noin 2 vuotta aikaisemmin. Toki poikkeuksia löytyy metsiköiden uudistamisaikataulussa, mutta tutkimustulokseen poikkeukset eivät vaikuta kuin marginaalisesti. Saatua tutkimustulosta ilmoittamatta jääneistä uudistushakkuista suhteessa kaikkiin uudistushakkuihin viimeisen kuuden vuoden aikana voidaan pitää hyvinkin tarkkana.

Tutkimuksessa huomattiin, että huolimaton Masto-järjestelmän käyttö saattaa heikentää tutkimustulosta. Tässä tutkimuksessa Masto-järjestelmästä etsittiin useaan kertaan samaa metsänkäyttöilmoitusta. Toisen vaiheen 3064 epäilystä löydettiin Masto-järjestelmää hyödyntäen vastaavaa metsänkäyttöilmoitus 49 prosentille kuvioista. Jos tuore uudistushakkuu havaitaan kartalla ilman metsänkäyttöilmoitusta, on ilmoituksen olemassaolo aina tarkastettava Masto-järjestelmästä.

Metsiköissä, joiden ikä oli 0–4 vuotta (luokka 8u) ilmeni huomattavasti enemmän ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjä uudistushakkuita kuin metsiköissä, joiden ikä oli 5–9 vuotta (luokka 8v). Paikkatietoanalyysissä käytetyllä pituusrajan kynnyksarvolla on kyseiseen tulokseen merkitystä. Luokassa 8v rikkeitä olisi luultavasti tutkimustulosta enemmän, mikäli pituusraja olisi ollut korkeampi. Tutkimuksessa käytetty pituusraja on hävittänyt pois metsiköitä, jotka eivät täyttäneet pituusriteeriä. Iän puolesta metsiköt olisivat voineet olla luokassa 8v. Toisaalta jos rajaa alennettaisiin tutkimusalueella 0,5 metriin, saattaisi muutos aiheuttaa tuorempien

metsiköiden häviämisen tutkimuksesta pois, koska koivut ja muut lehtipuut voivat kasvaa hyvinkin nopeasti rehevällä maaperällä hakkuun jälkeen. Analyysissä käytettävä pituusraja vaihtelee eripuolella Suomea, joten mitä eteläisempi sijainti tutkimusalueella on, sitä korkeampaa pituusrajaa on käytettävä.

Kuvassa 15 näkyy viimeisen kuuden vuoden ajalta ilmoittamatta jääneiden hakkuiden jakautuminen tutkimusalueen kuntien kesken. Hakkuupinta-aloihin verrattuna suhteellisesti eniten laittomuusepäilyjä viimeisten kuuden vuoden aikana oli Mustasaaren kunnassa. Tähän tulokseen kannattaa suhtautua varauksella, sillä kunnan pieni pinta-alaosuus (vrt. kuva 2, jossa Mustasaaren osuus pinta-alasta on 1 %) vääristi todennäköisesti tulosta. Maalahden kunta oli tutkimusalueista kolmanneksi suurin, mutta Mustasaaren jälkeen siellä oli selvästi enemmän ilman metsänkäyttöilmoitusta hakattuja uudistushakkuukohteita suhteessa muihin kuntiin.

Vuonna 2009 Jurvan kunta yhdistyi Kurikan kuntaan, mikä voi aiheuttaa ilmoituksien häviämiä, koska kiinteistötunnukset vaihtuvat kuntien yhdistyessä. Kurikan kunnan laittomuuksien määrä ei kuitenkaan ollut kovin korkea, joten kuntaliitoksella ei nähtävästi ollut asiaan vaikutusta. Toisaalta kuntarajojen muutokset voivat aiheuttaa kiinteistötunnusten vaihtumisia Metsäkeskuksen järjestelmissä ja näin ilmoitukset ovat vaikeammin löydettävissä Masto-järjestelmästä.

Arkistoista etsittiin pääasiassa vain 5–9-vuotiaiden metsiköiden metsänkäyttöilmoituksia, joita ei suoraan pystytty kohdistamaan tarkasteltavalle metsikölle. Arkistoetsinnän avulla löydettiin yli puolet luokan 8v epäilyistä rikkeistä. Arkistoetsinnässä on tärkeää huolellisuus, koska ilmoitus ei välttämättä ole aina oikeassa kohdassa. Arkistoista tarkastettiin myös tietty määrä iältään 4-vuotiaita metsiköitä. Arkistotarkastuksista ei kuitenkaan löytynyt yhtään epäilystä vastaavaa metsänkäyttöilmoitusta kyseisille kohteille.

## 5.2 Virheelliset metsänkäyttöilmoitukset

Ilmoitettua laajempaa tehtyjä uudistushakkuita metsätalousmaan pinta-alasta oli 0,06 %. Saadun tutkimustuloksen mukaan laajempia uudistushakkuita löytyy jonkin verran, mutta niitä ei voi pitää ongelmana. Luokan 5u ja 5v tapauksien määrässä ei ollut suurta eroa.

Luokan 6 metsänkäyttöilmoituksissa ilmoitetut toimenpiteet eivät vastanneet todellisuutta. Kyseisessä luokassa kasvatushakkuun metsänkäyttöilmoitus oli jätetty, vaikka uudistushakkuu oli tehty. Tapauksia oli tutkimusalueen metsätalousmaan pinta-alasta 0,03 %. Saadun tutkimustuloksen perusteella ongelmaa voidaan pitää marginaalisena. Rikkomuksena sitä voi kuitenkin pitää yhtä vakavana kuin uudistushakkuuta ilman metsänkäyttöilmoitusta. Uudempia tapauksia (luokka 6u) oli tässä luokassa selkeästi enemmän kuin vanhempia tapauksia (luokka 6v). Luokan 6u tapauksien suurempi määrä selittynee todennäköisesti alhaisella pituusrajalla.

## 5.3 Tulosten vertailu muihin tutkimuksiin

Hyvösen & Korhosen (2008) tutkimuksessa päädyttiin tulokseen, että kaikista uudistushakkuista 7–11 % oli tapahtunut ilman metsänkäyttöilmoitusta. Hyvösen & Korhonen (2008) toteavat, että useimmissa tapauksissa metsänkäyttöilmoituksen puuttuminen selittynee sillä, että hakkuu on tehty suunniteltua laajempaa ja siten laajentunut naapurikuviolle. Tutkimuksessani oli näille tapauksille oma luokkansa luokka 5. Hyvösen & Korhosen (2008) mukaan 25 % epäilyistä kuvioista oli sellaisia, joiden todettiin visuaalisen tarkastelun perusteella olevan mahdollisia hakattuja naapurikuvioita. Jos tutkimukseni ilmoitettua laajempaa hakattua kohteita otetaan mukaan tarkasteluun, on mahdollisia laittomuuksia ollut 3,5 % kaikista hakkuista 1.6.2006–21.6.2012 välisenä aikana. Hyvösen & Korhosen (2008) tutkimustulos alueeltansa on yli kaksi kertaa suurempi kuin tässä tutkimuksessa. Toisaalta Kuortaneella Etulan & Storen (2011) tutkimuksessa epäilyksiä laittomista hakkuista oli vain 0,02 % kaikista hakkuista.



Etulan & Storen (2011) ja Hyvösen & Korhosen (2008) tutkimusten metsätalousmaan pinta-alat olivat huomattavasti pienempiä kuin tässä tutkimuksessa, joten vertailu on hankalaa. Vertailusta tekee myös hankalaa se tosiasia, että heidän tutkimuksissaan pääpaino oli muissa asioissa kuin ilman metsänkäyttöilmoitusta hakattujen kohteiden löytämisessä.

#### **5.4 Tulosten yleistettävyys valtakunnallisesti**

Tutkimus kohdistui rajatulle alueelle kahden maakunnan alueella, eikä tuloksia voida yleistää luotettavasti koko Suomeen. Tutkimusalueen vertailu muuhun Suomeen on hankalaa. Tutkimusalueellani tilat ovat pinta-alaltaan pieniä ja muodoltaan pitkiä ja kapeita. Kuviot ovat puustoltaan mäntyvaltaisempia ja maaperältään suoperäisempiä. Kyseisillä tekijöillä ei luultavasti ole vaikutusta hakkuisiin ilman metsänkäyttöilmoitusta. Vastaava tutkimus pitäisi suorittaa muiden maakuntien alueella, jotta voitaisiin tehdä yleistäviä johtopäätöksiä ja saada tietoa mahdollisista aluekohtaisista eroavaisuuksista.

#### **5.5 Mahdollisia syitä metsänkäyttöilmoitusten puuttumisiin ja virheellisyyksiin**

Mahdollisia metsänkäyttöilmoitusten puuttumisen syitä voivat olla kiinteistön omistajan vaihdos, metsäalan työntekijöiden vaihdoksista johtuvat erehdykset tai laissa olevan tärkeän elinympäristön sijaitseminen uudistushakkuualueella. On myös huomioitava inhimillisten erehdysten syyt; ilmoitus on unohtunut selittämättömästä syystä merkitä Metsäkeskuksen järjestelmään, ilmoitus on kadonnut postissa tai on tapahtunut väärinymmärrys puun ostajan ja myyjän välillä. Metsänomistaja eikä puun ostajakaan hyödy, jos ilmoituksen jättää tekemättä. Metsänomistaja voi toisaalta yrittää kiertää metsän uudistamisvelvoitetta, jos hän ei ilmoita uudistushakkuusta.

Eräs syy ilmoitettua laajemmalle uudistushakkuulle saattaa olla, että metsänomistaja tai valtuutettu on vahingossa ilmoittanut liian pienen uudistusalan. On myös mahdollista, että laajempi hakkuu on ollut tahallinen; metsänomistaja ei ole kokenut

tarpeelliseksi ilmoittaa Metsäkeskukselle, että on hakattu ilmoitettua enemmän (Hyvönen & Korhonen 2008). Piirrosvirheen osuus yhtenä syynä on osaltansa huomioitava.

On mahdollista, että metsikkö on huomattu hakkuuvaiheessa vajaatuottoiseksi, mikä on johtanut hakkuusuunnitelman muutoksen. Kasvatushakkuun sijasta onkin tehty uudistushakkuu, mutta hakkuutavan muutoksesta ei ole kuitenkaan koettu tarpeelliseksi ilmoittaa Metsäkeskukselle. Kyseisessä tapauksessa rikkeen syy voi myös olla inhimillinen erehdys informaation välityksessä.

## 6 Johtopäätökset

### 6.1 Menetelmän käyttökelpoisuus

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää Metsäkeskukselle menetelmä ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden valvontaan ja selvittää ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden ja virheellisten metsänkäyttöilmoitusten tarkka määrä.

Jotta menetelmä ilman metsänkäyttöilmoitusta suoritettujen uudistushakkuiden valvontaan olisi käyttökelpoinen ja kustannustehokas, pitäisi menetelmän käytöstä aiheutuva ajanmenekki olla mahdollisimman pieni. Kyseistä menetelmää sovellettiin ensimmäistä kertaa, joten opetteluun kului luonnollisesti paljon aikaa. Tutkimus tehtiin hyvin tarkasti ja moni epäilty rikekohde tarkastettiin useampaan kertaan. Etenkin oikeanlaisen luokittelutekniikan löytäminen vaati pohdiskelua ja testausta. Suurin osa 10 viikon työajasta kului paikkatietoanalyysistä saatujen kohteiden luokitteluun. On tärkeää kouluttaa työntekijät, jotta paikkatietoanalyysi ja luokittelu suoritetaan aina samalla toimintaperiaatteella.

Epäiltyjen kohteiden luokittelussa käytettiin kolmea eri vaihetta. Luokittelun voi kuitenkin tehdä huomattavasti nopeammassa ajassa. Jos etsitään vain uudempia rikkeitä, voidaan heti ensimmäisellä luokittelukierroksella sivuuttaa kaikki yli-ikäiset metsiköt metsävaratietoa ja ilmakuvatulkintaa apuna käyttäen. Seuraavalla kierroksella löydetty kohteet luokitellaan rikkeiden perusteella lopullisiin luokkiin. Kohteiden luokittelussa suuri osa ajasta kului metsiköitä koskevien metsänkäyttöilmoitusten etsimiseen Masto-järjestelmästä.

Mahdollisten rikekohteiden löytämistä helpottaa ja nopeuttaa selvästi paikkatietoanalyysissä käytettävien karttamaskiaineistojen laadukkuus ja sopivan pituusrajan valinta. Mitä parempia karttamaskiaineistot ovat sitä enemmän ne pyyhkivät pois muita tutkimuksen kannalta merkityksettömiä alueita kuten meren rantaa, sähkölinjoja, peltoja, rakennuksia, teitä ja muuta metsätalouden maata. Kasvillisuuden pintamallin pituusrajaksi valittu 0,7 metriä vaikuttaa sopivalta käytetylle tutkimusalueelle. Toisaalta pituusraja ei saa olla liian korkea, koska siten

luokitusvaiheessa on enemmän tarkastettavia kohteita. Näin ajanmenekki lisääntyy ja kustannustehokkuus kärsii. Varsinaisessa hakkuiden valvonnassa 0,5 metrin pituusraja on parempi valinta, koska kiinnostus kohdistuu tuoreisiin rikkeisiin.

Menetelmä vaatii tuoreen laserkeilausaineiston ja ilmakuvaan, jotta ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtäviin uudistushakkuihin ehdittäisiin puuttua, koska metsälain (2013) määräämä rikkomuksen vanhenemisaika on 2 vuotta. Tällöinkin on vaarana, että rikos vanhenee ennen syyttäjälle päätymistä. Täten paljastuu laserkeilausmenetelmän heikko puoli virheellisyyksien valvonnassa; jos mahdollisiin rikkeisiin halutaan puuttua lain edellyttämällä tavalla, on tutkimus suoritettava heti kun tuoretta laserkeilausaineistoa on saatavilla ja tarvittavat puustotulkintalaskennat suoritettu. Paikkatietoanalyysin voi suorittaa mahdollisten rikekohteiden löytämiseksi aikaisintaan kolme kuukautta laserkeilauksen ja ilmakuvaamisen jälkeen.

## **6.2 Valvonnan tulevaisuus**

Voidaan todeta, että tässä tutkimuksessa käytetyllä menetelmällä saadaan selville ilman metsänkäyttöilmoitusta tehtyjen uudistushakkuiden tarkka määrä. Menetelmää voidaan hyödyntää koko maan kattavasti Metsäkeskuksen palvelualueilla ilman metsänkäyttöilmoitusta suoritettujen uudistushakkuiden valvontaan. Kun metsänomistajat ja metsäalan toimijat tietävät, että Metsäkeskuksella on käytössään tässä tutkimuksessa kehitetty menetelmä valvoa ilman metsänkäyttöilmoitusta hakattuja uudistushakkuukohteita, saattaa tietoisuus asiasta lisätä säädösten ja määräysten mukaista ilmoitusten täyttämistä ja toimittamista.

Mahdolliset laittomat hakkuut eivät ole tämän tutkimuksen mukaan ongelmana Suomessa, joten Metsäkeskuksella ei ole välitöntä tarvetta valvoa vuosittain saman alueen mahdollisia rikkeitä. On otettava huomioon, että Metsäkeskuksen resurssit ovat rajalliset. Mielestäni Metsäkeskuksen vuosittainen 1,5 miljoonan hehtaarin inventoinnin yhteydessä tehtävä valvonta riittää tarpeeksi hyvin todistamaan Euroopan komissiolle, että puutavara-asetusta noudatetaan ja valvontaa suoritetaan. Mikäli metsänkäyttöilmoitusten laiminlyöntien valvonta perustuisi satelliittikuviin, voitaisiin valvontaa kohdentaa koko Suomen alueelle vuosittain. Tällöin menetelmä perustuisi

aikaisemmin esitettyyn eri vuosien satelliittikuvista muodostettaviin erotuskuviin. Vaihtoehtoista menetelmää on tarpeen tutkia ja vertailla tässä tutkimuksessa käytettyyn menetelmään. Satelliittikuvien etuna pidetään niiden edullisuutta ja helppoa saatavuutta. Huonona puolena pidetään pilvistä sää, jolloin kuvia ei voida hyödyntää. Tulevaisuudessa satelliitin tutkakuvilla ei kyseistä ongelmaa muodostu. Laserkeilausaineiston avulla valvontaa voidaan kohdentaa vain alueille, joilla on saatavilla tuoretta kaukokartoitusaineistoa, koska Metsäkeskuksen inventointikierto on 10 vuotta.

Kaukokartoitusteknologia on viime vuosikymmeninä harpannut suuria askelia eteenpäin ja kehitys jatkuu todennäköisesti vahvana teknologisen kehityksen seurauksena lähivuosien aikana. Kaukokartoitustekniikoiden kehittyessä on mahdollista suorittaa mm. laserkeilaus entistä korkeammalta, mikä pienentää aineistojen hankintakuluja. Teknologinen kehitys saattaa johtaa Metsäkeskuksen metsävaratiedon keruumenetelmien muutokseen ja samalla hakkuiden valvonnan tehostumiseen.

Jos tarkempia syitä halutaan saada selville ilman metsänkäyttöilmoitusta tehdyistä uudistushakkuista, on tehtävä uusi tutkimus ja selvitettävä syyt metsänomistajilta metsänkäyttöilmoitusten puuttumisista tai virheellisyyksistä. Tässä tutkimuksessa ei käsitelty lainkaan kasvatushakkuiden metsänkäyttöilmoitusten laiminlyöntien valvontaa, joten olisi tarpeen kehittää valvontamenetelmä niiden löytämiseksi.

Tutkimuksen tarkoituksena oli kehittää Metsäkeskukselle menetelmä ilman metsänkäyttöilmoitusta hakattujen uudistushakkuukohteiden löytämiseen. Menetelmää voidaan pitää onnistuneena, koska käytetty menetelmä on ollut mukana Metsäkeskuksen tarkastussuunnitelmassa vuodesta 2014 lähtien. Suunnitelmassa todetaan:” Metsänkäyttöilmoitusten laiminlyöntejä tarkastetaan maastossa harkinnan mukaan paikkatietoanalyysin ja ilmakuvatulkinnan avulla paikannetuissa kohteissa. Valvonta kohdistetaan yli 1,0 hehtaarin kuvioihin”(Suomen metsäkeskuksen tarkastussuunnitelma 2015).



## Lähteet

Asetus...puutavaraa ja puutuotteita markkinoille saattavien toimijoiden velvollisuuksien vahvistamisesta. 2010. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus. N:o 995/2010. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:295:0023:0034:FI:PDF>. [Viitattu 5.11.2015].

Cohen, W., Fiorella, M., Gray, J., Helmer, E. & Anderson, K. 1998. An efficient and accurate method for mapping forest in the pacific northwest using Landsat imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 64: 293–300.

Esri Inc. 2014. ArcGIS Help 10.3. Saatavissa: <http://resources.arcgis.com/en/help/>. [Viitattu 5.11.2015].

Etula, H. & Store, R. 2011. Metsävaratiedon ajantasaistaminen tapahtuma- ja toimenpidetietojen avulla yksityismetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2011. s.207–220.

Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi FLEGT-lupajärjestelmästä. 2014. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2014/20140178.pdf>. [Viitattu 20.10.2015].

Hayes, D. & Sader, S. 2001. Comparison of change-detection techniques for monitoring tropical forest clearing and vegetation regrowth in a time series. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 67, September 2001: 1067-1074.

Heikkilä, J. 2009. Laserkeilaus yksityismetsisen inventoinissa. Laserkeilaus ja korkeusmallit. Maanmittauslaitoksen seminaari 9.10.2009. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/default/files/Laserkeilaus%20yksityismetsien%20inventoinnissa.pdf>. [Viitattu 20.11.2015].

Holopainen, M., Hyyppä, J., Vastaranta M. & Hyyppä, H. 2011. Laserkeilaus metsävarojen hallinnassa. *The Photogrammetric Journal of Finland*: 129–131.

Holopainen, M., Hyyppä, J. & Vastaranta, M. 2013. Laserkeilaus metsävarojen hallinnassa. Helsingin yliopiston metsätieteiden laitoksen julkaisuja 5. 75 s.

Holopainen, M., Vastaranta, M. & Hyyppä, J. 2014. Yksityiskohtaisen metsävaratiedon tuottaminen –kohti täsmämetsätaloutta? Metsätieteen aikakauskirja 4/2014. s. 229–234

Hyvönen, P. & Korhonen, KT. 2008. Metsävaratiedon ylläpito metsäsuunnittelua varten. Metlan työraportteja 88. 38 s.

Kangas, A., Päivinen, R., Holopainen, M. & Maltamo, M. 2003. Metsän mittaus ja kartoitus. Silva Carelica 40. 121 s. + 147 s.

Laittomat hakkuut ja laitton puutavarankauppa piikkeinä Venäjän metsäsektorin lihassa. 2011. [Verkkodokumentti]. Saatavissa:

<http://www.metla.fi/uutiskirje/kv/2011-01/uutinen-3.html>. [Viitattu 6.12.2015].

Laittomat hakkuut Venäjällä vuonna 2014. 2015. [Verkkodokumentti]. Saatavissa:

<http://www.idanmetsatieto.info/fi/?ID=270&news=view&newsID=2936>. [Viitattu 6.12.2015].

Laki...Metsälain muuttamisesta. 2013 c. Säädös 1085/2013. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131085#Pidp3786560>. [Viitattu 5.1.2016]

Laki...puutavaran ja puutuotteiden markkinoille saattamisesta. 2013a. Säädös

897/2013. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130897>. [Viitattu 5.10.2015].

Laki...puutavaran mittauksesta. 2013c. Säädös 414/2013. Saatavissa:

<http://finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130414>. [Viitattu 10.11.2015].

Laki...Suomen metsäkeskuksesta. 2011a. Säädös 418/2011. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110418>. [Viitattu 24.1.2016].

Laki... Suomen metsäkeskuksen metsätietojärjestelmästä. 2011b. Säädös 419/2011.

Saatavissa: <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110419>. [Viitattu 24.1.2016].

Longley, PA., Goodchild, MF., Maguire, DJ. & Rhind, DW. 2005. Geographic

information systems and science. 2nd edition. Chichester, John Wiley & Sons, Ltd.



Maa- ja metsätalousministeriö. 2009. Metsäkeskusten metsätietoryhmän muistio. Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistio 7/2009. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://mmm.fi/documents/1410837/1790801/trm2009\\_7.pdf/af373c3c-65ca-4af3-936c-24ed0639ddb3](http://mmm.fi/documents/1410837/1790801/trm2009_7.pdf/af373c3c-65ca-4af3-936c-24ed0639ddb3). [Viitattu 5.1.2016].

Maanmittauslaitos. Kiinteistötietopalvelu. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kiinteistot/rekisterit-otteet/kiinteistotietojarjestelma-ktj>. [Viitattu 5.12.2015].

Maltamo, M., Packalén, P., Kallio, E., Kangas, J. & Heikkilä, J. 2011. Airborne laser scanning based stand level management inventory in Finland. Proceedings of SilviLaser 2011, 11<sup>th</sup> International Conference on Lidar Applications for Assessing Forest Ecosystems, University of Tasmania, Australia, 16-20 October 2011: 1–10.

Metsälaki. 1996. Säädos 1093/1996. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093#L5P22>. [Viitattu 5.1.2016].

Metsäntutkimuslaitos. 2014. Metsätilastollinen vuosikirja 2014.

Määräys...Suomen metsäkeskuksen ja Maaseutuviraston suorittamasta metsälain ja puutavara-asetuksen valvonta- ja tarkastustoiminnasta sekä tarkastustulosten raportoinnista. 2015. Maa- ja metsätalousministeriä. Dnro 248/14/2015. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/data/normit/42023-15006fi.pdf>. [Viitattu 10.9.2015].

Reese, H., Nilsson, M., Pahén, TG., Hagner, O., Joyce, S., Tingelöf, U., Egberth, M. & Olsson, H. 2003. Countrywide estimates of forest variables using satellite data and field data from the National Forest Inventory. *Ambio A Journal of the Human Environment* 32 (8): 542–548.

Suomen metsäkeskus. 2014. Suomen metsäkeskuksen metsävaratiedon laatuseloste. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/metsavaratiedon\\_laatuseloste.pdf](http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/metsavaratiedon_laatuseloste.pdf). [Viitattu 4.10.2015].

Suomen metsäkeskus. 2015. Suomen metsäkeskuksen tarkastussuunnitelma.

Tokola, T., Soimasuo, J., Turkia, A., Talkkari, A., Store, R. & Uuttera, J. 2000.  
Metsät paikkatietojärjestelmissä. *Silva Carelica* 33. 111 s.