

Anna-Kristiina Koivula

## **Alikasvoslepän vaikutus männikön kasvuun**

Opinnäytetyö

Syksy 2014

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Metsätalouden tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike- ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Metsätalous

Suuntautumisvaihtoehto: -

Tekijä: Anna-Kristiina Koivula

Työn nimi: Alikasvoslepän vaikutus männikön kasvuun

Ohjaaja: Tapani Tasanen

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 48

Liitteiden lukumäärä: 3

---

Työn tarkoituksena on perustaa pitkän aikavälin seurantatutkimus, jonka avulla pyritään selvittämään harmaalepän vaikutusta alikasvustona kuivahkolla kankaalla männikön kasvuun. Samalla tutkitaan lannoituksen vaikutusta harmaalepän kehitykseen ja typentuotantoon.

Teoriaosuudessa kerrotaan tarkemmin männyn ja harmaalepän ominaisuuksista sekä typen vaikutuksesta näiden puulajien kasvuun ja ravinnetalouteen. Myös aiemmista aiheeseen liittyvistä tutkimuksista on tehty selvitys. Koejärjestelyt on pyritty kuvaamaan mahdollisimman tarkasti, jotta tarpeellisten seurantatutkimusten tekeminen on mahdollista niiden perusteella.

Koeruutuja perustettiin yhteensä 12 kpl vuoden 2013 aikana Ähtäriin kahdelle metsikkökuviolle, jotka olivat mittaushetkellä puustoltaan nuoria ja varttuneita männiköitä. Koeruudut merkittiin maastoon ja niiltä mitattiin tutkimuksen kannalta oleelliset puustotunnukset. Työn tavoitteena on kerätä lähtötasotietoja, joita on tarkoitus käyttää vertailupohjana tulevissa seurantatutkimuksissa. Seurantatutkimuksia aiheesta suositellaan tehtäväksi viiden vuoden välein puuston päätehakkuuseen asti.

Avainsanat: mänty, harmaaleppä, typensidonta, lannoitus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Forestry

Specialisation: -

Author/s: Anna-Kristiina Koivula

Title of thesis: The effect of grey alder undergrowth on the growth of pine

Supervisor(s): Tapani Tasanen

Year: 2014

Number of pages: 48

Number of appendices: 3

---

The meaning of the thesis is to establish a long term monitoring study to clarify the effect of grey alder undergrowth on the growth of pine in sub-xeric heath forest. At the same time the effect of fertilization on grey alder growth and production of nitrogen is explored.

The theory part of the thesis is about the features of grey alder and pine and the nitrogen's effect on those wood species. There is also a statement about earlier studies on the topic. The experimental arrangements have been described as specific as possible to be sufficient to help in the follow-up studies.

Overall 12 subplots were established in 2013 in Ähtäri at two forest stand sites. The standing wood at the time of measuring were a young pine stand and grown pine stand. Necessary marks in the terrain were made and essential parameters for the study were measured. The results of this study are output level results and are used as a comparison for future studies. It is recommended to do the follow-up studies every five years until the final felling of the standing wood.

Keywords: pine, grey alder, nitrogen fixation, fertilization

## ESIPUHE

Aloite tutkimuksen tekemiseen tuli toimeksiantona maanparannusaineita valmistavalta Humuspehtoori Oy:ltä vuoden 2012 keväällä. Toimitusjohtaja Reino Mantsinen oli kiinnostunut selvittämään, kuinka paljon harmaalepällä on käytännössä vaikutusta kuivahkon kankaan männikön kasvuun. Haluan kiittää Humuspehtoori Oy:tä mielenkiintoisen aiheen tarjoamisesta, jonka parissa on ollut ilo työskennellä.

Tutkimuksen eri vaiheessa olen saanut laajasti neuvoja ja apuja monilta tahoilta. Iso kiitos kuuluu Seinäjoen ammattikorkeakoulun sekä Koulutuskeskus Sedun lehtoreille, joilta olen saanut paljon hyödyllistä tietoa tutkimuksen toteuttamista sekä teorian tiedon käsittelyä koskien. Haluan kiittää etenkin työni ohjaajaa Tapani Tasasta neuvoista, Pirkko Kivistä avusta ulkomaisten lähteiden kanssa, Seppo Sipilää maastotöiden toteutuksen avustamisessa sekä Jorma Toopakkaa ohjauksesta työn kirjallisen osuuden kanssa.

Haluan kiittää myös sukulaisiani ja ystäviäni kaikesta avusta varsinkin maastotöiden toteutuksen eri vaiheissa. Erityiskiitos kuuluu Pekka Salomäelle, jonka apu on ollut korvaamatonta koko opinnäytetyöprosessin ajan.

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
ESIPUHE .....	4
SISÄLTÖ.....	5
Kuva- ja kuvioluettelo .....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Metsän ravinnetalouden taustaa .....	8
1.2 Tutkimuksen tarkoitus .....	9
2 MÄNTY .....	11
2.1 Mänty ( <i>Pinus sylvestris</i> ) puulajina.....	11
2.2 Typen vaikutus männiköissä.....	12
3 HARMAALEPPÄ .....	13
3.1 Harmaaleppä ( <i>Alnus incana</i> ) puulajina .....	13
3.1.1 Harmaalepän typensidonta .....	14
3.1.2 Harmaaleppä vaihtoehtona typpilannoittele .....	16
3.1.3 Lannoituksen tarkoitus .....	17
3.2 Harmaaleppä tutkimuskohteena .....	17
3.3 Tutkimuksia lepästä maanparantajana .....	18
4 AINEISTO JA MENETELMÄT .....	21
4.1 Koejärjestelyt .....	21
4.1.1 Koeruudut .....	21
4.1.2 Koejäsenet.....	22
4.1.3 Harmaalepät .....	22
4.1.4 Lannoitus .....	25
4.2 Puustotunnusten mittaus ja puiden merkintä .....	27
4.3 Tulosten laskenta ja aineiston analyysi.....	29
5 PUUSTON MITTAUSTIEDOT .....	30
5.1 Puuston määrä koeruuduilla .....	30
5.1.1 Runkoluku.....	30
5.1.2 Tilavuus .....	31

5.1.3 Pohjapinta-ala.....	32
5.2 Puuston koko koeruuduilla.....	33
5.2.1 Pituus.....	33
5.2.2 Rinnankorkeusläpimitta.....	34
6 POHDINTA JA YHTEENVETO .....	36
LÄHTEET .....	38
LIITTEET.....	41

## Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. Typeä sitovan Frankia-sädesienibakteerin muodostamia nystyröitä harmaalepän juuristossa. ....	15
Kuva 2. 50 kpl nipuissa toimitettuja paljasjuurisia harmaalepän taimia.....	23
Kuva 3. Kuollut harmaalepän taimi 13.6.2013. ....	25
Kuva 4. Mönkijä ja peräkärri lannoitteen lähikuljetusta varten. ....	26
Kuva 5. Lannoitetta levitettiin 2 kg taimen ympärille noin puolen metrin säteelle. ....	27
Kuva 6. Rinnankorkeusläpimitan toinen ristimitaus mittasaksilla. ....	28
Kuva 7. Valoisa kasvupaikka tarjoaa hyvän lähtökohdan uudelleen istutetun harmaalepän luonnontaimen kasvulle. ....	37
Kuvio 1. Koeruutujen periaatekuva. ....	24
Kuvio 2. Puiden runkolukujen keskiarvot eriteltynä koejäsenittäin eri kuvioilla. ....	31
Kuvio 3. Puuston tilavuuksien keskiarvot eriteltynä koejäsenittäin eri kuvioilla. ....	32
Kuvio 4. Puuston pohjapinta-alojen keskiarvot eriteltynä koejäsenittäin eri kuvioilla. ....	33
Kuvio 5. Puuston pituuksien keskiarvot eriteltynä koejäsenittäin eri kuvioilla.....	34
Kuvio 6. Puuston rinnankorkeusläpimittojen keskiarvot eriteltynä koejäsenittäin eri kuvioilla. ....	35

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Metsän ravinnetalouden taustaa

Metsämaassa tulee olla Mälkösen (2003, 175–177) mukaan tarjolla sopivasti kaikkia kasvien tarvitsemia ravinteita, jotta kasvit voivat kasvaa ja kehittyä normaalisti. Kasvin elintoiminnoille tarpeellisia ravinteita ei voi arvottaa tärkeysjärjestykseen, koska kaikkia tarvitaan eikä yksittäisiä ravinteita voida täysin korvata toisella alkuaineella. ”Kasvutekijöiden lain” mukaisesti kasvien kasvua säätelee ensisijaisesti se kasvutekijä eli ravinne, jota on suhteessa vähiten kulloiseenkin tarpeeseen nähden. Kangasmetsissä maaperän puuntuotoskykyä rajoittaa varsinkin puiden käytettävissä olevan typen niukkuus.

Kaikkien kasvisolujen rakenneaineisiin kuuluu typpi, jonka määrä kasveissa on ravinteista suurin. Sitä löytyy muun muassa solujen aminohapoista, proteiineista ja kasvuhormoneista. Tärkeän roolinsa vuoksi typen määrä maaperässä on selvimmän puuston kasvuun kivennäismailla vaikuttava tekijä, joten sen puutos ilmenee kasvinosien heikentyneenä kasvuna. (Reinikainen, Veijalainen & Nousiainen 1998, 5–12.) Päivinen (1999, 8–36) toteaa maaperän viljavuuden vaikuttavan metsäekosysteemin kykyyn sitoa itseensä ilmakehässä olevaa typpeä. Lehtoja karumilla kivennäismailla on liian vähän käyttökelpoista, liukoista typpeä saatavilla puiden tarpeeseen. Karut kivennäismaat kykenevät sitomaan ilmakehästä vain muutamia kymmeniä kiloja typpeä vuodessa.

Päivinen toteaa edelleen, että suurin hyöty lannoituksesta kivennäismaalla saadaan kuivahkon kankaan männiköissä. Lannoituksen vaikutus kasvunlisäykseen on suurin nuorilla ja keski-ikäisillä havupuilla niiden kasvun ollessa muutenkin nopeimmassa vaiheessa. Metsänlannoitus on oikein tehtynä erittäin kannattavaa ja siihen sijoitetut varat saadaan laskennallisesti takaisin 3–8 -kertaisina. Kertaannokseksi typpeä suositellaan lisättäväksi Suomen eteläpuoliskolla kivennäismailla 150–200 kg /ha. Metsätuoton (Typpi kasvattaa tukkia 2012) antamana nyrkikisääntönä on Etelä-Suomen kangasmailla se, että 10 kg/ha typpeä auttaa tuottamaan yhden kuutiometrin lisäkasvun hehtaaria kohden. Näin ollen 150 kg/ha typpi-lannoitus lisää kasvua 15 m<sup>3</sup>/ha lannoituskertaa kohti. Kasvunlisäys on Pohjois-



Suomessa 5–10 m<sup>3</sup> pienempi Etelä-Suomeen verrattuna. Kasvunlisäystä ei voi kasvattaa määrättömästi pelkästään typpeä lisäämällä, sillä yli 200 kg/ha typpilannoituksella kasvu alkaa taantua.

Harmaa- ja tervaleppä ovat maamme ainoat varsinaiset puulajit, joilla on kyky sitoa ilmakehän vapaata typpeä käyttöönsä. Typensidonnan mahdollistaa lepän juuristossa symbioosissa elävä Frankia-sädesieni. (Saarsalmi & Palmgren 1992, 107.) Hehtaarin harmaalepikko kykenee sitomaan 20–300 kg typpeä vuosittain riippuen puuston iästä, tiheydestä ja olosuhteista. Puu ei itse käytä kaikkea sitomaansa typpeä, joten myös ympäristö hyötyy harmaalepän läheisyydestä. (Vuoko 2014, 26.)

## 1.2 Tutkimuksen tarkoitus

Maanparantajana harmaaleppää on tutkittu jonkin verran niin Suomessa kuin ulkomaillakin vuosikymmenten aikana (mm. Virtanen 1957), mutta lannoituksen yhteisvaikutuksesta ja karun kasvupaikan luontaisesta kokeilusta ei löydy juurikaan tutkimustietoa. Tämän työn perusteella luodaan pitkäaikainen seurantatutkimus, jonka tarkoituksena on selvittää harmaalepän vaikutusta alikasvoksena kuivahkolilla kankaalla männikön kasvuun. Tutkimuksessa selvitetään myös lannoituksen vaikutusta harmaalepän kehitykseen ja typentuotantoon, jota mitataan suoraan vaikutuksena mäntyjen kasvuun.

Koealat perustettiin vuoden 2013 aikana Ähtäriin ja seurantatutkimuksia aiheesta suositellaan tehtäväksi viiden vuoden välein puuston kiertoajan loppuun asti. Koejärjestelyjä on havainnollistettu ottamieni valokuvien ja laatimieni kuvioiden avulla. Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa tietoa harmaalepän lannoitusvaikutuksista vaihtoehtona teollisesti tuotetuille lannoitteille.

Aihe harmaaleppätutkimuksen perustamiselle tuli toimeksiantona pälkäneläiseltä Humuspehtoori Oy:ltä. Humuspehtoorin (Humuspehtoori 2013) liiketoiminta perustuu maanparannusaineiden valmistukseen, joiden tuotannossa hyödynnetään muun muassa metsäteollisuuden puulietteitä ja -kuituja. Yrityksellä on käynnissä useita kehityshankkeita, joista vuonna 2000 perustettu tutkimus liete-

tuhkalannoituksesta on myös meneillään Ähtärissä. Harmaaleppätutkimuksessa käytettävä lannoite on yrityksen oma tuote *Hevos-Sappi*. Harmaalepän hyödyntäminen metsänlannoituksessa sopii hyvin Humuspehtoorin ideologiaan kehittää ekologisia, kestäviä sekä taloudellisesti kilpailukykyisiä vaihtoehtoja teollisille lannoitteille.

## 2 MÄNTY

### 2.1 Mänty (*Pinus sylvestris*) puulajina

Yleisin puulajimme mänty on maailmalla yksi laajimmalle alueelle levinneistä puulajeista. Sen levinneisyysalue idässä ulottuu Siperiaan, lännessä Vähä-Aasiaan ja osittain Keski-Eurooppaan. Suomessa mäntyä kasvaa aina Pohjois-Lappiin asti. Mänty viihtyy kuivilla ja karuillakin kasvupaikoilla, mutta kasvaa parhaiten tuoreilla kankailla. Tärkein edellytys hyvälle kasvulle on riittävä valon määrä. Varjoisissa oloissa puun latvus kapenee, neulasmassa vähenee ja kasvovoima heikentyy. Mänty on selkeästi tuottavin puulaji kuivilla ja kuivahkoilla kankailla ja samanveroinen kuusen kanssa tuoreilla kankailla. Tätä rehevämmillä paikoilla koivu ja kuusi saavuttavat mäntyä paremman kasvun. Etelä-Suomessa hyvän männikön keskimääräinen tuotto on 7,5 m<sup>3</sup>/ha/v ja parhaimmillaan noin 10 m<sup>3</sup>/ha/v. (Sipilä.)

Kuohkeassa maassa mänty kehittää itselleen vankan paalujuuren, joka sitoo puun tukevasti maaperään ja turvaa tarvittavan veden saannin kuivina aikoina ja laihassa maaperässä. Mänty on pioneeripuu, joten nuorena kasvu on nopeaa ja pituuskasvu saavuttaa huippunsa 50–60 vuoden ikäisenä. Mänty elää Suomessa noin 250-vuotiaaksi, pohjoisemmassa jopa 500–600 -vuotiaaksi. Uudistuskypsyys saavutetaan Etelä-Suomessa kasvupaikasta riippuen 80–120 vuoden iässä ja Pohjois-Suomessa 100–160 vuoden iässä. (Sipilä.)

Valtakunnan metsien 11. inventoinnissa vuosina 2009–2012 männyn osuus puuston tilavuudesta Suomessa oli 50 % eli 1 157 milj. m<sup>3</sup>. Mäntyä uudistettiin vuonna 2012 sekä kylvämällä että istuttamalla yhteensä 45 900 ha. Samana vuonna mäntytukkipuuta käytettiin 9,525 milj. m<sup>3</sup> ja mäntykuitupuuta 15,927 milj. m<sup>3</sup>. Mäntyä käytetään laajasti kotimaisessa metsäteollisuudessa niin puutuote- ja massateollisuuteen kuin myös energiatuotantoon. (Metsätilastollinen vuosikirja 2013, 36–46, 119, 257.)

## 2.2 Typen vaikutus männiköissä

Reinikaisen ym. (1998, 12–14) mukaan kuivahkoilla ja kuivilla kankailla viihtyvän männyn karut kasvupaikat kärsivät voimakkaimmin typen puutoksesta. Koska typpellä on selvä vaikutus kasvien kasvuun, typpilannoituksella voidaan vaikuttaa suuresti juuri näissä kohteissa.

Reinikainen ym. toteavat edelleen typen olevan tärkeä lehtivihreän osa, jonka vuoksi sen puutos on havaittavissa muun muassa neulasten kellertävyytenä. Neulaset jäävät silloin myös normaalia lyhemmiksi ja hennommiksi. Lehtivihreän määrä lisääntyy nopeasti typpilannoituksen seurauksena, jolloin vastaavasti myös puun biomassassa lisääntyy. Kangasmaiden typpilannoitteena voidaan käyttää esimerkiksi Suomensalpietaria, metsän NP-lannosta tai ureaa. Typen varsinaisia puutosoireita esiintyy vain karukkokankailla ja toisinaan kuivilla kankailla. Lievää tai piilevää puutosta esiintyy kivennäismaiden tuoreillakin kankailla.

Yaran metsänlannoitusoppaassa (2012, 5) kerrotaan monen asian vaikuttavan lannoituksen tuottamaan kasvunlisäykseen. Ilmeisimpiä ovat lannoitelaji ja sen määrä, mutta tulokseen vaikuttavat myös muun muassa puulaji, metsänhoidon tila ja puuston ikä. Kasvatuslannoitusta voi käyttää ensiharvennuksesta lähtien tukkipuukokoiseen metsään asti. Parhaita kohteita ovat hoidetut nuoret tai keski-ikäiset puustot, joilla kasvu on hyvässä vauhdissa jo ennestään. Varttuneemman puuston kasvuvauhdin taantuessa lannoituksella ei saada enää niin suuria kasvunlisäyksiä kuin nuorissa metsissä, mutta investointi on nopeammin realisoitavissa päätehakkuussa.

## 3 HARMAALEPPÄ

### 3.1 Harmaaleppä (*Alnus incana*) puulajina

Harmaaleppä on yleinen puulaji lähes koko maassa Ahvenanmaata ja rannikko-seutua lukuun ottamatta. Sen levinneisyysalue ulottuu Euroopan itä- ja pohjois-osiin sekä suurimpiin osiin Pohjois-Amerikkaa ja Pohjois-Aasiaa. (Hacklin.) Suomessa puu ei ole metsätaloudellisesti merkittävä ja harmaalepikoita onkin raivattu pelloiksi tai metsitetty uudelleen (Fagerstedt, Pellinen, Saranpää & Timonen 2004, 114). Tämän vuoksi harmaaleppävaltaiset metsät ovat harvinaisia ja puulajia esiin-tyy lähinnä sekapuuna havu- ja lehtipuuvältaisissä metsissä. Etelä-Suomessa harmaaleppävaltaisten metsien osuus metsämaasta on 0,4 %. (Hacklin.)

Osalla lehtipuulajeista kasvu on erittäin nopeaa ensimmäisen kymmenen vuoden aikana. Harmaaleppä kasvaa nuorena nopeasti ja ohittaa ensimmäisen tai toisen vuoden jälkeen suurimman osan aluskasvillisuudesta. Kasvu on suurinta ravinteik-kailla mailla, mutta myös tuoreella kankaalla harmaaleppä tavoittaa viiden metrin korkeuden noin 14-vuotiaana. (Johansson 1999, 451.) Kasvu hidastuu vähitellen 25–30 vuoden iässä ja yli 40-vuotiaat harmaalepät ovat yleensä lahovikaisia (Saarsalmi & Palmgren 1992, 107). 35-vuotiaaksi asti harmaaleppä on nopeimmin kasvava puulajimme, jonka vuoksi se soveltuu käytettäväksi energiapuu- ja lyhyt-kiertoviljelyyn (Hacklin).

Hacklin kertoo Virtuaaliarboretumin harmaaleppää käsittelevällä sivullaan puun olevan mantereisen ilmanalan puulaji, joka tulee toimeen monenlaisilla kasvupaikoilla. Parhaiten harmaaleppä viihtyy kalkkipitoisissa lehdoissa sekä aurinkoisissa tai puolivarjoisissa paikoissa. Lisääntyminen tapahtuu sekä suvullisesti siemenistä että suvuttomasti vesoista. Saha- ja kuitulevyteollisuus käyttää harmaaleppää jon-kin verran raaka-aineenaan, mutta massateollisuudella ei sille ole juurikaan käyt-töä. Muuten puuta käytetään puuleikkauksiin, huonekaluihin ja sorvituotteisiin sekä hakkeena polttoon lämpölaitoksissa. Sitä käytetään myös kalojen savustukseen.

### 3.1.1 Harmaalepän typensidonta

Vaikka harmaaleppää on pidetty arvottomana roskapuuna, asennemuutosta on alkanut vähitellen tapahtua harmaalepän hyvien, maata parantavien ominaisuuksien ansiosta. Metsäkeskuksen taimikonhoitokurssilla 29.10.2014 kouluttaja Matti Äijö (2014) neuvoi avoimesti kurssilaisia säästämään leppiä taimikonhoidon yhteydessä, koska lepän läheisyys parantaa muiden puulajien kasvua. Muiden puiden hyvää kasvua selittää harmaalepän juuristossa olevan Frankia-sädesienen aikaansaamat nystyrät, jotka sitovat ilmakehän typpeä maahiukkasten välistä orgaanisiksi yhdisteiksi (Fagerstedt ym. 2004, 114). Typensidonta on kaikkein tehokkainta aurinkoisilla ja puolivarjoisilla paikoilla, mutta harmaaleppä tulee toimeen myös alikasvoksena varjoisalla paikalla. (Hacklin.)

Martikainen (2003, 110) selittää harmaalepän typensidonnan perustuvan symbioottiseen vuorovaikutukseen Frankia-sädesienen kanssa. Tällöin bakteeritartunnan seurauksena harmaalepän juuristoon muodostuu juurinystryitä (kuva 1), joiden sisällä typensitojabakteerit elävät. Bakteeri sitoo ilmakehän typpeä harmaalepän käyttöön ja saa puolestaan puulta hiilihydraatteja omiin tarpeisiinsa. Juurinystryä suojaa bakteeria haitallisilta ympäristötekijöiltä ja muiden maaperän mikrobien kilpailulta. Bakteerille suotuisan ympäristön ansiosta tällainen symbioottinen typensidonta on tehokkain typensidonnan muoto.



Kuva 1. Tyypeä sitovan Frankia-sädesienibakteerin muodostamia nystyröitä harmaalepän juuristossa.

Virtuaaliarboresumin (Hacklin) harmaaleppää käsittelevässä kirjoituksessa todetaan harmaalepän karikkeen olevan typpirikasta, parantavan maan ominaisuuksia ja hajoavan helposti. Sekapuuna sen on todettu lisäävän myös muiden puiden kasvua. Harmaaleppä tarvitsee muita lehtipuita enemmän fosforia sekä hivenaineista rautaa, kuparia, kobolttia ja molybdeenia typensidontaa varten. Harmaaleppä käyttää itse tyypeä tuhlailtavasti ja moninkertaisesti muihin puulajeihin verrattuna, johon sillä on varaa ilmakehästä sitomansa typen ansiosta. Maaperässä tulee olla kuitenkin valmiina jonkin verran tyypeä, jotta harmaalepän juurinystyrät pääsevät kehittymään ja tehostamaan typensidontaa. Suuret typpimäärät puolestaan vähentävät nystyröiden määrää, jolloin Martikaisen (2003, 111) mukaan esimerkiksi metsänlannoituksessa käytetty typpimäärä voi aiheuttaa biologisen typensidonnin estymisen.

Ruotsalaisten tutkijoiden Huss-Danellin ja Ohlssonin (1992, 1547) tekemässä tutkimuksessa vähätyppiselle maalle istutetut harmaalepät kasvattivat sekä omaa että ympäristönsä typpipitoisuutta nopeasti. Harmaaleppien typpipitoisuus oli kas-

vanut ensimmäisen kasvukauden jälkeen 13-kertaiseksi, joka 13-kertaistui jälleen seuraavan kasvukauden aikana. Maaperän typpipitoisuus 25 cm syvyyteen asti oli lisääntynyt kahdessa kasvukaudessa noin 1,5-kertaiseksi lähtötilanteesta.

### 3.1.2 Harmaaleppä vaihtoehtona typpilannoitteelle

Reinikainen ym. (1998, 14) kirjoittavat kuivuuden ja huuhtoutumisen voivan heikentää typpilannoituksen tehoa karukkokankailla ja kuivilla kankailla eli niissä kasvupaikossa, joissa typenpuutosta esiintyy voimakkaimmin. Yaran metsänlannoitusoppaan (2012, 6–10) mukaan yksi lannoituskerta vaikuttaa 6–10 vuotta kivennäismailla, joten kiertoajan puitteissa metsikköä voidaan lannoittaa 3–4 kertaa. Oppaassa mainitaan metsänhoitoyhdistyksen ja metsäkeskuksen yhteishankkeissa yhden lannoituskerran kustannuksen olevan levitettynä lannoitelajista riippuen noin 200–400 €/ha ilman arvonlisäveroa.

Mälkösen (2003, 175–185) vertailussa mänty kasvaa voimakkaammin saman typpilannoitteen määrällä kuin kuusi, mutta männikössä lannoitteen vaikutusaika jää kuusikkoa lyhyemmäksi. Eroon vaikutusajoissa arvellaan vaikuttavan muun muassa kuusen hitaampi neulaskierto ja suurempi neulasmassa. Puustolla on rajallinen kyky ottaa vastaan ja käyttää samaansa typpeä, joten liiallinen ravinnelannoitus kerta-annoksena vähentää puuston kasvua ja lopulta estää sen kokonaan. Pienten vuotuisten typpilisäysten on arvioitu helpottavan nitrifikaation ylläpitämistä eli typen kiertoon kuuluvan ammoniumin hapettumista nitriitin kautta nitraatiksi.

Koska vuosittainen typpilannoitus on kallista ja hankalasti toteutettavissa, voisi harmaaleppän kautta maaperään vapautuva typpi tarjota tähän kannattavan vaihtoehdon. Näin ollen jatkuvasti maaperään vapautuva typpi edistäisi tässä tutkimuksessa perustettujen koealojen kuitupuiden järeytymistä tukkipuiksi eli lisäisi suoraan arvokasvua jo mahdollisimman varhaisessa puuston kiertoajan vaiheessa. Männikön tarvitseman lisätypen siirtyminen maaperään jatkuisi vuosikymmenten ajan, jolloin harmaaleppäalikasvoksen käyttäminen olisi ekologisuutensa lisäksi myös kustannustehokas vaihtoehto typpilannoitteille.



Harmaaleppää ei kasvateta erikoismuotoja lukuun ottamatta kotimaiseen taimituotantoon, joten taimia voi hankkia joko ulkomailta tai keräämällä luonnosta. Tätä tutkimusta varten Alankomaista toimitettujen taimien hinta oli 390 € / 1000 kpl ilman arvonlisäveroä. Luonnontaimien siirtäminen on suhteellisen nopeaa sopivalta kasvupaikalta eikä todennäköisesti aiheuta siirtokulujen lisäksi muita kustannuksia.

### **3.1.3 Lannoituksen tarkoitus**

Tutkimuksessa pyritään selvittämään myös lannoituksen vaikutusta harmaaleppän taimien kasvuun. Koska kuivahko kangas ei ole harmaaleppien luontainen kasvupaikka, lisälannoituksen kannattavuutta on tarkoituksenmukaista tutkia samalla.

Lannoitettaville koeruuduille levitettiin lannoitetta neljän metrin välein taimien ympärille sivun 24 kuvion 1 mukaisesti. Lannoitetta levitettiin vastaavasti neljän metrin välein vertailuruuduille, joissa ei ollut harmaaleppää. Tarkoituksena on tutkia, onko lannoittaminen kannattavaa leppän typensidonnan tehostamiseksi taimivaiheessa. Mitä nopeammin typpeä alkaa vapautua maaperään, sitä nopeammin tulokset ovat mitattavissa myös mäntyjen kasvussa.

## **3.2 Harmaaleppä tutkimuskohteena**

Vaikka harmaaleppää ei kasvateta Suomessa talouspuuna, on kyseistä puulajia tutkittu suhteellisen paljon sekä Suomessa että ulkomailla. Esimerkiksi Seppo Vuokko (2010; 2014) on kirjoittanut harmaaleppän hyödyllisyydestä. Nopeakasvuisena pioneeripuuna harmaaleppä on herättänyt kiinnostusta varsinkin biomassan tuotoksen kannalta ja aihetta ovat tutkineet esimerkiksi Saarsalmi, Palmgran ja Levula (1985; 1991; 1992). Saarsalmen ym. (1985, 3) mukaan harmaaleppän kasvattaminen sopii hyvin energia- tai massateollisuuden tarpeisiin, koska nopeakasvuisuutensa lisäksi harmaaleppä kykenee käyttämään hyväkseen ilmakehän typpeä ja uudistumaan helposti vesosta. Typpiomavaraisuus on hyödyllinen ominaisuus varsinkin lyhytkiertoviljelyssä, jossa nopeakasvuisilla puulajeilla ravinnetarve on suuri ja kasvupaikoilta poistuu huomattavasti ravinteita biomassan korjuun yh-

teydessä. Verrattuna paju-, haapa- tai koivuviljelmiin harmaaleppä ei ole yhtä tuhoaltis hyönteisten ja nisäkkäiden suhteen.

### 3.3 Tutkimuksia lepistä maanparantajana

Harmaalepän vaikutusta ympäristön typen määrään on osattu hyödyntää aiemminkin. Pekkasen (2014) ja Peräsen (2014) mukaan Ähtärissä kokeiltiin harmaaleppää maanparantajana jo 1930-luvulla. Noin 600 ha metsäalue paloi pahoin, jolloin osalle aluetta istutettiin mäntyjen kanssa harmaaleppää vuonna 1935 tuomaan tarvittavaa ravinteikkautta maaperään.

1930-luvulla Kalela (1936) tutki harmaaleppä-kuusisekametsiköiden kasvua luonnossa. Vuosina 1931–1942 myös Virtanen (1957, 164–169) teki omaa tutkimustaan kasvihuoneolosuhteissa kuusen ja harmaa- sekä tervalepän kasvusta samassa ruukussa kvartsihiekkassa. Leppien typentuotannon alkamisen jälkeen koe-ruukkuihin ei lisätty enää typpeä. Pudonneet lehdet kerättiin pois ruukusta, joten kaikki typpi oli myöhemmin peräisin lepän juurinyströistä. Osa tutkimustuloksista tuhoutui sodan aikana, joten yhdentoista vuoden kaikkia tuloksia ei ole tallella. Seitsemän vuoden jälkeen mitatut typpitasot kuitenkin löytyvät sekä kuuselta että lepältä. Tällöin lepän kokonaistypin määrä oli 19 793 mg ja kuusen 590 mg. Typpeä kertyi maaperään jo lepän ensimmäisen vuoden aikana juurien kautta. Virtasen laskelmien mukaan 2,5 m pituiset lepät 10 000 kpl/ha tiheydellä tuottavat kasvunsa aikana luonnossa maaperään typpeä nopeasti hajoavan lehtikarikkeensa sekä juurinyströidensä kautta kaikkiaan 200 kg/ha. Leppälajikkeiden lehtien korkea typpipitoisuus korreloi alhaiseen ligniinipitoisuuteen, jonka ansiosta lehdet maatuvat nopeasti vapauttaen typpeä maaperään (Melillo, Aber & Muratore 1982, 622–625). Mikolan (1958, 8) havaintojen mukaan typpeä siirtyy ympäristöön harmaalepistä todennäköisesti tehokkaammin lehtikarikkeeseen kuin juurinyströiden kautta.

Virtasen laskelmat harmaalepän typentuotannosta ovat saaneet vahvistusta ainakin vanhalla maatalousmaalla. Virossa tehdyssä tutkimuksessa (Uri 2004, 15) harmaaleppiä istutettiin hylätylle maatalousmaalle 15 750 kpl/ha. Kuuden vuoden jälkeen istutuksesta lehtikarike oli tuottanut typpeä alueelle yhteensä 211 kg/ha ja

maaperän ylimmän 20 cm kerroksen typpitaso oli noussut 360 kg:n hehtaaria koh-  
ti. Gordon ja Wheeler (1983, 235) puolestaan ovat tutkineet Luoteis-Amerikassa  
douglasskuusi–punaleppä-sekametsää, jonka perusteella he suosittelevat  
50–100 kpl/ha tasaista istutustiheyttä punalepälle. Tämän tiheyden arvellaan riittä-  
vän tuottamaan tarvittava typenlisäyksen maaperään rajoittamatta silti liikaa doug-  
laskuusen elintilaa.

Melzer (1990, 234–237) julkaisi tulokset Saksassa tehdystä 30-vuotisesta tutki-  
muksesta, jonka aiheena oli typensitojakasvien vaikutus männikön kasvuun. Myös  
lupiini kykenee sitomaan juuristonsa avulla ilmakehän typpeä käyttöönsä harmaa-  
lepän tavoin. 1950-luvulla perustetussa saksalaistutkimuksessa varttuneen huo-  
nokasvuisen männikön alle kylvettiin aluksi monivuotista lupiinia, mutta sen itävyys  
oli heikko ja lupiinit tummuivat nopeasti. Lupiinien jälkeen alikasvokseksi istutettiin  
harmaaleppää ja kuusta 1,5 m x 1 m kasvatusvälillä. Ennen istutusta alue harven-  
nettiin ja lannoitettiin 2 500 kg/ha poltetulla kalkilla. Tutkimuksessa todettiin har-  
maaleppien parantavan selvästi mäntyjen kasvua. Tehokkainta kasvunlisäys oli  
10–15 vuoden jälkeen alikasvoksen istutuksesta. 23 vuoden jälkeen tutkimuksen  
aloittamisesta harmaaleppäkoealat kärsivät oksien ja latvojen murtumisista voi-  
makkaiden lumituhojen seurauksena, joten myöhemmät tulokset eivät ole täysin  
vertailukelpoisia. Kuitenkin 30 vuoden aikana lannoituksella saatu lisäkasvu run-  
kokuun suhteen oli 1,9 m<sup>3</sup>/ha/v, jonka lisäksi harmaaleppäalikasvos tuotti  
1,2 m<sup>3</sup>/ha/v lisäkasvun. Harmaaleppäalikasvoksen runkokuun määrä jakson päät-  
tyessä oli 15,9 m<sup>3</sup>/ha.

Viinamäen (1987, 48–57) tutkimusten mukaan harmaaleppä edistää sekapuuna  
männyn kasvua myös turvemaidella. Turvemaiden puusto ei yleisesti kärsi typen  
puutoksesta, mutta harmaaleppä on lisännyt mäntyviljelmillä turpeen pintakerrok-  
seen lehtikarikkeensa kautta myös turvemaassa normaalisti vähäisten fosforin ja  
kaliumin määrää. Harmaaleppä ei siirrä kuin pienen osan lehtiensä ravinteista  
puun muihin osiin ennen lehtien putoamista, joten niistä vapautuu typen lisäksi  
myös muita ravinteita maaperään. Turpeen pintaosien kivennäisravinnevarat olivat  
myös lisääntyneet harmaaleppien kasvatuksen myötä. Tämän syyksi Viinämäki  
epäilee voimakkaasti haihduttavan harmaalepän aikaansaaneen ravinnerikkaan  
veden virtauksen ylöspäin kivennäismaasta, joka sijaitsee korkeimmillaan vain alle

30 cm turvekerroksen alapuolella. Näiden seurauksena harmaaleppien kanssa kasvaneiden mäntyjen pituuskasvu oli vertailuruutuja parempaa.

## 4 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 4.1 Koejärjestelyt

Kokeen tarkoituksena on tutkia harmaalepän vaikutusta männikön kasvuun. Koealueiksi valittiin kaksi Metsähallituksen hallintaan kuuluvaa Koulutuskeskus Sedun opetusmetsässä sijaitsevaa metsikkökuviota Ähtärissä (liite 1). Kuviolla 434 (liite 1) puusto oli kehitysluokka 02:n 32-vuotiasta tasaikäistä männikköä. Kooltaan kuvio on 6,1 ha. Puusto on perustettiin vuonna 1988 äestyksen jälkeen sekä kylvön että istutuksen kautta. (Humalamäki 2014.) Kuvio on ensiharvennettu vuonna 2008. Aluskasvillisuus koostuu pääosin puolukasta, kanervasta, seinäsammalesta ja poronjäkälistä, joten metsätyyppi on kuivahkon kankaan puolukkatyyppiä (Hotakainen, Nousiainen, Mäkipää, Reinikainen & Tonteri 2008, 134–142). Etäisyys Itä-Ähtärintieltä kuvion keskelle on noin 150 metriä liitteen 1 sijaintikartan mukaisesti.

Kuvio 342 (liite 1) oli kehitysluokka 03:n 54-vuotiasta tasaikäistä männikköä, joka on ensiharvennettu noin vuonna 1988. Toinen harvennus tehtiin syksyllä 2012. (Humalamäki 2014.) Kooltaan kuvio on 4,9 ha. Aluskasvillisuus on 434 kuvion tavoin puolukkavaltaista, mutta kasvupaikka on muuten lähempänä tuoretta kangasta. Kaskikujan päästä on matkaa kuvion keskelle noin 550 metriä liitteen 1 sijaintikartan mukaisesti. Kuviolle kulkeminen onnistui hyvin valmiita ajouria pitkin.

#### 4.1.1 Koeruudut

Molemmille kuvioille perustettiin liitteen 2 mukaisesti 12 kpl koeruutuja noudattaen Metsäntutkimuslaitoksen metsikkökuvioiden maastotyöohjeita (Isomäki 1987, 15–19; Niemistö 1987a, 20–25). Koeruudut suunniteltiin alustavasti paikoilleen ilmakuvioiden perusteella, jotta ajourien vaikutus saatiin jaettava mahdollisimman tasaisesti koeruutujen välillä. Kuvion 342 tuore ajouraverkosto ei näkynyt vielä vuonna 2013 saatavilla olleista ilmakuvista, joten ajourat kartoitettiin ilmakuviin GPS-paikantimella maastossa. Koeruutujen sijaintien sopivuus tarkastettiin suunnitelmien pohjalta maastossa ja tarvittavat muutokset päivitettiin. Kaikki koeruudut rajattiin suorakaiteen muotoisiksi ja mitoiltaan ne ovat 20 x 40 m eli 0,08 ha. Koe-

ruutujen välille jätettiin vähintään 5 metrin suojavaippa koejäsenten reunavaikutuksen minimoinniksi.

Koeruudut rajattiin maastoon valkoisiksi maalatuilla lehtikuusipaaluilla, jotka ovat pituudeltaan noin 80 cm. Kulmapaalujen lisäksi myös ruutujen pitkät sivut paalutettiin alueen hahmottamisen parantamiseksi. Paaluihin merkittiin sisäsivuille koeruudun sekä koejäsenen numero.

#### **4.1.2 Koejäsenet**

Koejäseniä on neljä kappaletta, jotka sijoitettiin molemmilla kuvioilla kolmena tois-tona kutakin. Näin ollen jokaista koejäsentä perustettiin kuudelle koeruudulle. Koejäsenet ovat:

- I mänty
- II mänty ja harmaaleppä
- III mänty, harmaaleppä ja lannoitus
- IV mänty ja lannoitus

Koejäsenten sijoitus koeruuduille suoritettiin arpomalla.

#### **4.1.3 Harmaalepät**

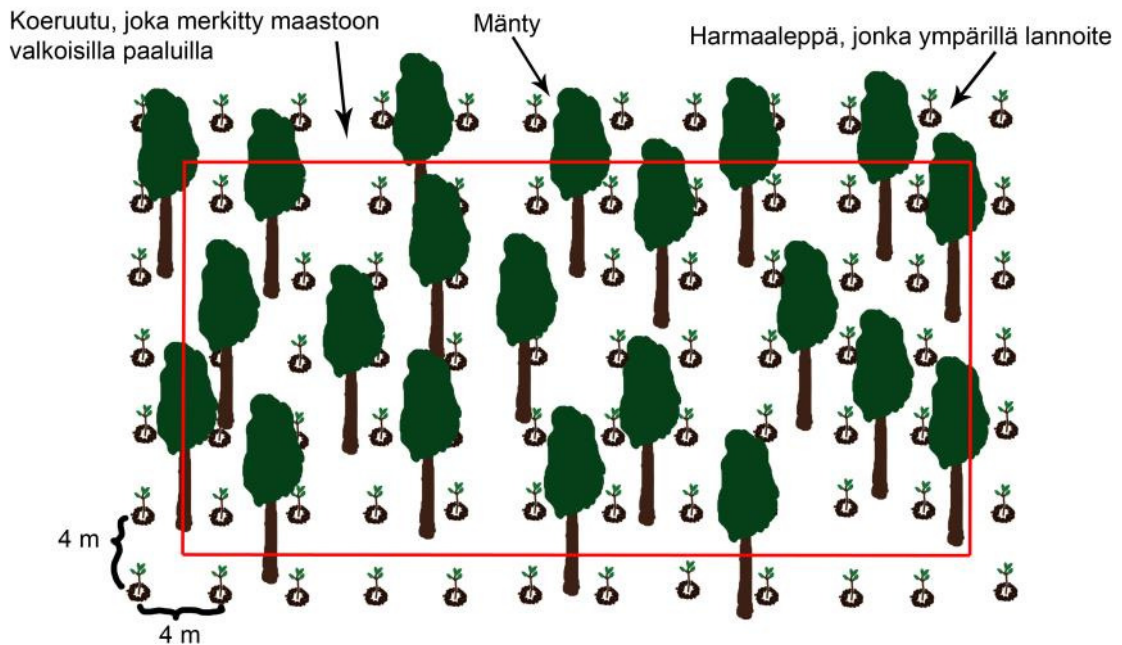
Harmaaleppää ei käytetä Suomessa talousmetsien puulajina, joten kotimaisilta taimitarhoilta ei löytynyt omasta tuotannosta tavallisen harmaalepän taimia. Savonlinnan taimiston kautta taimet tilattiin alankomaalaiselta viljelijältä, joka käyttää Ähtäriin sopivaa siemenalkuperää viljelyissään. Taimierän suuruus oli 1050 kpl 20–40 cm kokoista harmaaleppää. Saatavilla ei valitettavasti ollut paakkutaimia, joten taimet olivat paljasjuurisia (kuva 2).



Kuva 2. 50 kpl nipuissa toimitettuja paljasjuurisia harmaalepän taimia.

Taimet toimitettiin Ähtäriin 2013 toukokuun puolella välissä maan sulettua lumesta. Mäntyjen juuriston säästämiseksi taimien istutus suoritettiin kuokalla. Istutusvälinä käytettiin neljää metriä, jota tarvittaessa muutettiin tapauskohtaisesti männyn sijainnin osuessa aiottuun istutuskohtaan. Kullekin kahdelletoista harmaaleppää sisältävälle koeruudulle tuli 84 kpl taimia, joista uloin rivi sijoittui kaksi metriä koeruudun ulkopuolelle (kuvio 1). Taimien runkoluvuksi tuli 1050 kpl/ha.





Kuvio 1. Koeruutujen periaatekuva.

Kesäkuussa 2013 tehdyn tarkastuskäynnin aikana huomattiin, että suurin osa harmaalepöntaimista oli kuollut (kuva 3). Kesä alkoi pitkällä kuivalla kaudella, joten luontaista kasvupaikkaansa karumpaan maastoon istutetut harmaalepöntaimet saattoivat kuolla kuivuuteen. Kuolleet taimet korvattiin vuoden 2013 syys–lokakuun aikana Ähtäristä ja Mänttä-Vilppulasta kaivetuilla luonnontaimilla. Kuviolle 434 taimia uusittiin 362 kpl ja kuviolle 342 puolestaan 249 kpl. Yhteensä taimia uusittiin 611 kpl, joka on 61 % harmaaleppien määrästä. Luonnon taimet olivat kooltaan 30–100 cm. Sekä taimitarhalta tulleilla että luonnon taimilla oli juuristossaan selvästi havaittavia typpinystyröitä, kuten kuvasta 1 sivulla 15 näkyy.





Kuva 3. Kuollut harmaalepän taimi 13.6.2013.

#### 4.1.4 Lannoitus

Lannoitettuja koeruutuja on 12 kpl, jotka käsiteltiin Humuspehtoori Oy:n omalla, Reino Mantsisen valitseamalla *Hevos-Sappi* -lannoitteella. *Hevos-Sappi* sisältää liukoista typpeä 0,27 kg/tn sekä fosforia, kaliumia, kalsiumia magnesiumia, mangaania, rikkiä, booria, sinkkiä ja kuparia (Humuspehtoori 2013). Lannoite toimitettiin kahdessa 1000 kg suursäkissä auton peräkärjellä Ähtäriin mahdollisimman lähelle kuvioita, josta ne kuljetettiin metsäkoneella perille. Lähikuljetusta varten käyttöön otettiin mönkijä ja peräkärri (kuva 4), josta lannoite jaettiin edelleen 10–200 m päässä sijaitseville koeruuduille. Lannoite levitettiin käsin taimien ympärille kahden litran kauhoilla, joiden tilavuus vastasi 2 kg lannoitetta. Mäntyä ja lannoitetta sisältävälle vertailuruuduille lannoite annosteltiin samoin kuin harmaaleppäkoeruuduille.



Kuva 4. Mönkijä ja peräkärri lannoitteen lähikuljetusta varten.

Lannoitus suoritettiin taimien istutuksen jälkeen vuoden 2013 toukokuussa taimien ympärille noin puolen metrin säteelle (kuva 5). Kuviolla 434 lannoitetta jäi yli 240 kg vajaiden kauhallisten vuoksi. Vuoden 2013 marraskuussa loppulannoite punnittiin ja levitettiin tasaisesti koejäsenien kesken neljän metrin välein, jolloin kaikille lannoituskohdille tuli sama 2 kg määrä lannoitetta.





Kuva 5. Lannoitetta levitettiin 2 kg taimen ympärille noin puolen metrin säteelle.

#### **4.2 Puustotunnusten mittaus ja puiden merkintä**

Seurantatutkimuksia varten koeruutujen puista mitattiin lähtötiedot Metsäntutkimuslaitoksen metsikkökuvioiden maastotyöohjeiden (Mielikäinen 1987a, 40–42; Mielikäinen 1987b, 43–55) mukaisesti. Kuvion 434 puuston historia oli tiedossa perustamisesta lähtien, mutta kuviolta 342 tasaikäisen puuston ikä määritettiin kairaamalla osa koeruutujen puista. Rinnankorkeusläpimitat mitattiin ristimittauksin millimetrin tarkkuudella puihin tehtyjen merkintöjen kohdalta (kuva 6).



Kuva 6. Rinnankorkeusläpimitan toinen ristimittaus mittasaksilla.

Metsäntutkimuslaitoksen metsikkökuvioiden maastotyöohjeiden (Niemistö 1987b, 26–29) mukaisesti puut on hyvä merkitä niiden mittaamisen yhteydessä. Kaikki koeruutujen puut merkittiin maalilla rinnankorkeusmitan kohdalta sekä numeroitiin. Numerointi suoritettiin etenemällä noin 10 m kaistaletta pitkin koeruutua pituus-suunnassa takareunaan asti ja palaamalla toista puolta takaisin. Puiden rungot puhdistettiin maalattavan alueen kohdalta merkinnän säilymisen parantamiseksi sekä mittaustuloksia haittaavien irtokuorten poistamiseksi. Numerot merkittiin tar-

peeksi järeissä rungoissa vierekkäin ja pienemmissä rungoissa päällekkäin rinnankorkeusmerkin yläpuolelle. Numeroinnit uusittiin haalistuneiden merkintöjen osalta syksyllä 2013 sekä syksyllä 2014.

Koeruutujen puista valittiin koepuiksi systemaattisesti kuviolla 434 joka kolmas ja kuviolla 342 joka toinen mänty. Koepuiksi valittiin myös kaikki sellaiset kuuset ja koivut, joiden rinnankorkeusläpimitta oli yli 6 cm. Tämän lisäksi huomattavan järeät puut valittiin koepuiksi. Koepuista mitattiin erikseen korkeus digitaalisen Vertex-mittalaitteen avulla.

### **4.3 Tulosten laskenta ja aineiston analyysi**

Koeruutujen puuston lähtötiedot laskettiin Metsäntutkimuslaitoksen KPL-ohjelmalla, jonka laskutoimitukset perustuvat Laasasenahon kahden tunnuksen tilavuusyhtälöön. Puustotiedot kerättiin ennen harmaaleppien istutusta ja lannoitusta, joten tulevaisuudessa seurantatutkimuksissa on mahdollista määrittää niistä johtuva puuston kehitys erikseen.

Seurantatutkimuksia suositellaan tehtäväksi viiden vuoden välein kuvioden päätehakkuuseen asti. Tulevissa tutkimuksissa saatavia mittaustuloksia on tarkoitus verrata lähtötietoihin niin, että erot selviävät vertailtaessa eri koejäseniä keskenään ja samoja koejäseniä toistensa suhteen.

## 5 PUUSTON MITTAUSTIEDOT

Puusto-olosuhteiden mittaustuloksia esitetään koeruuduittain ja järjesteltynä koejäsenten perusteella liitteessä 3. Eri koejäsenten mitattavista ominaisuuksista on laskettu keskiarvot, jotka kuvaavat koejäsenten ominaisuuksia.

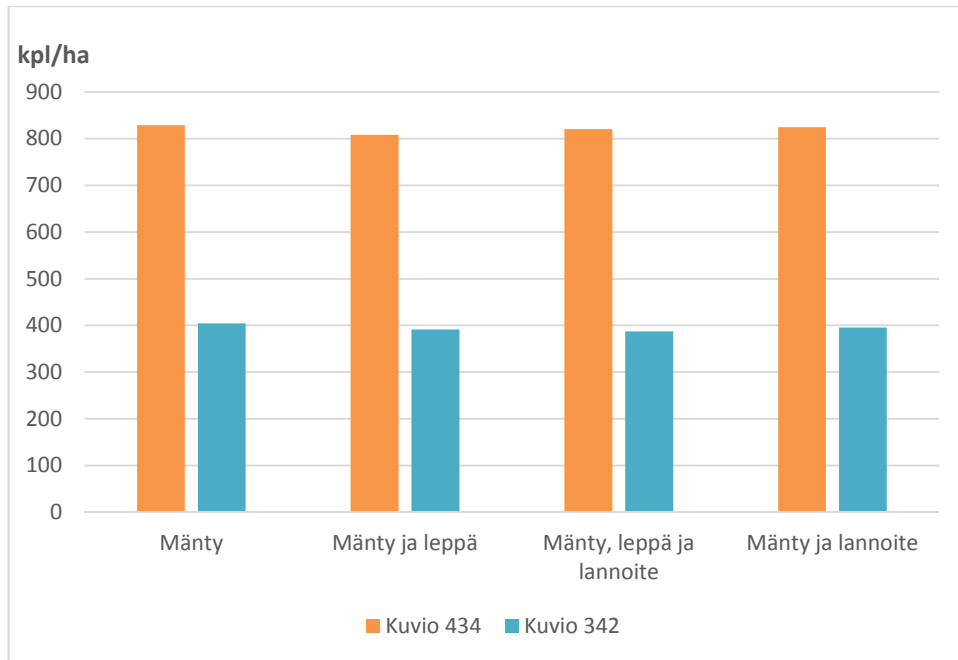
### 5.1 Puuston määrä koeruuduilla

Molemmilla kuvioilla puusto edustaa tasaikäistä männikköä, joissa puustotunnusten arvoissa ei ole huomattavia eroja. Seuraavissa kappaleissa vertaillaan tuloksia puuston määrän suhteen keskiarvojen perusteella.

#### 5.1.1 Runkoluku

Kuvio 434 oli mittaushetkellä puustoltaan kehitysluokka 02:n männikköä, jossa hajontaa esiintyi enemmän runkoluvussa kuin kehitysluokkaan 03 kuuluvalla kuviolla 342. Runkoluku kuvion 434 kaikilla koeruuduilla oli 650–1 038 kpl/ha välillä. Keskimäärin runkoluku oli 821 kpl/ha ja keskihajonta koeruutujen välillä 101 kpl/ha. Kuviolla 342 koeruutujen runkoluku liikkui 338–488 kpl/ha välillä. Keskimäärin runkoluku oli 395 kpl/ha ja keskihajonta 56 kpl/ha.

Kuviokohtaisesti koejäsenten välillä ei ollut isoa eroa runkoluvun suhteen (kuvio 2). Kuviolla 434 koejäsenkohtaisten runkolukujen keskiarvon vaihteluväli on 808–829 kpl/ha ja järeämpipuustoisella kuviolla 342 puolestaan 392–404 kpl/ha.

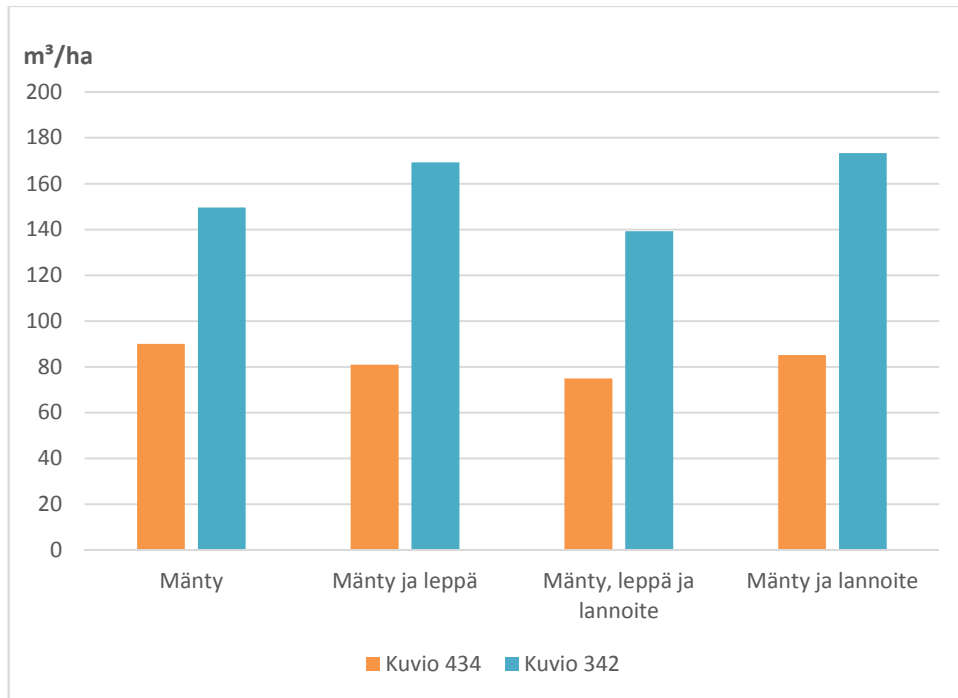


Kuvio 2. Puiden runkolukujen keskiarvot eriteltynä koejäsenittäin eri kuvioilla.

### 5.1.2 Tilavuus

Kuvioiden eri kehitysluokat aiheuttivat eroja myös puuston tilavuuteen (kuvio 3). Kuvion 434 koeruuduilla tilavuuden vaihteluväli oli 69–102 m<sup>3</sup>/ha. Tilavuuden keskiarvo oli 83 m<sup>3</sup>/ha ja keskihajonta 10 m<sup>3</sup>/ha. Kuvion 342 koeruuduilla puuston tilavuus vaihteli 127–212 m<sup>3</sup>/ha välillä, jolloin keskiarvoksi tuli 158 m<sup>3</sup>/ha ja keskihajonnaksi 26 m<sup>3</sup>/ha. Koejäsenittäin tilavuuden keskiarvojen vaihtelut olivat vähäisempiä kuviolla 434, jossa pienemmän ja keskenään tasaisemman kokoisen puuston vaihteluväli oli 75–90 m<sup>3</sup>/ha.



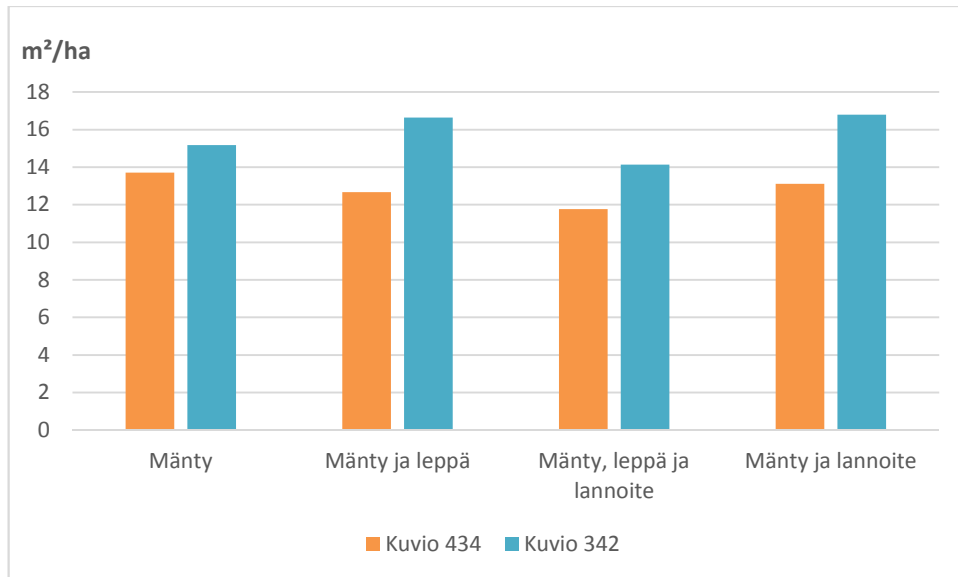


Kuvio 3. Puuston tilavuuksien keskiarvot eriteltynä koejäsenittäin eri kuvioilla.

### 5.1.3 Pohjapinta-ala

Puuston pohjapinta-alan vähäinen vaihtelu kuvaa myös puuston tasaisuutta eri koeruutujen välillä. Kuvion 434 koeruuduilla pohjapinta-ala vaihteli 11,2–15,2 m<sup>2</sup>/ha välillä ja kuviolla 342 puolestaan 13,0–19,7 m<sup>2</sup>/ha. Keskimääräinen vaihtelu kuvion 434 koejäsenten välillä oli 11,8–13,7 m<sup>2</sup>/ha (kuvio 4) ja keskiahajonta 1 m<sup>2</sup>/ha. Kuvion 342 keskimääräinen koejäsenten välinen vaihtelu pohjapinta-alassa oli 14,1–16,8 m<sup>2</sup>/ha ja keskiahajonta 2 m<sup>2</sup>/ha.





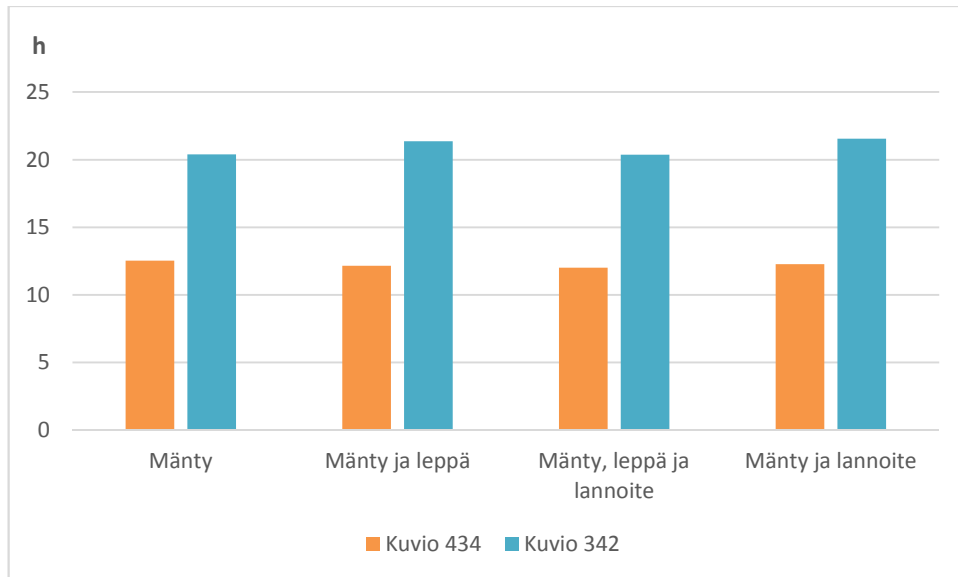
Kuvio 4. Puuston pohjapinta-alojen keskiarvot eriteltynä koejäsenittäin eri kuvioilla.

## 5.2 Puuston koko koeruuduilla

Molempien kuvioiden koeruuduilla puusto oli kooltaan melko samanlaista kuviokohtaisesti, joten puiden koon suhteen ei esiintynyt huomattavia vaihteluita pituuden tai rinnankorkeusläpimitan suhteen.

### 5.2.1 Pituus

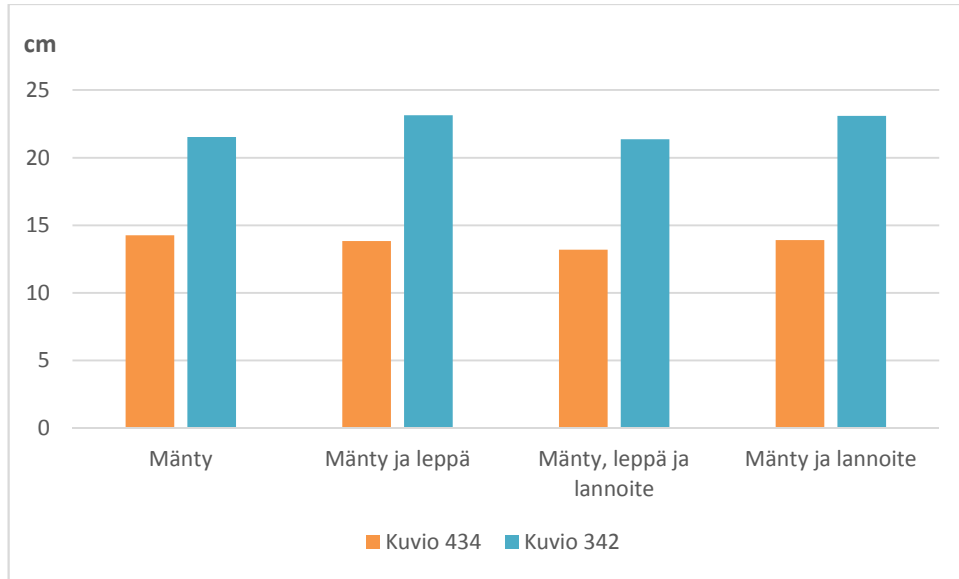
Kuviolla 434 puuston pituuden keskiarvo vaihteli koeruuduittain 11,0–13,0 m välillä ja kuviolla 342 vaihtelu oli 19,8–23,1 m välillä. Sekä kuviolla 434 että 342 koerutujen puuston keskiarvoisten pituuksien keskihajonta oli vain metrin verran, joten suuria eroja puuston pituuksissa ei ollut. Verrattaessa koejäsenten välisten pituuksien keskiarvoja vaihtelu jäi koerutujen eroja pienemmäksi (kuvio 5). Kuviolla 434 vaihteluväli oli 12,0–12,5 m ja kuviolla 342 puolestaan 20,4–21,6 m.



Kuvio 5. Puuston pituuksien keskiarvot eriteltynä koejäsenittäin eri kuviolla.

### 5.2.2 Rinnankorkeusläpimitta

Kuviolla 434 puuston rinnankorkeusläpimitan keskiarvo vaihteli koeruuduittain 12,1–15,6 cm välillä ja kuviolla 342 puolestaan 21,1–26,0 cm välillä. Kuitenkin molempien kuvioiden puuston keskiarvoisten pituuksien keskihajontaa jäi vain senttimetrin verran, joten suuria eroja puuston paksuudessakaan ei ollut. Koejäsenten välisten rinnankorkeusläpimittojen keskiarvot vaihtelivat muutamia senttimetrejä (kuvio 6). Kuviolla 434 vaihteluväli oli 13,2–14,3 cm ja kuviolla 342 puolestaan 21,4–23,1 cm.



Kuvio 6. Puuston rinnankorkeusläpimittojen keskiarvot eriteltynä koejäsenittäin eri kuvioilla.

## 6 POHDINTA JA YHTEENVETO

Tässä työssä on esitelty perustelut seurantatutkimuksen tekemiselle, koejärjestelyjen taustat sekä lähtötason mittaustiedot koeruuduilta. Mittaustuloksia on myös analysoitu puuston määrän ja koon suhteen keskiarvojen perusteella. Nämä tiedot antavat mielestäni riittävän pohjan tulevien seurantatutkimusten tekemiselle.

Sekä kuviolla 434 että kuviolla 342 puusto oli hyvin tasarakenteista koeruutujen kesken. Puusto on mäntyvaltaista eikä yksittäisiä runkoja lukuun ottamatta muita puulajeja juurikaan esiinny. Kohteiden valinta oli tämän suhteen mielestäni hyvä, koska tasalaatuinen puusto helpottaa luomaan mahdollisimman hyvän alkuasetelman eri koeruutujen välille. Näin puuston lähtökohtaisista eroista johtuvat vaihtelut myöhemmissä mittaustuloksissa pysyvät suhteellisen pieninä. Useilla koejäsenten toistoilla voidaan myös tasata tätä vaihtelua.

Heti ensimmäisenä kesänä kuolleiden harmaaleppien taimet antoivat hyvin palautetta kasvupaikan haasteista luoda sopivat lähtöasetelmat tutkimukselle. Uskon asiaan vaikuttaneen ennen kaikkea kuivuuden, vaikka valo-olosuhteetkaan eivät olleet parhaat mahdolliset valoisilla kasvupaikoilla viihtyville harmaalepille. Lumien sulettua vuoden 2013 toukokuussa maassa oli todennäköisesti vielä hyvin jäljellä kevätkesteutta, mutta pitkä kuiva kausi tämän jälkeen ei ollut suotavin tilanne taimille. Taimien paljasjuurisuus oli paakkutaimea haastavampi vaihtoehto, koska paakun suoma ravinnetankkaus ja kosteus antavat taimille paremmat lähtökohdat selviytymiseen. Taimien alkuunlähtöä olisi voinut auttaa säännöllinen kastelu, mutta kokeen järjestelyjen ja sijainnin vuoksi se olisi ollut hyvin hankala toteuttaa.

Harvennetut kuviot sopivat mielestäni hyvin koejärjestelyille, jolloin harmaalepillä on paremmat mahdollisuudet saada riittävästi valoa (kuva 7). Kuivahko kangas ei ole vesitaloutensa puolesta optimaalinen harmaalepille, mutta taimien alkuunlähdön jälkeen harmaalepät kasvavat todennäköisesti riittävästi myös näissä olosuhteissa. Ensimmäisistä vuosista selviävillä taimilla on hyvät mahdollisuudet säilyä jatkossa hengissä kasvupaikan suhteen, joten täydennysistutuksille tuskin on enää tarvetta. Uudelleen istutetuilla luonnontaimilla on lisäksi kasvuun lähdössä etuna lannoitetuilla koeruuduilla se, että lannoitteen ravinteet ovat jo osittain ehtineet imeytyä maaperään. Seurantatutkimukset näyttävät, onko harmaalepän typentuo-

tanto normaalia karummalla kasvupaikalla sillä tasolla, että se vaikuttaisi myös mäntyjen kasvuun. Mielenkiintoista on myös seurata lannoituksen vaikutusta harmaaleppien kehitykseen.



Kuva 7. Valoisa kasvupaikka tarjoaa hyvän lähtökohdan uudelleen istutetun harmaaleppän luonnontaimen kasvulle.

## LÄHTEET

- Fagerstedt, K., Pellinen, K., Saranpää, P. & Timonen, T. 2004. Mikä puu – mistä puusta. 2. p. Helsinki: Yliopistopaino.
- Gordon, J.C. & Wheeler, C.T. 1983. Biological nitrogen fixation in forest ecosystems: foundations and applications. Junk Publishers.
- Hacklin, P. Ei päiväystä. Virtuaaliarboretum, *Alnus incana* – Harmaaleppä. [Verkkosivu]. Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos. [Viitattu 16.3.2014]. Saatavana: [http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/alnus\\_incana.html](http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/alnus_incana.html)
- Hotakainen, J.-P., Nousiainen, H., Mäkipää, R., Reinikainen, A. & Tonteri, T. 2008. Metsätyypit – opas kasvupaikkojen luokitteluun. Helsinki: Metsäkustannus Oy.
- Humalamäki, H. 2014. Lehtori. Koulutuskeskus Sedu, Ähtäri. Puhelinkeskustelu 17.11.2014.
- Humuspehtoori Oy. 2013. Maasi parhaaksi. [Verkkosivusto]. [Viitattu 28.2.2014]. Saatavana: <http://www.humuspehtoori.fi/>
- Huss-Danell, K. & Ohlsson, H. 1992. Distribution of biomass and nitrogen among plant parts and soil nitrogen in a young *Alnus incana* stand. *Canadian Journal of Botany* 70 (8), 1545–1549.
- Isomäki, A. 1987. Maastossa tapahtuva esisuunnittelu. Teoksessa: Metsikkökokeiden maastotyöohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 257. Joensuu: METLA, 15–19.
- Johansson, T. 1999. Site Index Curves for Common Alder and Grey Alder Growing on Different Types of Forest Soil in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14 (5), 441–453.
- Kalela, E. 1936. Tutkimuksia Itä-Suomen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapaino Oy.
- Martikainen, P. 2003. Metsämaan mikrobisto. Teoksessa: E. Mälkönen (toim.) *Metsämaa ja sen hoito*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 101–114.
- Melillo, J., Aber, J. & Muratore, J. 1982. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecology* 63 (3), 621–626.
- Melzer, E.W. 1990. Verwendung von Weißerle (*Alnus incana* [L.] Moench) zur Melioration von Kiefern-Altbeständen geringer Bonität. *Forstarchiv* 61 (6), 234–237.

- Metsänlannoitusopas. 2012. [Verkkojulkaisu]. Yara Suomi Oy. [Viitattu 28.10.2014]. Saatavana: [http://www.yara.fi/images/YARAMetsalannoitusopas2012LoRes\\_tcm431-119664.pdf](http://www.yara.fi/images/YARAMetsalannoitusopas2012LoRes_tcm431-119664.pdf)
- Metsätilastollinen vuosikirja 2013. Joensuu: Metsäntutkimuslaitos. Suomen virallinen tilasto. Maa-, metsä- ja kalatalous 2013.
- Mielikäinen, K. 1987a. Koepuiden valinta. Teoksessa: Metsikkökokeiden maastotyöohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 257. Joensuu: METLA, 40–42.
- Mielikäinen, K. 1987b. Puukohtaisten tunnusten mittaaminen ja arviointi. Teoksessa: Metsikkökokeiden maastotyöohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 257. Joensuu: METLA, 43–69.
- Mikola, P. 1958. Liberation of nitrogen from alder leaf litter. Acta Forestalia Fennica 67 (1), 3–8.
- Mälkönen, E. 2003. Metsämaan ravinteisuuden hoito. Teoksessa: E. Mälkönen (toim.) Metsämaa ja sen hoito. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 175–197.
- Niemistö, P. 1987a. Koealojen rajaaminen ja merkitseminen. Teoksessa: Metsikkökokeiden maastotyöohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 257. Joensuu: METLA, 20–25.
- Niemistö, P. 1987b. Puiden merkitseminen ja numerointi. Teoksessa: Metsikkökokeiden maastotyöohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 257. Joensuu: METLA, 26–29.
- Pekkanen, M. 2014. Tiimiesimies. Metsähallitus. Puhelinkeskustelu 19.11.2014.
- Peränen, M. 2014. Suunnittelija. Metsähallitus. Puhelinkeskustelu 19.11.2014.
- Päivinen, L. 1999. Metsänlannoituksen tuloksia kivennäis- ja turvemaidella. Kemira Agro Oy.
- Reinikainen, A., Veijalainen, H. & Nousiainen, H. 1998. Puiden ravinnepuutokset – Metsänkasvattajan ravinneopas. Joensuu: METLA. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 688.
- Saarsalmi, A, Palmgren, K & Levula, T. 1985. Leppäviljelmän biomassan tuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö. Joensuu: Metsäntutkimuslaitos. Folia Forestalia 628.



- Saarsalmi, A, Palmgren, K & Levula, T. 1991. Harmaalepän vesojen biomassan tuotos ja ravinteiden käyttö. Joensuu: Metsäntutkimuslaitos. Folia Forestalia 768.
- Saarsalmi, A, Palmgren, K & Levula, T. 1992. Harmaalepän ja rauduskoivun biomassan tuotos ja ravinteiden käyttö energiapuuviljelmällä. Joensuu: Metsäntutkimuslaitos. Folia Forestalia 797.
- Saarsalmi, A. & Palmgren, K. 1992. Onko harmaalepän kasvatuksella tulevaisuutta? *Sorbifolia* 23 (3), 107–113.
- Sipilä, A. Ei päiväystä. Virtuaaliarboretum, *Pinus Sylvestris* – Metsämänty. [Verkkosivu]. Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos. [Viitattu 23.10.2014]. Saatavana: [http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/pinus\\_sylvestris.html](http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/pinus_sylvestris.html)
- Typpi kasvattaa tukkia. 2.1.2012. [Verkkosivu]. Metsätuotto SJL. [Viitattu 27.2.2014]. Saatavana: <http://www.metsatuotto.fi/typpikasvattaa.html>
- Uri, V., Lõhmus, K. & Tullus, H. 2004. The Budget of Demand for Nitrogen in Grey Alder (*Alnus incana* (L.) Moench) Plantation on Abandoned Agricultural Land in Estonia. *Baltic Forestry* 10 (1), 12–18.
- Viinamäki, T. 1987. Lepän, lannoituksen ja turvesyvyyden vaikutus männyn taimien kehitykseen suopohjan turpeella. Helsingin yliopisto. Maatalousmetsätieteellinen tiedekunta, suometsätieteen laitos. Pro gradu-työ. Julkaisematon.
- Virtanen, A. I. 1957. Investigations on Nitrogen Fixation by the Alder: Associated Culture of Spruce and Inoculated Alder without Combined Nitrogen. *Physiologia Plantarum* 10, 164–169.
- Vuokko, S. 2010. Leppä parantaa maata. *Metsälehti* (11), 27.
- Vuokko, S. 2014. Leppä parantaa maata. *Maaseudun Tulevaisuus* 26.3.2014, 26.
- Äijö, M. 2014. Kouluttaja. Suomen metsäkeskus. Taimikonhoitokurssi 29.10.2014.



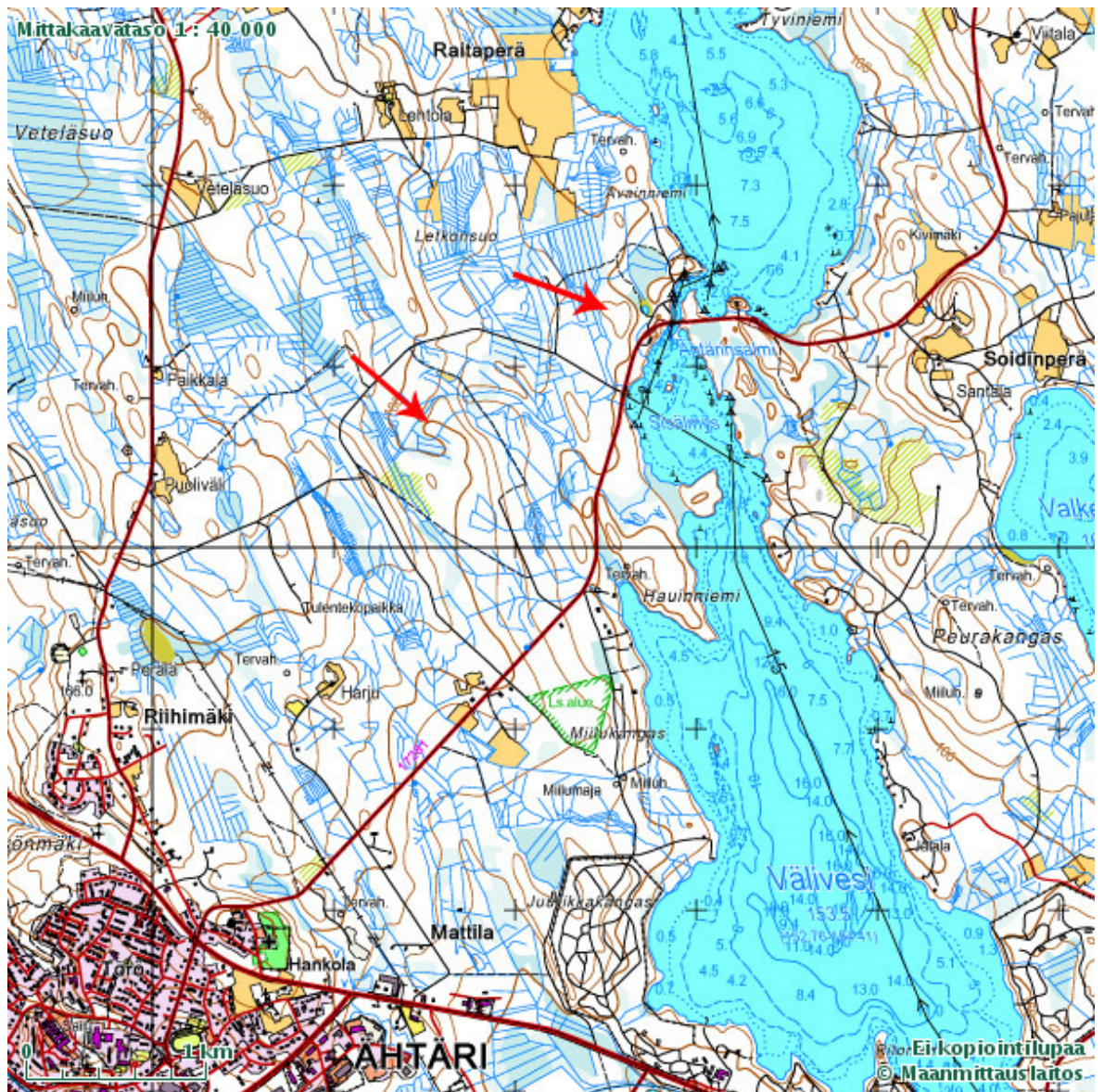
## **LIITTEET**

Liite 1. Koeruutujen sijainti

Liite 2. Koejäsenet

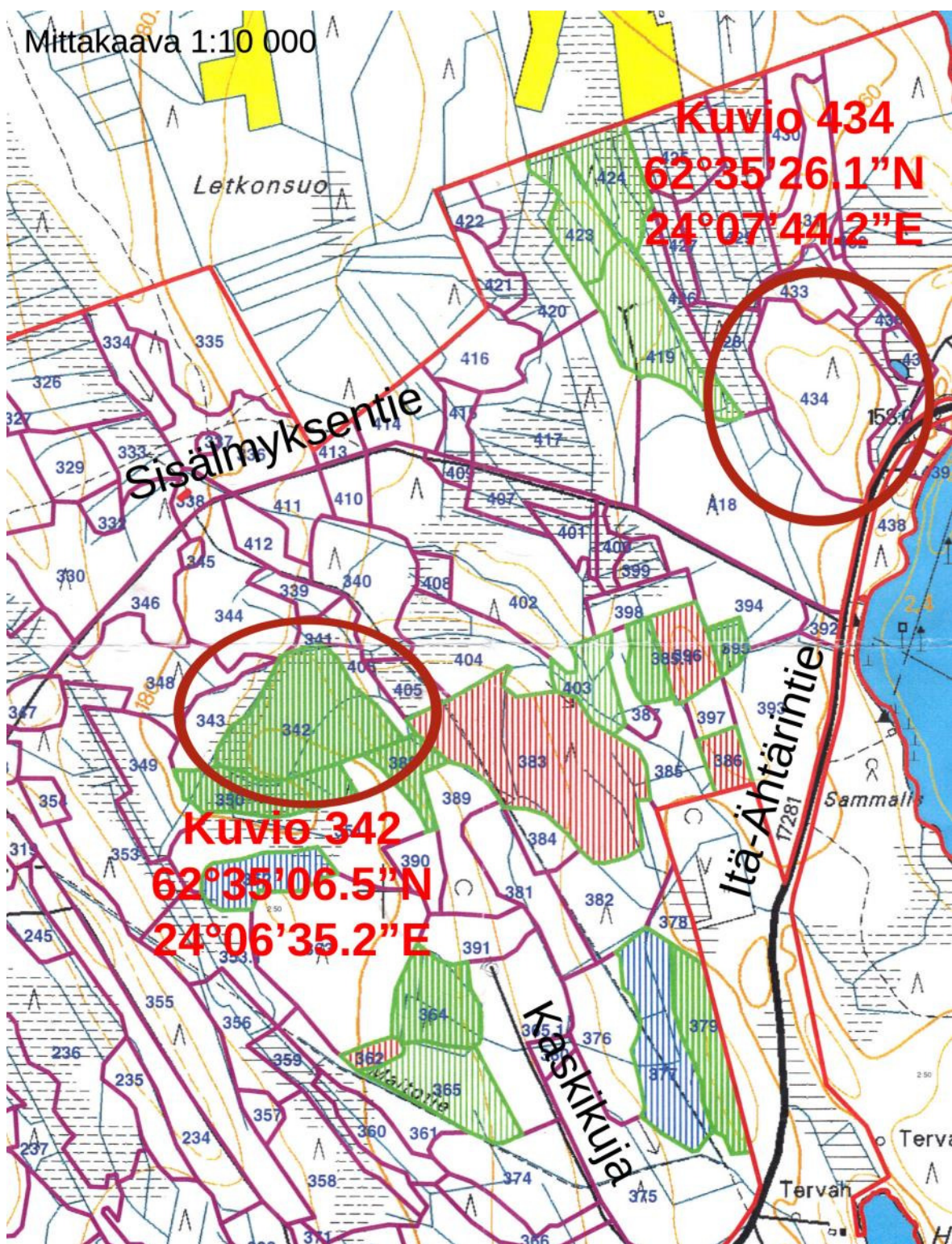
Liite 3. Puusto-olosuhteiden mittaustulokset kuviokohtaisesti eriteltynä koeruudittain koejäsenten perusteella sekä lyhenteiden selitykset

## LIITE 1. Koeruutujen sijainti



Koeruutujen sijainti Maanmittauslaitoksen kartalla 1:40 000.

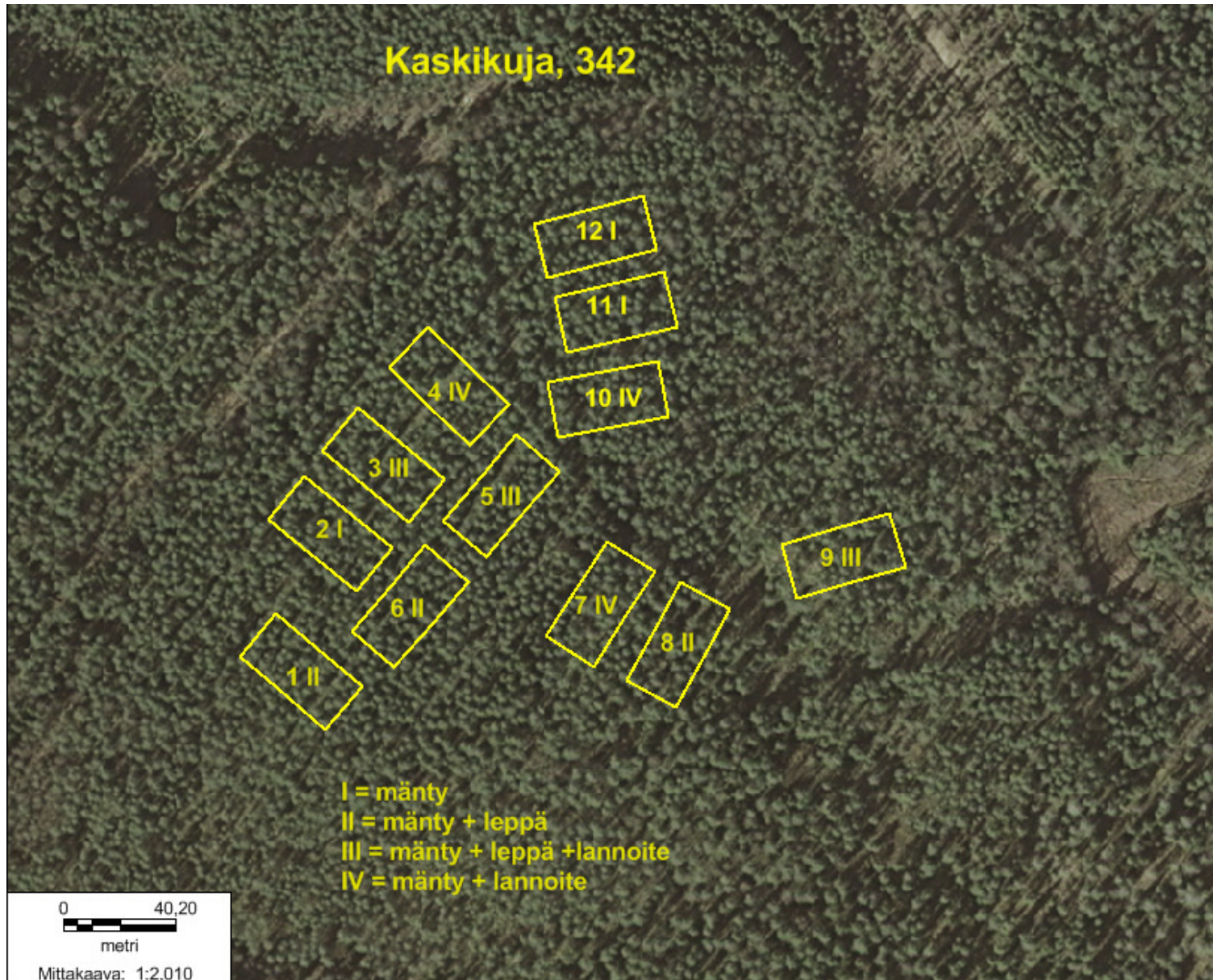




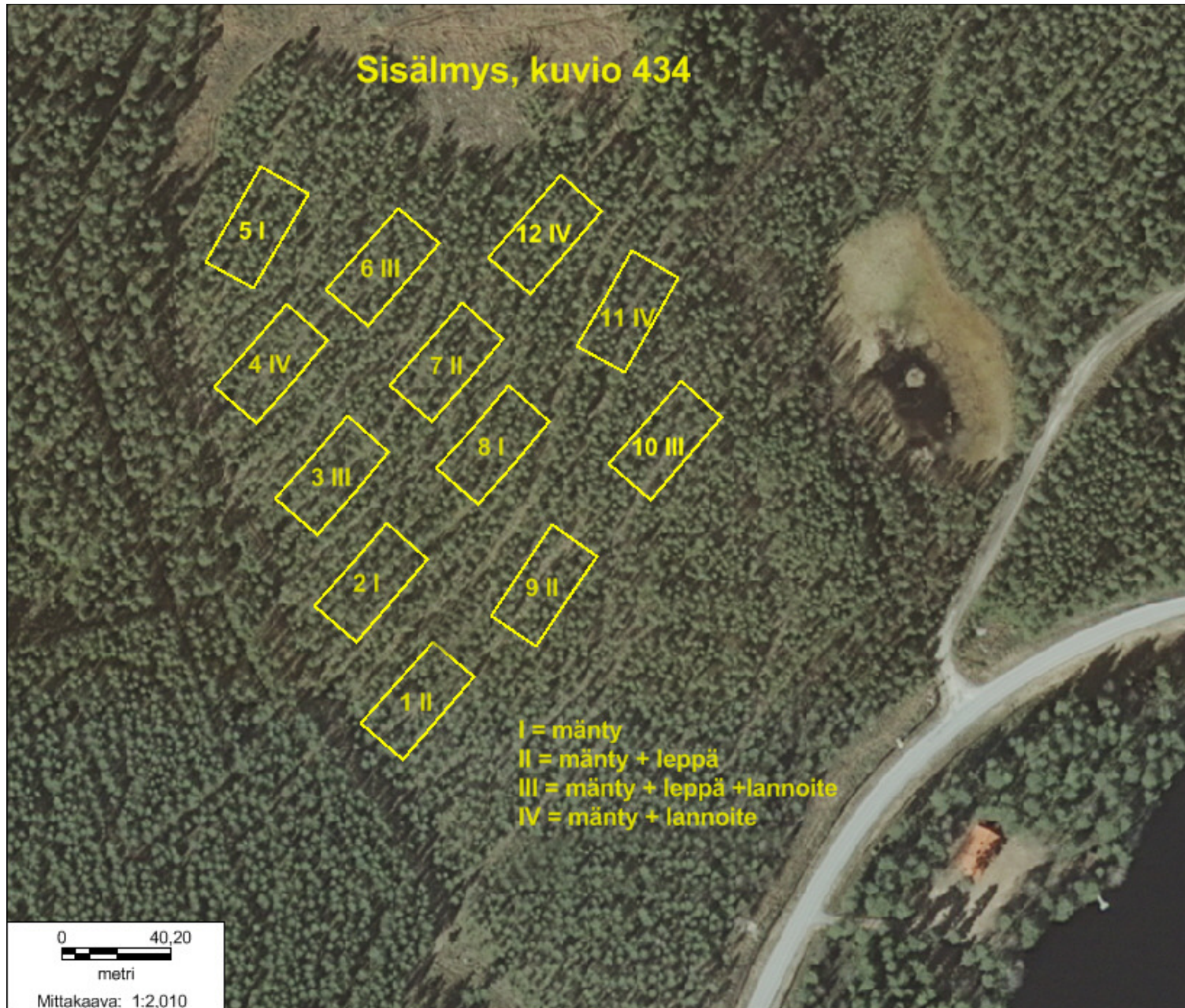
Metsikkökuviot, joille koealat on sijoitettu Koulutuskeskus Sedun opetusmetsän metsätaloukskartalla 1:10 000.



## LIITE 2. Koejäsenet







### **LIITE 3. Puusto-olosuhteiden mittaustulokset kuviokohtaisesti eriteltynä koeruuduittain koejäsenten perusteella sekä lyhenteiden selitykset**

Tuloksissa esitettävät Metsäntutkimuslaitoksen KPL-ohjelman mukaiset tunnuksset ovat seuraavat:

DM	Aritmeettinen keskiläpimitta, cm
DW	Pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta, cm
HM	Aritmeettinen keskipituus, m
HW	Pohjapinta-alalla painotettu keskipituus, m
DMD	Pohjapinta-alalla painotettu läpimitan mediaani, cm
H(DW)	Keskiläpimittaa DW vastaava pituus, m
H(DMD)	Läpimittaa DMD vastaava pituus, m
D0	Valtaläpimitta (10 %)
D00	Valtaläpimitta (100/ha)
H0	Valtapituus (10 %)
H00	Valtapituus (100/ha)

## Kuvio 434

Koeruutu	KPL/HA	M3/HA	PPA/HA	DM	DW	HM	HW	DMD	HDW	HDMD	D0	D00	H0	H00	Koejäsen
2	650	87	13	15,6	17,0	13,0	13,5	16,7	13,5	13,4	22,2	21,4	15,6	15,2	I mänty
5	1038	99	15	13,1	14,9	12,3	13,0	14,5	13,2	13,1	19,4	19,5	14,6	14,7	I mänty
8	800	84	13	14,1	15,6	12,4	12,5	15,4	12,7	12,6	19,5	19,2	13,1	13,0	I mänty
Keskiarvo	829	90	14	14,3	15,8	12,5	13,0	15,5	13,1	13,0	20,4	20,0	14,4	14,3	
Keskihajonta	160	6	1	1,0	0,9	0,3	0,4	0,9	0,4	0,3	1,3	1,0	1,0	0,9	
1	725	86	13	14,9	16,2	12,6	13,1	16,0	13,2	13,3	20,7	20,2	14,6	14,6	II mänty + leppä
7	888	79	12	12,9	14,6	11,7	12,4	14,9	12,5	12,6	18,6	18,4	13,6	13,5	II mänty + leppä
9	813	78	12	13,7	14,7	12,1	12,4	14,3	12,5	12,4	19,2	18,8	13,2	13,2	II mänty + leppä
Keskiarvo	808	81	13	13,8	15,2	12,2	12,6	15,1	12,7	12,8	19,5	19,1	13,8	13,8	
Keskihajonta	66	4	0	0,8	0,7	0,4	0,4	0,7	0,3	0,4	0,9	0,8	0,6	0,6	
3	888	71	12	12,6	13,8	11,1	11,7	13,8	11,8	11,8	17,7	17,5	13,4	13,4	III mänty + leppä + lannoite
6	825	83	12	13,5	14,8	12,7	13,1	14,4	13,2	13,1	18,9	18,7	14,5	14,4	III mänty + leppä + lannoite
10	750	72	11	13,5	14,7	12,2	12,6	14,5	12,8	12,7	18,4	18,1	13,6	13,7	III mänty + leppä + lannoite
Keskiarvo	821	75	12	13,2	14,4	12,0	12,5	14,2	12,6	12,5	18,3	18,1	13,8	13,8	
Keskihajonta	56	5	0	0,4	0,4	0,7	0,6	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	
4	925	69	12	12,1	13,9	11,0	11,7	13,9	11,9	11,8	18,2	18,1	13,0	13,0	IV mänty + lannoite
11	838	102	15	14,9	16,1	12,9	13,2	16,0	13,4	13,4	20,6	20,2	14,2	14,2	IV mänty + lannoite
12	713	85	13	14,7	15,9	12,9	13,2	16,0	13,3	13,3	19,8	19,5	13,9	14,1	IV mänty + lannoite
Keskiarvo	825	85	13	13,9	15,3	12,3	12,7	15,3	12,8	12,8	19,5	19,3	13,7	13,7	
Keskihajonta	87	13	2	1,3	1,0	0,9	0,7	1,0	0,7	0,7	1,0	0,9	0,5	0,5	
<b>Keskiarvo kaikki</b>	<b>821</b>	<b>83</b>	<b>13</b>	<b>13,8</b>	<b>15,2</b>	<b>12,2</b>	<b>12,7</b>	<b>15,0</b>	<b>12,8</b>	<b>12,8</b>	<b>19,4</b>	<b>19,1</b>	<b>13,9</b>	<b>13,9</b>	
<b>Keskihajonta kaikki</b>	<b>101</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	

Kuvio 342

Koeruutu	KPL/HA	M3/HA	PPA/HA	DM	DW	HM	HW	DMD	HDW	HDMD	D0	D00	H0	H00	Koejäsen
2	375	143	15	21,9	23,0	20,5	20,9	22,8	20,9	20,8	27,8	26,1	22,6	21,9	I mänty
11	425	158	16	21,5	22,6	20,7	20,9	21,9	21,0	20,9	27,6	26,2	22,2	21,7	I mänty
12	413	148	15	21,2	22,9	20,0	20,6	22,5	20,8	20,7	30,0	27,2	22,1	21,8	I mänty
Keskiarvo	404	150	15	21,5	22,8	20,4	20,8	22,4	20,9	20,8	28,5	26,5	22,3	21,8	
Keskihajonta	21	6	1	0,3	0,2	0,3	0,1	0,4	0,1	0,1	1,1	0,5	0,2	0,1	
1	350	141	14	22,4	23,4	20,8	21,1	25,0	21,1	21,5	27,2	26,5	21,7	22,0	II mänty + leppä
6	488	205	20	22,6	23,1	21,8	22,0	23,7	22,0	22,1	26,1	25,6	22,7	22,7	II mänty + leppä
8	338	162	16	24,4	25,3	21,4	21,5	25,6	21,6	21,7	30,2	28,5	22,1	21,9	II mänty + leppä
Keskiarvo	392	169	17	23,1	23,9	21,4	21,5	24,8	21,6	21,8	27,8	26,9	22,2	22,2	
Keskihajonta	68	27	2	0,9	1,0	0,4	0,4	0,8	0,4	0,3	1,7	1,2	0,4	0,4	
3	363	127	13	21,2	22,0	20,2	20,5	22,1	20,6	20,6	26,9	24,8	21,3	21,3	III mänty + leppä + lannoite
5	400	153	15	21,8	22,4	21,1	21,3	21,9	21,3	21,1	26,3	25,1	22,6	22,2	III mänty + leppä + lannoite
9	400	138	14	21,1	22,1	19,8	20,2	22,4	20,3	20,4	27,2	25,4	21,7	21,4	III mänty + leppä + lannoite
Keskiarvo	388	139	14	21,4	22,2	20,4	20,6	22,1	20,7	20,7	26,8	25,1	21,9	21,6	
Keskihajonta	18	11	1	0,3	0,2	0,5	0,5	0,2	0,4	0,3	0,4	0,2	0,5	0,4	
4	475	177	18	21,7	22,5	20,7	20,9	22,4	21,1	21,1	26,6	26,0	22,0	21,8	IV mänty + lannoite
7	363	212	19	26,0	26,8	23,1	23,3	26,5	23,4	23,3	31,6	30,2	24,1	24,0	IV mänty + lannoite
10	350	131	13	21,6	22,3	20,8	21,1	23,1	21,1	21,4	25,6	24,6	21,8	21,8	IV mänty + lannoite
Keskiarvo	396	173	17	23,1	23,9	21,6	21,8	24,0	21,9	21,9	27,9	26,9	22,6	22,5	
Keskihajonta	56	33	3	2,1	2,1	1,1	1,1	1,8	1,1	1,0	2,6	2,4	1,0	1,1	
<b>Keskiarvo kaikki</b>	<b>395</b>	<b>158</b>	<b>16</b>	<b>22,3</b>	<b>23,2</b>	<b>20,9</b>	<b>21,2</b>	<b>23,3</b>	<b>21,3</b>	<b>21,3</b>	<b>27,8</b>	<b>26,4</b>	<b>22,2</b>	<b>22,0</b>	
<b>Keskihajonta kaikki</b>	<b>47</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>1,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	