



**Työterveyslaitos** | Arbetshälsöinstitutet  
Finnish Institute of Occupational Health

# Metsän maanmuokkaajien ja istuttajien mikrobiaaltistus työssään

Sirpa Laitinen







# Metsän maanmuokkaajien ja istuttajien mikrobialtistus työssään

Sirpa Laitinen

Työterveyslaitos

Helsinki

Työterveyslaitos

PL 40

00032 Työterveyslaitos

[www.ttl.fi](http://www.ttl.fi)

© 2019 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Julkaisu on toteutettu Metsämiesten Säätiön tuella.

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-261-865-8 (PDF)

## TIIVISTELMÄ

Metsän istutustarve puunkorjuun jälkeen on nopeutumassa nykyisessä metsätaloudessa. Uudistusalalle halutaan maanmuokkaus ja puuntaimien istutus mieluiten jo seuraavan kasvukauden alussa päätehakkuun jälkeen. Lumen alta paljastuvien hakkuutähteiden on havaittu sisältävän runsaasti pölyä, joka leviää herkästi ilmaan siirrettäessä hakkuutähteitä maanmuokkauksen ja istutuksen tieltä. Tämän pölyn on epäilty aiheuttavan työntekijöiden sairastelun lisääntymistä keväisin.

Hankkeessa arvioitiin hakkuutähteissä esiintyvien biologisten haitta- ja vaaratekijöiden merkitystä metsän uudistusalan maanmuokkaajien ja istuttajien terveydelle. Mahdollisia riskitekijöitä eli ilman epäpuhtauksia mitattiin työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä työkooneen ohjaamosta sekä ulkoilmasta hakkuuaukeilla maanmuokkauksen ja puuntaimien koneistutuksen aikana.

Talven hakkuiden aikana maahan jätetyt hakkuutähteet sisälsivät runsaasti bakteereita ja homeita. Tällaisten hakkuutähteiden siirtely maanmuokkauksen tieltä aiheutti suuret epäpuhtauspitoisuudet ilmaan. Etenkin gram-negatiivisten bakteerien sisältämien endotoksiinien, homesienten ja puupölyn ilmapitoisuudet ylittivät terveydelle haitalliseksi tunnetut viitearvot hakkuuaukeiden maanmuokkauksessa keväällä.

On täysin mahdollista, että ilman epäpuhtauksia hengitettäessä niistä aiheutuu maanmuokkaajille terveyshaittaa, kuten kuumeilua ja hengityselinoireita. Kesän edetessä ja hakkuutähteiden kuivuessa varsinkin endotoksiinien määrät pienenevät. Joka tapauksessa homeita ja muita bakteereita esiintyi hakkuutähteissä muunakin aikana, joten hakkuutähteiden sisältämän pölyn kulkeutumista ohjaamoon ja hengittämistä tulee välttää kaikin mahdollisin keinoin.

Hakkuutähteiden pölyämistä voi vähentää siirtämällä ne tuoreeltaan hakkuun jälkeen kasoihin kuivumaan. Tuoreet hakkuutähteet pölisevät mikrobeita ja muuta pölyä selvästi vähemmän kuin maahan kuukausiksi jätetyt hakkuutähteet. Maanmuokkauksen suunnittelu etukäteen siten, että työskentelee pääasiassa tuulen yläpuolella, vähentää mikrobien ja pölyjen kulkeutumista koneen ohjaamoon.

Työkooneen ohjaamon ilmastointi tulee pitää kunnossa, jottei tarvitse työskennellä ikkuna tai ovi auki kuumilla hakkuuaukeilla. Ohjaamon ikkunoiden ja oven pitämistä auki lisäävät pölystä tukkeutuvat ilmansuodattimet. Ilmansuodattimien sijoitus työkooneessa tulisi olla sellainen, että niiden puhdistuksen pystyisi tekemään helposti päivittäin.

Pikapuhdistus ravistelemalla ilmansuodatinta myötätuuleen tulisi ottaa rutiiniksi aina työvuoron jälkeen, jotta suodattimet pysyisivät mahdollisimman pitkään toimintakuntoisina.



Paineilmapuhdistus ei ole suositeltavaa, koska siinä saattaa rei'ittää huomaamatta ilman-suodattimen pinnan rikki ja toisaalta siinä herkästi pölyyttää samalla epäpuhtaudet silmiin ja hengityselimiin.



## KIITOKSET

Hanke tehtiin hyvässä yhteistyössä kehittämispäällikkö Timo Makkosen (Koneyrittäjien liitto ry), tutkimusjohtaja Jarmo Hämäläisen (Metsäteho Oy) ja toiminnanjohtaja Kari Immosen (Yksityismetsätalouden työnantajat ry) kanssa. Kiitän heitä suuresti heidän asiantuntemuksestaan hankkeen toteutumiseksi.

Tutkimushankkeeseen osallistuneet koneurakoitsijat Pohjois-Savosta löytyivät johtaja Pekka Sahlmanin (Metsänhoitoyhdistys) avustuksella. Erityiskiitokset kuuluvat hänelle sekä seuraaville koneyrityksille ja heidän työntekijöilleen: Koneistus Pekka Hakkarainen Oy, Koneurakointi Jari Pulkkinen, Koneurakointi Kröger Ay, Metsätyö Korhonen, Mykkänen Risto Tmi ja Kaivuu-urakointi Vanhalakka Matti (Etelä-Karjala).

Hankkeen toteuttaja oli Työterveyslaitos. Ystävälliset kiitokset kuuluvat Työterveyslaitoksen laboratoriohenkilöstölle näytteiden laadukkaasta analysoinnista sekä Katja Ihanukselle taloushallinnon hoitamisesta.

Tämän tutkimuksen toteutuksen varmisti Metsämiesten Säätiö, joka oli hankkeen suurin rahoittaja. Lämpimät kiitokset kuuluvat koko hankkeen puolesta Metsämiesten Säätiölle.

Helmikuu 2019

Sirpa Laitinen



## SISÄLLYS

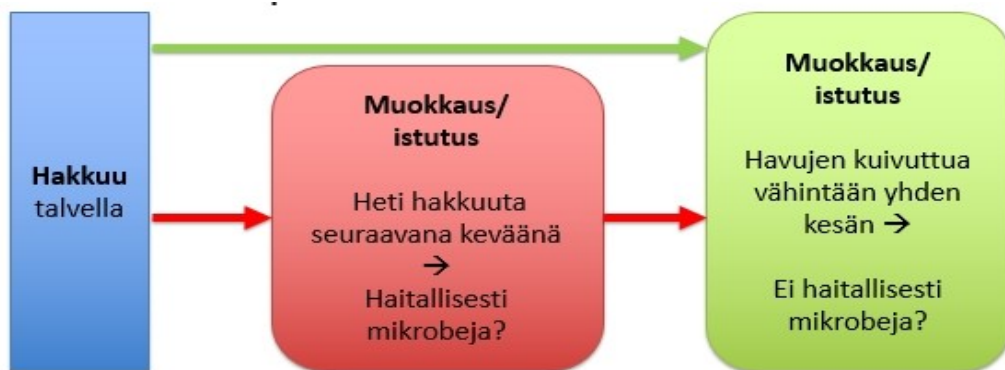
<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Tavoitteet</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Toteutus</b> .....	<b>10</b>
3.1	Olosuhteet ja tutkimuskohteet.....	10
3.2	Tutkimusmenetelmät .....	12
<b>4</b>	<b>Tulokset ja niiden tarkastelu</b> .....	<b>14</b>
4.1	Työkoneiden tiedot .....	14
4.2	Ilman epäpuhtaudet .....	14
4.3	Hakkuutähteiden mikrobit.....	15
4.4	Ilman laatu hakkuutähteiden ajokoneen ohjaamossa .....	16
<b>5</b>	<b>Johtopäätökset</b> .....	<b>17</b>
	<b>Lähteet</b> .....	<b>18</b>
	<b>Liitteet</b> .....	<b>19</b>



# 1 JOHDANTO

Keväällä 2017 tuli tieto, että jotkut metsäkoneyrittäjistä olivat saaneet toistuvasti hengitystieoireita ja kuumeilua maanmuokkaus- ja istutustöissä sellaisilla kohteilla, joissa päätehakkuu oli toteutettu edellisenä talvena. Siksi oli syytä epäillä, että uudistuslalle jätetyistä tuoreista hakkuutähteistä irtoaisi maanmuokkauksessa mikrobeita ja pölyä ilmaan niin paljon, että työntekijät saavat niistä terveyshaittoja (Kuva 1).

Maahan talven aikana jätetyt, kosteat hakkuutähteet homehtuvat herkästi. Lumen alta paljastuvan, mahdollisesti bakteereita ja homeita sisältävän ”valkoisen pölyn” on havaittu leviävän maasta ilmaan siirrettäessä hakkuutähteitä maanmuokkauksen tieltä keväisin. Tämän pölyn on epäilty tukkivan mm. työkonen ohjaamon ilmansuodattimet, joita on siten puhdistettava useammin kuin muina aikoina. Kuvatun ongelman on havaittu poistuvan tai vähenevän juhannuksen jälkeen, kun hakkuutähteet kuivahtavat auringonpaisteen ja tuulen vaikutuksesta.



Kuva 1. Koneyrittäjän havaitsema mikrobiologinen työturvallisuusriski ns. kuumassa ketjussa (kuva Timo Makkonen).

Hankkeelle haettiin rahoitusta Metsämiesten Säätiöltä, koska yksittäisen, yleensä yrittäjän ja yhden koneen yrityksen, on hankala selvittää ongelman laajuutta ja merkitystä yksin. Lisäksi ongelma saattaa vaihdella alueellisesti ja siksi pääosin yhden kunnan tai maakunnan alueella toimiva yritys tai muu organisaatio ei yksin saa ongelmasta riittävää kuvaa.

Aikaisemmassa Metsämiesten Säätiön rahoittamassa Työterveyslaitoksen tutkimuksessa (Laitinen ym. 2014) havaittiin, että hakkuutähteet sisältävät erittäin runsaasti mikrobeita,



jotka ovat työturvallisuusriski niitä käsitteleville työntekijöille. Voimakas mikrobialtistus ilmenee erityisesti hakkuutähteiden haketuksen aikana. Tämän uuden hankkeen ideana oli selvittää, onko haketusta vastaava mikrobialtistus mahdollinen myös koneellisesti tehtävässä maanmuokkauksessa ja puuntaimien istutuksessa. Mikrobialtistuksen seurauksena homesienien, bakteerien ja niiden sisältämien endotoksiinien tiedetään aiheuttavan ihmisille flunssankaltaista oireilua ja hengityselinsairauksia.

Mikrobit ja niiden vapauttamat muut biologisesti aktiiviset aineet kuten endotoksiinit kuuluvat erityistä sairauden vaaraa aiheuttaviin altisteisiin (VNa 1485/2001). Jotkut homesienet ja bakteerit, kuten *Aspergillus fumigatus* -sieni ja aktinobakteerit, luokitellaan Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2000/54/EY ja sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 921/2010 mukaan biologisten tekijöiden II ryhmään, jotka voivat aiheuttaa ihmiselle sairauden ja voivat olla vaarallisia työntekijöille. Lisäksi sienillä voi olla allergisia vaikutuksia. Terveyshaittoja alkaa yleensä ilmetä, jos ilman homesienipitoisuudet ylittävät 10 000 pmy/m<sup>3</sup> (pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö) ja bakteerien endotoksiinipitoisuudet 90 EU/m<sup>3</sup> (EU = Endotoxin Unit = endotoksiiniyksikkö). Alankomaalainen ja pohjoismainen asiantuntijaryhmä on ehdottanut terveysterveysteiseksi, ilman endotoksiinipitoisuuden kahdeksan tunnin viitearvoksi 90 EU/m<sup>3</sup>.

Työnantajan on selvitettävä ja tunnistettava työssä esiintyvien biologisten tekijöiden aiheuttamat vaarat ja arvioitava niiden merkitys työntekijän turvallisuudelle ja terveydelle (VNa 933/2017). Mikrobien aiheuttamat terveyshaitat ovat yksilöllisiä ja niihin vaikuttavat mm. henkilön yksilölliset ominaisuudet ja mikrobilaji. Tilapäinen ja hetkellinen mikrobialtistus aiheuttaa pääasiassa hengitysteiden ja silmien ärsytystä sekä kuumeilua, päänsärkyä ja väsymystä. Lyhytaikaiseen altistukseen liittyviä sairauksia ovat äkillinen kurkunpääntulehdus ja orgaanisten pölyjen aiheuttama toksinen oireyhtymä (ODTS). Toistuvasta pitkäaikaisesta mikrobialtistuksesta saattaa seurata hengityselinsairauksia kuten astmaa, allergista alveoliittia (esim. homepölykeuhko), allergista nuhaa ja kroonista bronkiittia (pitkäaikainen keuhkoputkitulehdus).

Hakkuutähteissä on biologisten altisteiden lisäksi muuta orgaanista pölyä sekä puusta että maasta. Hengityselimiin pääsevää pölyä kutsutaan hengittyväksi pölyksi. Sen sisältämät suurimmat hiukkaset jäävät pääosin ylähengitysteihin, jossa ne voivat aiheuttaa nenän ja kurkunpään limakalvoilla ärsytysoireita, esim. kutinaa, kirvelyä, tukkoisuutta ja liman eritystä. Lisäksi pöly voi ärsyttää silmien sidekalvoja aiheuttaen mm. punoitusta, kutinaa, vuotoa ja turvotusta. Puuperäinen pöly voi myös allergisoida ylähengitysteitä aiheuttaen allergista nuhaa ja alahengitysteitä aiheuttaen astmaa. Suomessa on asetettu kansallisia työhygieenisia raja-arvoja hengittyvälle pölylle. Sosiaali- ja terveysministeriön asettama HTP-arvo eli haitalliseksi tunnettu pitoisuus orgaaniselle pölylle on 5 mg/m<sup>3</sup> ja pelkälle puupölylle se on 2 mg/m<sup>3</sup> koko työpäivän (8h) keskiarvona vuoden 2018 HTP-arvot julkaisussa.



## 2 TAVOITTEET

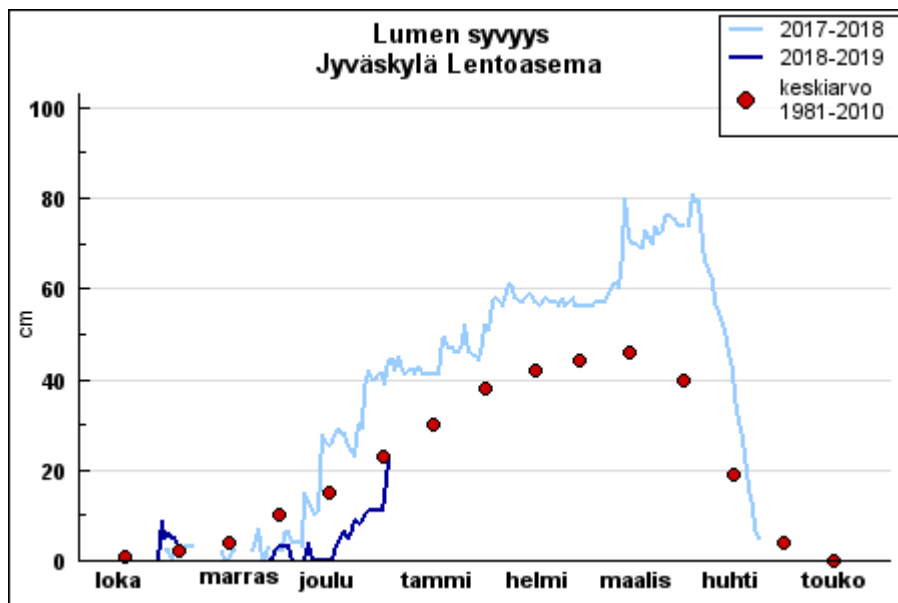
Hankkeen tavoitteena oli selvittää, aiheutuuko syksyn ja talven aikana maahan jätetyistä hakkuutähteistä mikrobiologista työturvallisuusriskiä maanmuokkaajille ja istuttajille, kun he työskentelevät uudistusalalla lumien sulettua hakkuiden jälkeisenä keväänä. Tutkimuskysymystä verrattiin tilanteeseen, jossa hakkuutähteet maanmuokkausalueella olivat yli vuoden vanhoja tai hakkuut oli tehty aivan äskettäin ennen maanmuokkausta.

Samalla selvitettiin, millä toimenpiteillä mikrobi- ja pölyaltistusta voitaisiin vähentää niin, ettei mahdollisia terveyshaittoja tulisi työntekijöille.

## 3 TOTEUTUS

### 3.1 Olosuhteet ja tutkimuskohteet

Talvi 2017-2018 oli hyvin luminen koko Suomessa, kuten voi havainnoida Jyväskylän seudun lumetilanteesta (Kuva 2). Lumipeite pysyi maassa huhtikuun loppupuolelle saakka. Esimerkiksi Jyväskylässä lumikausi päättyi 23.4.2018.



Kuva 2. Talven lumet vuonna 2017-2018 Jyväskylän seudulla (Ilmatieteen laitos).

Talven lumisuuden vuoksi ei päästy vertailemaan lumetonta hakkuualueita lumipeitteeseen alueeseen. Siksi suurin osa (9 kpl) tutkimuskohteista valittiin maantieteellisesti samalta alueelta; Kuopion seudulta. Kolme kohdetta Luumäeltä edusti Etelä-Suomea. Hankkeeseen valittiin yhteensä 12 tutkimuskohdetta.

Tutkimuskohteista 5 kpl oli talven 2017-2018 hakkuualueita (Taulukko 1). Syksyllä 2017 oli tehty hakkuut kolmessa kohteessa ja syksyltä 2018 saatiin yksi aivan tuoreita hakkuutähteitä sisältävä maanmuokkausalue. Yli vuoden vanhoja hakkuutähteitä sisältäviä tutkimuskohteita oli 3 kpl.



Pääosa tutkimuskohteista oli havupuuhakkuualueilla. Yhdessä kohteessa lehtipuutähteet olivat enemmistö. Tutkimuskohteissa maanmuokkaus tehtiin laikkumätästämällä kaivinkoneella. Kolmessa kohteessa maanmuokkauksen lisäksi koneistutettiin kuusentaimia. Joissain tutkimuskohteissa oli maahan jätettyjä hakkuutähteitä, joita kaivinkoneella siirrettiin pois maanmuokkauksen tieltä työn edetessä. Yhdessä kohteessa pelkästään siirrettiin hakkuutähteitä ajokoneella tienvarteen ilman maanmuokkausta.

Mittaukset kymmenessä tutkimuskohteessa tehtiin touko-kesäkuussa ennen juhannusta. Taulukon 1 kaksi viimeistä kohdetta mitattiin lokakuun alkupuolella.

*Taulukko 1. Tutkimuskohteet.*

<b>Hakkuualue</b>	<b>Hakkuun ajankohta</b>	<b>Hakkuutähte</b>	<b>Työtehtävä</b>	<b>Ulkoilman lämpötila ja kosteus</b>
Vehmersalmi	talvi 2017-2018	havupuu	laikkumätästys	17 °C, 59 %
Siilinjärvi	talvi 2017-2018	havupuu	laikkumätästys	21 °C, 34 %
Kaislastenlahti, Kuopio	talvi 2017-2018	havupuu	laikkumätästys	16 °C, 48 %
Maaninka	talvi 2017-2018	lehtipuu	laikkumätästys ja koneistutus	13 °C, 51 %
Siilinjärvi	talvi 2017-2018	havupuu	laikkumätästys ja koneistutus	17 °C, 40 %
Suonenjoki	talvi 2016-2017	havupuu	laikkumätästys	14 °C, 47 %
Inkilä, Luumäki	talvi 2016-2017	havupuu	laikkumätästys	6 °C, 70 %
Viuhkola, Luumäki	talvi 2016-2017	havupuu	laikkumätästys	7 °C, 69 %
Taavetti, Luumäki	syksy 2017	havupuu	hakkuutähteiden siirtely	8 °C, 60 %
Hirvilahti, Kuopio	syksy 2017	havupuu	laikkumätästys	21 °C, 28 %
Vehmersalmi	syksy 2017	havupuu	laikkumätästys ja koneistutus	5 °C, 79 %
Hirvilahti, Kuopio	syksy 2018	havupuu	laikkumätästys	9 °C, 82 %

## 3.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuskohteissa oli kerrallaan yksi työkone ja sitä ohjaava työntekijä. Työhygieenisiä näytteitä otettiin työkoneen ohjaamosta työntekijän hengitysvyöhykkeeltä. Samanaikaisesti otettiin vastaavat näytteet ulkoa maanmuokkausalueelta tuulen alapuolelta. Keski-tuulen nopeudet olivat heikkoa tai kohtalaista tuulta mittauksen aikana. Ulkoilmanäytteen-oton etäisyys työkoneeseen oli 20-100 metriä. Näytteenotot tehtiin klo 9-15 välisenä ai- kana sateettomina hetkinä. Jos aamulla esiintyi sumua, niin odotettiin sumun hälvene- mistä. Mittauspäivien säätiedot ennakoitiin ja varmistettiin Ilmatieteen laitokselta.

Kaikista otetuista ilmanäytteistä analysoitiin homeet, bakteerit ja niiden endotoksiinit sekä hengittyvä pöly. Työhygieenisiä ilmanäytteitä otettiin yhteensä 67 kpl. Maanmuokkausalu- eilla olleista hakkuutähteistä kerättiin noin 10 litran kokoiset kokoomanäytteet home- ja bakteerimäärityksiä varten. Materiaalinäytteitä otettiin yhteensä 12 kpl eli yksi jokaiselta maanmuokkausalueelta. Mittaus- ja analyysimenetelmät on kuvattu taulukossa 2.

*Taulukko 2. Ilman epäpuhtauksien ja hakkuutähteissä olleiden mikrobien määrittäminen menetelmät.*

<b>Altiste</b>	<b>Näytteenkeräys</b>	<b>Analyysi</b>	<b>Yksikkö</b>
Ilman endotoksiinit	keräys lasikuitusuodattimelle (IOM-keräin)	kineettinen kromogeeninen LAL-menetelmä	EU/m <sup>3</sup>
Ilman mikrobit	keräys polykarbonaattisuodattimelle	laimennossarja- ja viljelymenetelmä	pmy/m <sup>3</sup>
Hengittyvä pöly	keräys selluloosa-asetaat- tisuodattimelle (IOM-keräin)	punnitus	mg/m <sup>3</sup>
Hakkuutähteiden mikrobit	kokoomanäyte muovipussiin	laimennossarja- ja viljelymenetelmä	pmy/g

Työterveyslaitos on akkreditoitu testauslaboratorio T013 (FINAS-akkreditointipalvelut, EN ISO/IEC 17025). Endotoksiinien ja hengittyvän pölyn näytteenkeräys ja analyysit ovat ak- kreditoituja määrittämenetelmiä.



Haastattelulomaketta (Liite 1) käytettiin työkone tietojen kirjaamiseen yhdessä työntekijän kanssa. Lomakkeeseen kirjattiin mm. työkoneen ohjaamon ilmastointitiedot sekä ilman-suodattimien laatu, silmämääräinen puhtaus, vaihtoväli ja puhdistustapa. Tutkija otti valokuvia työkoneesta ja sen ilmansuodattimista sekä työntekijän työskentelytavasta työkoneella jokaisessa tutkimuskohteessa.

## 4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### 4.1 Työkoneiden tiedot

Tutkimuskohteiden työkoneiden ikä oli 2-18 vuotta; keskiarvo 10 vuotta (Taulukko 3). Tutkittuja työkoneita oli yhteensä 12 kpl. Seitsemässä työkoneessa oli toimiva ilmastointi. Yhdessä koneessa ei ollut ilmastointilaitetta eikä ilmansuodattimia lainkaan. Ohjaamon ilmastoinnin toimimattomuuteen oli useimmiten syynä kylmäaineen puute tai muutoin jäähdytyksen rikkoontuminen.

Työkoneen ikkunaa tai ovea pidettiin auki työn aikana 9 koneessa. Ohjaamon ilmansuodattimet puhdistettiin yleensä silloin, kun ohjaamon ei tullut ilmaa tai ilma tuntui tunkkaiselta. Useimpien koneiden ilmansuodattimet sisälsivät tarkistushetkellä joko kohtalaisesti tai runsaasti pölyä. Ilmansuodattimet puhdistettiin joko ravistelemalla tai paineilmalla. Täysin uusiin ne vaihdetaan koneen huollossa 6-12 kuukauden välein.

*Taulukko 3. Työkoneiden tiedot.*

<b>Työkoneen ikä vuosina</b>	<b>Toimiva ilmastointi</b>	<b>Ilmansuodattimien puhdistusväli kuukausina</b>	<b>Ilmansuodattimien vaihtoväli kuukausina</b>	<b>Ohjaamon ikkuna/ovi auki työn aikana</b>
2-18	7/12	0,5-6	6-12	9/12

### 4.2 Ilman epäpuhtaudet

Taulukkoon 4 on eritelty ulkoilmanäytteiden tulokset hakkuun ajankohdan mukaisesti. Tuloksista näkee, että pienimmät bakteeri- ja homesienipitoisuudet ovat maanmuokkauksessa, kun alueella on tuoreita hakkuutähteitä. Suurimmat epäpuhtauspitoisuudet ovat maanmuokkauksessa edellisen talven hakkuiden jälkeen. Silloin homesienipitoisuudet olivat maksimissaan yli 10 000 pmy/m<sup>3</sup>, samoin endotoksiinit olivat yli 90 EU/m<sup>3</sup> ja pölypitoisuus ylitti puupölyn HTP<sub>8h</sub>-arvon (2 mg/m<sup>3</sup>).





Taulukko 4. Hakkuualueen ulkoilmasta otettujen ilmanäytteiden tulokset maanmuokkaus-hetkellä.

Hakkuun ajankohta	Bakteerit (pmy/m <sup>3</sup> )	Homeet (pmy/m <sup>3</sup> )	Endotoksiinit (EU/m <sup>3</sup> )	Pöly (mg/m <sup>3</sup> )
Talvi 2016-2017	9 400 – 14 000	17 000 – 64 000	< 4,1 – 4,7	< 0,50
Syky 2017	1 300 – 5 100	4 400 – 22 000	< 2,3 – 11	< 0,38
Talvi 2017-2018	900 – 44 000	1 500 – 120 000	4,1 - 290	< 0,35 – 3,9
Syky 2018	< 200	6 500 – 7 300	< 2,9	< 0,46

Taulukosta 5 havaitaan selvästi, millainen vaikutus on ohjaamon ilman epäpuhtauspitoisuuksiin, kun ohjaamon ikkunaan tai ovea pidetään auki maanmuokkauksen aikana. Etenkin homesienipitoisuudet kohosivat hyvin korkeiksi ja ylittivät terveydelle haitallisen pitoisuuden (yli 10 000 pmy/m<sup>3</sup>). Endotoksiinien ja pölyjen keskiarvopitoisuudet pysyivät ohjaamoissa alle terveydelle haitallisten pitoisuuksien, mutta on mahdollista, että hetkittäin nekin kohosivat yli viitearvojen.

Taulukko 5. Työkoneen ohjaamosta otettujen ilmanäytteiden tulokset ohjaamon ikkunan/oven ollessa avoimena tai suljettuna.

Ohjaamon ikkuna/ovi	Bakteerit (pmy/m <sup>3</sup> )	Homeet (pmy/m <sup>3</sup> )	Endotoksiinit (EU/m <sup>3</sup> )	Pöly (mg/m <sup>3</sup> )
Auki	2 300 -120 000	2 300 – 1 100 000	2,0 - 21	< 0,33 – 0,52
Kiinni	160 – 2 900	1 500 – 5 900	< 2,3	< 0,38

### 4.3 Hakkuutähteiden mikrobit

Pääosa ilmaan pölyävistä mikrobeista ovat peräisin hakkuutähteistä (Taulukko 6). Tuoreissa hakkuutähteissä mikrobeita on vähän, mutta niiden määrät lisääntyvät nopeasti hakkuutähteiden jäädessä maahan suojaamattomina sateelta ja muulta kosteudelta. Alkuun bakteerien lisääntyvät reippaasti, mutta myös homeiden määrät lisääntyvät kuukausien kuluessa, kun puumassan hajoaminen etenee. On todennäköistä, että alkuun hakkuutähteissä lisääntyvät suurta kosteutta vaativat gram-negatiiviset bakteerit, jotka sisältävät endotoksiineja. Hakkuutähteiden kuivuessa niiden määrä vähenee, koska gram-negatiiviset

bakteerit eivät kestä kuivuutta ja auringon UV-säteilyä. Sitten niiden tilalle tulevat puumasaa hajottavat muut bakteerit ja homesienet.

*Taulukko 6. Hakkuutähteistä otetun materiaalinäytteen mikrobi tulokset maanmuokkaus-  
hetkellä.*

<b>Hakkuun ajankohta</b>	<b>Bakteerit (pmy/g)</b>	<b>Homeet (pmy/g)</b>
Talvi 2016-2017	21 000 000 – 46 000 000	2 000 000 – 4 600 000
Syky 2017	12 000 000 – 84 000 000	1 100 000 – 4 900 000
Talvi 2017-2018	4 800 000 – 35 000 000	750 000 – 3 800 000
Syky 2018	11 000 000	1 400 000 – 1 800 000

#### 4.4 Ilman laatu hakkuutähteiden ajokoneen ohjaamossa

Taulukossa 7 on esitetty kesällä 2017 maahan jätettyjen hakkuutähteiden siirtelyn aikana mitatut ilmanäytteiden tulokset ajokoneen ohjaamosta. Bakteeri- ja pölypitoisuudet olivat pieniä, mutta homepitoisuudet olivat suuria ajokoneessakin. Ohjaamon ikkuna oli osittain auki työskentelyn aikana.

*Taulukko 7. Ilmanäytteiden tulokset ajokoneen ohjaamosta hakkuutähteiden siirtelyn aikana.*

<b>Hakkuun ajankohta</b>	<b>Bakteerit (pmy/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Homeet (pmy/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Endotoksiinit (EU/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Pöly (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Kesä 2017	1 000	48 000 - 86 000	0,93	< 0,15



## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Talven hakkuiden aikana maahan jätetyt hakkuutähteet sisälsivät runsaasti bakteereita ja homeita. Valkoisen harson läsnäolon hakkuutähteiden päällä pystyi silmin havaitsemaan. Tällaisten hakkuutähteiden siirtely maanmuokkauksen tieltä aiheutti suuret epäpuhtauspitoisuudet ilmaan. Etenkin gram-negatiivisten bakteerien sisältämien endotoksiinien, homeisien ja puupölyn pitoisuudet ylittivät terveysperusteiset viitearvot maanmuokkauksessa keväällä hakkuuaukeilla.

On täysin mahdollista, että mikrobiologisia epäpuhtauksia hengitettäessä niistä aiheutuu maanmuokkaajille terveyshaittaa, kuten kuumeilua ja hengityselinoireita. Kesän edetessä ja hakkuutähteiden kuivussa varsinkin endotoksiinien määrät pienenevät. Joka tapauksessa homeita ja muita bakteereita esiintyi hakkuutähteissä muunakin aikana, joten hakkuutähteiden sisältämän pölyn kulkeutumista ohjaamoon ja hengittämistä tulee välttää kaikin mahdollisin keinoin.

Pölyämistä voisi vähentää siirtämällä hakkuutähteet tuoreeltaan hakkuun jälkeen (tienvarsij)kasoihin kuivumaan. Tuoreet hakkuutähteet pölisevät mikrobeita selvästi vähemmän kuin maahan kuukausiksi jätetyt hakkuutähteet.

Jos maanmuokkauksen voi etukäteen suunnitella siten, että työskentelee pääasiassa tuulen yläpuolella, niin se vähentää pölyn kulkeutumista koneen ohjaamoon. Tehtäessä maanmuokkausta pyörimällä 360 astetta kaivinkoneen ympäri koneen ohjaamo jää väkisin osan ajastaan tuulen alapuolelle, jolloin pölyille altistuminen on ilmeistä niinä hetkinä.

Työkoneen ohjaamon ilmastoitus tulee pitää kunnossa. Jos ohjaamon jäähdytys ei toimi, niin työntekijöiden on pakko työskennellä ikkuna tai ovi auki hakkuuaukeilla, joissa aurinko paistaa kuumasti. Ohjaamon ikkunoiden ja oven pitämistä auki lisäävät myös tukkeutuvat ilmansuodattimet, joita vaihdetaan uusiin vain kerran tai kaksi kertaa vuodessa. Ilmansuodattimien sijoitus työkoneessa tulisi olla sellainen, että niiden puhdistuksen pystyisi tekemään helposti milloin tahansa. Pikapuhdistus ravistelemalla ilmansuodatinta myötätuuleen tulisi ottaa rutiiniksi aina työvuoron jälkeen, jotta suodattimet pysyisivät mahdollisimman pitkään toimintakuntoisina. Paineilmapuhdistusta ei suositella, koska siinä saattaa rei'ittää huomaamatta ilmansuodattimen pinnan rikki ja toisaalta siinä herkästi pölyyttää samalla pölyt silmilleen ja hengityselimiin.



## LÄHTEET

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/54/EY. VL nro L 262, s. 21.

HTP-ARVOT 2018. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisu 9/2018. 104 s. ISBN 978-952-00-3937-0.

Laitinen S, Rytönen E, Jumpponen M, Ojanen K. 2014. Työympäristöriskien hallinta tienvarsihaketuksessa. Työterveyslaitos, Tietoa työstä -julkaisusarja, 39 s. ISBN 978-952-261-408-7.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus biologisten tekijöiden luokituksesta 921/2010.

The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemical and the Dutch Expert Committee on Occupational Safety. 144. Endotoxins. Arbete och Hälsa, 2011;45(4). 53 s. ISBN 978-91-85971-31-2.

Valtioneuvoston asetus terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavissa töissä 1485/2001.

Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi biologisista tekijöistä aiheutuvilta vaaroilta 933/2017.



## LIITTEET

Liite 1 Haastattelulomake



# METSÄMIESTEN SÄÄTIÖ

*Ihminen ja metsä*

## HAASTATELULOMAKE

MAANMUOKKAAJIEN JA ISTUTTAJIEN MIKROBIALTISTUS TYÖSSÄÄN -HANKE

Työntekijän nimi \_\_\_\_\_

Yrityksen nimi \_\_\_\_\_

Hakuupaikkakunta ja alue \_\_\_\_\_

Hakuutähteet  havupuuta

lehtipuuta

sekalaista

Hakuun ajankohta \_\_\_\_\_

Maanmuokkaustapa \_\_\_\_\_

Työkoneen merkki ja malli \_\_\_\_\_

Työkoneen käyttöikä \_\_\_\_\_ vuotta



- Onko koneen ohjaamossa ilmastointi  ei  on
- Onko ilmastointi  kiinteästi ohjaamoon asennettu  
 erillinen yksikkö
- Pystytkö säätämään ohjaamon lämpötilaa ilmastoinnilla  en  kyllä
- Onko ohjaamossa ilmansuodatin  ei  on, mikä \_\_\_\_\_
- Seuraatko ilmansuodattimen likaantumista  en  kyllä
- Tämän hetkinen suodattimen likaisuus silmämääräisesti  puhdas  
 vähän pölyä  
 kohtalaisesti pölyä  
 runsaasti pölyä
- Kuinka usein puhdistat suodattimen  päivittäin  
 kerran viikossa  
 kerran kuukaudessa  
 puolen vuoden välein  
 harvemmin
- Miten puhdistat sen  paineilmalla  
 ravistelemalla  
 vaihtamalla uuteen  
 erillisessä huollossa asia hoidetaan
- Jos vaihdat uuteen, niin kuinka usein  päivittäin  
 kerran viikossa  
 kerran kuukaudessa  
 puolen vuoden välein  
 harvemmin
- Onko työkoneen ikkuna tai ovi auki työn aikana  ei  on
- Kulkeutuuko pakokaasun hajua ohjaamoon  ei  kyllä

Metsänhoidon viimeisen vaiheen eli päätehakkuun jälkeen metsä täytyy uudistaa maanmuokkauksella ja puiden istutuksella metsälainsäädännön mukaisesti. Tehokkaassa metsätaloudessa tämä uudistusvelvoite halutaan toteuttaa mahdollisimman nopeasti jo ensimmäisenä keväänä hakkuun jälkeen. Tällöin uusistusalalle jätettyjen hakkuutähteiden maatumisen on vasta alkamassa ja niissä on runsaasti läsnä hajottajamikrobeita. Lumen alta paljastuneiden hakkuutähteiden on havaittu pölyävän voimakkaasti ja epäilty aiheuttavan sairastelua maanmuokkaajille.

Tässä raportissa kerrotaan, millaisia työterveysriskejä todettiin liittyvän hakkuutähteiden siirtelyyn maanmuokkauksen ja puunsaunon koneistutuksen aikana. Raportissa annetaan toimenpide-ehdotuksia työntekijään kohdistuvan mikrobi- ja pölyaltistuksen vähentämiseksi ja hallitsemiseksi. Hankkeen tuloksia voivat hyödyntää metsäalan työnantajat, koneyrittäjät ja heidän työterveyshuoltonsa.



Työterveyslaitos  
Arbetshälsainstitutet  
Finnish Institute of Occupational Health

PL 40, 00032 Työterveyslaitos

[www.ttl.fi](http://www.ttl.fi)

ISBN 978-952-261-865-8 (PDF)