Työterveyslaitos

Tietoa työstä

Työympäristöriskien hallinta tienvarsi-haketuksessa

Sirpa Laitinen
Esko Rytkönen
Mika Jumpponen
Kari Ojanen

Työterveyslaitos

Työympäristöriskien hallinta tienvarsihaketuksessa

Sirpa Laitinen, Esko Rytkönen, Mika Jumpponen ja Kari Ojanen

Työterveyslaitos

Helsinki 2014

Työterveyslaitos

Topeliuksenkatu 41 a A

00250 Helsinki

www.ttl.fi

Tietoa työstä -julkaisusarjassa julkaistaan tutkimusraportteja, koosteita ja selvityksiä Työterveyslaitoksen kaikilta tutkimusaloilta.

Valokuvat: Sirpa Laitinen, Kari Ojanen ja Esko Rytkönen

Piirrokset: Esko Rytkönen

Kansi: Mainostoimisto Albert Hall Finland Oy Ltd

© 2014 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 978-952-261-408-7 (PDF)

ESIPUHE

Metsähakkeen käyttö on lisääntymässä lämpö- ja voimalaitoksissa. Kun bioenergian tuotanto kasvaa, työntekijöiden työturvallisuus pitää saada hallintaan alan ammattilaisten työhyvinvoinnin ylläpitämiseksi ja parantamiseksi. Bioenergian tuotannossa työntekijöihin kohdistuu osin samoja työturvallisuus- ja terveysriskejä kuin perinteisessä maa- ja metsätaloustyössä. Näitä riskitekijöitä ovat mm. pölyt ja niiden sisältämät mikrobit, pakokaasut ja muut kaasut, melu, tärinä ja tapaturmariskit.

Tämän hankkeen tavoitteena oli selvittää metsähakkeen tuotannon (metsätähdekasojen haketus ja kantojen murskaus) työympäristöriskien suuruutta ja hallintakeinoja tienvarsihaketuksessa. Haketustyöntekijöiden altistumista eri haittatekijöille seurattiin työhygieenisillä mittauksilla ja videokuvauksen avulla toteutetulla visualisointimenetelmällä. Haastatteluilla ja työolosuhdekyselyllä selvitettiin työntekijöiden kokemuksia haketustyöstä.

Hankkeen tulosten pohjalta annetaan käytännön ohjeita alan yrityksille ja työterveyshuolloille työturvallisuusriskien huomioimiseksi ja vähentämiseksi. Tuloksia voivat hyödyntää myös kone- ja laitesuunnittelijat tuotekehityksessä.

Hankkeen toteuttaja oli Työterveyslaitos. Raportin kirjoittajat kiittävät erityisasiantuntija Maija Kirsiä ja erityismittaushygieenikko Juhani Rautiaista työhygieenisiin mittauksiin osallistumisesta. Suuret kiitokset kuuluvat myös Työterveyslaitoksen laboratoriohenkilöstölle näytteiden analysoimisesta.

Erityiskiitokset kuuluvat hankkeeseen osallistuneille yrityksille Haketuspalvelu M. Väisänen Oy, Kari Kuivalainen Oy, Kotimaiset Energiat Oy, Kuljetusliike Vaahterinen Oy ja Roteri Ay sekä heidän työntekijöilleen. Kiitämme myös Koneyrittäjien Liittoa ja Pohjois-Savon Koneyrittäjiä myötämielisestä suhtautumisesta tutkimukseen.

Tämä tutkimus oli osa Metsähyvinvointi-ohjelmaa ja sitä rahoitti myös Metsämiesten Säätiö. Lämpimät ja energiset kiitoksemme osoitetaan Metsämiesten Säätiölle.

Kuopiossa maaliskuu 2014

Tekijät

TIIVISTELMÄ

Kyselyn mukaan haketustyön haitallisimmat työympäristötekijät ovat pölyt, melu, tärinä ja lämpöolot. Lämpööloja ei tässä tutkimuksessa mitattu. Muiden mainittujen tekijöiden osalta hankkeen mittaustulokset tukevat kyselyn tuloksia.

Keskimääräinen melualtistus oli mittausten mukaan pienempi kuin meluasetuksen ylempi toiminta-arvo 85 dB(A). Melutaso ohjaamon ulkopuolella oli hakkurin käydessä selvästi korkeampi kuin ohjaamossa, ja se koettiin kyselyn mukaan haitalliseksi.

Istuimen keskimääräinen tärinä oli samaa luokkaa tai alempi kuin tärinäasetuksen toiminta-arvo 0,5 m/s^2. Tärinän hetkellinen voimakkuus vaihteli kuormaimen työvaiheiden mukana. Haastatteluissa merkittävimmäksi tapaturmariskeiksi koettiin liikkuminen hakkurin päällä sekä huolto- ja korjaustyöt sekä liikenteen riskit. Koneiden päällä liikkumisen riskitekijöinä mainittiin huonot kulkutiet. Portaiden/tikkaiden mitoitus, askelmien liukkaus ja huonot tai puuttuvat käsituet olivat yleisimmät puutteet. Kyselyssä haketustyön ruumiillinen ja varsinkin henkinen rasittavuus koettiin tapaturmariskiäkin suuremmaksi. Syitä henkiseen rasittavuuteen ei selvitetty tarkemmin.

Hankkeen mittauksissa mikrobit osoittautuivat todelliseksi työturvallisuusriskiksi. Homesienet, bakteerit ja niiden endotoksiinit ovat riskitekijöitä, jotka saattavat aiheuttaa työntekijöille hengityselinsairauksia hakkuutähteiden haketustyön seurauksena. Mikrobeita esiintyi erittäin runsaasti hakkuutähteissä. Haketuksen aikana hakkuutähteistä mikrobeita levisi ilmaan ja työkoneiden ohjaamoihin merkittäviä määriä. Hakkureiden ohjaamoissa voidaan altistua myös pakokaasun komponenteille (NO, NO_2 ja CO) varsinkin silloin, jos ohjaamon ilmanottoaukko on tuulen alapuolella auton ja/tai hakkurin pakoputkeen nähden.

Suuri merkitys isoon osaan työhygieenisistä ja tapaturma-altistumisista on hakkurikokonaisuuden rakenteen perusratkaisuilla (hakkurin käyttövoiman tuotto ja kuormaimen hallinta). Hankittaessa hakkuria, teknisten ja tuotannollisten ominaisuuksien lisäksi tämä on syytä ottaa huomioon tasavertaisena tuloksen tekijänä työntekijöiden terveyden ja turvallisuuden näkökulmasta. Työntekijään kohdistuvan altistuksen vähentämiseksi tulee tehdä myös teknisiä torjuntatoimenpiteitä ja kehittää työtapoja ja -prosesseja. Jos niillä ei saada terveysriskejä riittävän pieneksi työntekijöiden oleskeluvyöhykkeellä, varsinkin hengitysteitä ja silmiä ärsyttävältä pölyltä suojautumiseen tulee kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Etenkin hengityksensuojaimia käytettiin huonosti, vaikka hengitysteitä ärsyttävät pölyt ja homeen hajut koettiin suureksi haitaksi.

Tärkeimmät vinkit hyvään työhyvinvointiin haketustyössä:

- Työkoneiden sijoittelu haketuspaikalla tulee suunnitella niin, että ohjaamot sijoittuvat tuulen yläpuolelle hakkuriin nähden.
- Kaikkien työntekijöiden, niin hakettajien kuin autonkuljettajien on vältettävä liikkumista haketusalueella haketuksen ja kuormauksen aikana.
- Varoetäisyyksiä koneisiin on noudatettava.
- Haketuksen jälkeen on odotettava hetki – ainakin niin kauan, että silmämääräisesti näkyvä pöly ennättää hävitä ulkoilmasta – ennen kuin poistutaan ohjaamoista tai muutoin tullaan haketusalueelle.
- Ohjaamoiden ja ajoneuvojen ikkunat ja ovet on pidettävä ehdottomasti kiinni haketuksen aikana.
- Ohjaamoiden ilmastointiin ja ilmansuodatukseen tulee kiinnittää nykyistä enemmän huomiota.
- Ohjaamoiden ilmansuodattimien säännöllinen vaihto ja sisätilojen siistiminen vähentävät mikrobeita ja muita pölyjä ohjaamoista.
- Paineilman käyttöä tulee välttää hakkurin, ajoneuvojen, työvälineiden yms. puhdistuksessa, jollei käytä samanaikaisesti hengityksensuojainta ja suojalaseja.
- Hengityksensuojaimista paras malli toistuvaan, pitempiaikaiseen käyttöön on moottoroitu puhallinsuojain varustettuna P3-luokan hiukkassuodattimella.
- Lyhytaikaisessa, korkeintaan 2 tuntia kestävässä työssä voi käyttää kevytsuojainta FFP3 hengityksensuojaimena.
- Kuulonsuojainten käyttö on suositeltavaa ja tarpeetonta oleskelua hakkurin lähellä sen käydessä tulee välttää.
- Varoitusvaatetus ja suojakypärä ovat suositeltavia käytettäväksi hakkuri- ja murskaintyömailla liikuttaessa.

SISÄLTÖ

1 Johdanto 3
2 Mittauskohteet 4
3 Mittausmenetelmät 5
4 Mittaustulokset ja niiden tarkastelu 7
4.1 Mikrobit ja niiden endotoksiinit 7
4.1.1 Johtopäätökset 9
4.2 Pölyt ja kaasut 10
4.2.1 Hengittyvä pöly ja kiteinen piidioksidi 10
4.2.2 Pölypitoisuuden vaihtelu 11
4.2.3 Kaasut ja kaasupitoisuuksien vaihtelu 12
4.2.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) 14
4.2.5 Johtopäätökset 15
4.3 Melu 16
4.3.1 Melualtistuksen mittaustulokset 16
4.3.2 Meluntorjuntakokeilu hakkurin 1 ohjaamossa 18
4.4 Istuimen tärinä 20
4.4.1 Mittaustulokset 20
4.4.2 Istuintärinän visualisointi 20
5 Tapaturmariskien arviointi 24
6 Kyselyn muita tuloksia 30
Lähteet 33
Liitteet 34

1 JOHDANTO

Tavoitteena oli selvittää metsähakkeen tuotannon riskien suuruutta ja hallintamahdollisuuksia tienvarsihaketuksessa. Vuosien 2012–2013 aikana tehtiin olosuhdeselvityksiä neljästä rumpuhakkurista. Tutkitut olosuhdetekijät olivat

- ilman mikrobit sekä bakteereista peräisin olevat endotoksiinit
- hakkeen mikrobit
- ilman pöly, kaasut ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet
- melu ja tärinä
- tapaturmariskit

Lisäksi Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyöpyynnön perusteella mitattiin yhden murskaimen melu ja tärinä. Kyselyn avulla selvitettiin hakkurien kuljettajien arvioita työolosuhteista.

Tämä tutkimus on osa Metsähyvinvointi-ohjelmaa. Ohjelman aloitteen tekijä ja rahoittaja on Metsämiesten Säätiö ja koordinoivana asiantuntijana toimii Työterveyslaitos.

2 MITTAUSKOHTEET

Mittauskohteina oli neljä rumpuhakkuria ja yksi murskain (taulukko 1).

Taulukko 1. Mittauskohteet ja -olosuhteet.

Mittaus-päivä	Kohde	Haketettava materiaali	Kuormaimen ohjaus	Käyttöön-ottovuosi	Ulkoilman lämpötila ja suht. kosteus
24.5.2012	hakkuri 1	havupuuvaltainen hakkuutähde, ikä n. 300 päivää	kuormaimen ohjaamo	2011	14ºC 30–40 %
26.11.2012	murskain	kuusen kannot pilkottuna 2-4 osaan, ikä n. 1 v	kuormaimen ohjaamo	2012	
29.11.2012	hakkuri 2	havupuuvaltainen hakkuutähde, ikä n. 2-3 v	hakkurin ohjaamo	2007	-11ºC 80–90 %
23.9.2013	hakkuri 3	kuusivaltainen hakkuutähde, ikä n. 400 päivää	kuormaimen ohjaamo	2013	9ºC 70–80 %
5.11.2013	hakkuri 4	kokopuu, kuusi, Ø max 40 cm ja havupuuvaltainen hakkuutähde, ikä n. 1 v	auton ohjaamo	2013	3ºC 80–90 %

3 MITTAUSMENETELMÄT

Ilman epäpuhtauksien ja hakkeen mikrobien mittausmenetelmät on kuvattu taulukossa 2. Haketetun materiaalin kosteus määritettiin standardin CEN/TS 14774-2 (1) mukaisesti.

Taulukko 2. Ilman epäpuhtauksien ja hakkeen mikrobien mittausmenetelmät.

Altiste	Näytteenkeräysmenetelmä	Analyysimenetelemä	Yksikkö
Ilman mikrobit	keräys polykarbonaatti-suodattimelle (CAMNEA)	viljelymenetelmä	cfu/m^3
Ilman endotoksiinit	keräys lasikuitusuodattimelle (IOM-keräin)	kineettinen kromogeeninen menetelmä	EU/m^3
Hakkeen mikrobit	näyte hakkeesta muovipussiin	viljelymenetelmä	cfu/g *
Hengittyvä pöly	selluloosa-asetaattisuodatin (IOM-keräin)	punnitus	mg/m^3
Kiteinen piidioksidi	selluloosa-asetaattisuodatin (IOM-vaahtokeräin tai sykloni)	infrapunaspektrometria	mg/m^3
Pölyn keuhkojae PM_{10}	suora osoitus (Grimm 1.008, DustTrak)	valon sironta	mg/m^3
Kaasut	suora osoitus (Dräger 5600, x-am 7000)	sähkökemiallinen kenno	ppm
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet	termodesorptioputki	kaasukromatografia-massaspektrometria	µg/m^3

* cfu = colony forming unit eli kasvatusalustalle pesäkkeen muodostava yksikkö

**EU = Endotoxin Unit eli endotoksiiniyksikkö

Melun A-äänitasot rekisteröitiin työntekijän mukana kannettavalla meluannosmittarilla Larson-Davis 706 yhden sekunnin tai yhden minuutin jaksoina ($L_{Aeq,1s}$ tai $L_{Aeq,1min}$). Tulok-

sena saatiin melun ajallista vaihtelua kuvaava meluprofiili sekä koko mittausjakson keskiäänitaso. Kuvassa 1 on mittauslaitteita työntekijään kiinnitettyinä.

Istuimen tärinämittaukset tehtiin Larson & Davis HVM100 -mittarilla ja kehotärinäanturilla PCB 356B41 standardin ISO 2631-1:1997 (2) mukaisesti. Kehotärinäanturi asetettiin mitattavan koneen istuimelle (kuva 2).

Kuva 1. Mittalaitteita työntekijään kiinnitettyinä. *Kuva 2. Tärinäanturi istuimella.*

Istuimen tärinää mitattiin myös videokuvauksen avulla toteutetulla visualisointimenetelmällä (PIMEX).

Tapaturmariskien kartoitus tehtiin haastattelemalla hakkurin ja haketusauton kuljettajia ja tapaturmiin liittyvillä kysymyksillä postikyselyssä.

Koneyrittäjien Liiton kautta haketusyrittäjille ja heidän työntekijöilleen lähetetty kyselylomake on liitteenä 1.

4 MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

4.1 Mikrobit ja niiden endotoksiinit

Hakkuutähdehakkeesta otettujen materiaalinäytteiden analyysitulokset ovat taulukossa 3. Haketuksen aikana otettujen ilmanäytteiden homesieni- ja bakteeripitoisuudet on esitetty taulukoissa 4 ja 5 sekä endotoksiinien pitoisuudet taulukossa 6.

Taulukko 3. Materiaalinäytteiden analyysitulokset.

Kohde	Hakkeen kosteus (%)	Homesienet grammassa haketta (milj. cfu/g)	Bakteerit grammassa haketta (milj. cfu/g)
Hakkuri 1	52[a]	1–3	8–14
Hakkuri 2	44[a]	5–9	85
Hakkuri 3	25[a]	5–18	26–43
Hakkuri 4	36[a]	3-4	110
	51[b]	1-2	10

a oksat ja latvat, b kokopuu

Materiaalinäytteistä tunnistettuja mikrobisukuja ja -lajeja: *Absidia, Aspergillus niger, Aspergillus penicillioides, Aureobasidium, Cladosporium, Exophiala, Geomyces, Mucor, Oidiodendron, Penicillium, Rhinocladiella, Sphaeropsidales, Streptomyces, Thysanophora, Trichoderma* sekä punaiset että vaaleat hiivat. Mesofiiliset bakteerit, *Penicillium*-homesienet ja hiivat olivat yleisimmät mikrobit haketetussa materiaalissa.

Homesieniä ja bakteereita esiintyi erittäin runsaasti hakkuutähteissä. Tunnistetut mikrobisuvut ja –lajit olivat tyypillisiä hajottajia, jotka aloittavat puu- ja vihermassan muuttamisen mullaksi. Lämpökestoisia (termotolerantteja) ja lämmössä viihtyviä (termofiilisiä) mikrobeita ei havaittu esiintyvän. Hakkuutähdekasat olivat niin hataria ja ilmavia, että mikrobien hajotustoiminnasta aiheutuvaa lämpenemistä ei päässyt niissä tapahtumaan.

Hakkuutähteen kosteudella tai iällä (n. 1-3 vuotta) ei ollut selvää vaikutusta haketetun materiaalin mikrobimääriin. Hakkuutähteen kosteus vaihteli 25–52 %. Kuivemmassa ja ältään vanhemmassa hakkuutähteessä saattoi esiintyä hieman enemmän mikrobeita kuin kosteammassa ja tuoreemmassa hakkuutähteessä.

Haketuksen aikana hakkuutähteiden mikrobit levisivät ilmaan. Kaikki hakkurit levittivät mikrobeita tehokkaasti ilmaan riippumatta hakkurin merkistä, tyypistä, lisävarusteista tai iästä.

Taulukko 4. Ilmanäytteiden homesienipitoisuudet (cfu/m^3).

Kohde	Haketettavan kasan vierestä (milj.)	Ohjaamo	Hakettajan hengitysvyöhyke	Tausta
Hakkuri 1	0,3-0,4	44 000 – 45 000	14 000 – 35 000	100 – 620
Hakkuri 2	0,8-1,7	23 000 – 30 000	84 000 – 89 000	1 100 – 1 800
Hakkuri 3	2,3-2,8	49 000 – 80 000	67 000 – 180 000	2 700 – 6 800
Hakkuri 4	3,3-5,0	11 000 – 15 000	19 000 – 37 000	800

Taulukko 5. Ilmanäytteiden bakteeriipitoisuudet (cfu/m^3).

Kohde	Haketettavan kasan vierestä	Ohjaamo	Hakettajan hengitysvyöhyke	Tausta
Hakkuri 1	32 000	5 500	2 000	-
Hakkuri 2	650 000	14 000	40 000	4 600
Hakkuri 3	490 000	16 000	16 000	3 800
Hakkuri 4	240 000	1 500	6 400	-

- = pitoisuus alle määritysrajan

Taulukko 6. Ilmanäytteiden endotoksiinipitoisuudet (EU/m^3).

Kohde	Haketettavan kasan vierestä	Ohjaamo	Hakettajan hengitysvyöhyke	Tausta
Hakkuri 1	1 600	24	-	-
Hakkuri 2	86 000	2,5	41	< 2,5
Hakkuri 3	5 200	-	5,0	-
Hakkuri 4	8,3	-	-	-

- = pitoisuus alle määritysrajan

Haketettavan kasan viereltä mitatut ilman homesieni- ja bakteeripitoisuudet olivat erittäin korkeita jokaisessa mittauskohteessa. Gram-negatiivisten bakteereiden sisältämän endotoksiinin ilmapitoisuudet olivat myös suuria ylittäen terveysperusteisen viitearvon (90 EU/m^3) moninkertaisesti erityisesti kohteissa 1-3. Endotoksiinipitoisuus ulkoilmassa oli kohteessa 4 poikkeuksellisen pieni, vaikka ilman bakteeripitoisuudet olivat samanaikaisesti yhtä korkeita kuin muissakin kohteissa. Siksi kyseinen tulos on ilmeisesti mittausvirhe.

Kaikkien hakkureiden ohjaamoihin kulkeutui näitä samoja mikrobeja, etenkin homesieniä merkittäviä määriä. Ilman mikrobipitoisuudet olivat ohjaamoissa kuitenkin noin 10–300 kertaa pienempiä kuin haketettavan kasan vierellä ulkona. Ohjaamoissa ilman endotoksiinipitoisuudet olivat alle endotoksiinien viitearvon.

Vaikka hakkurit pyrittiin sijoittamaan niin, että ohjaamot olivat haketukseen nähden tuulen yläpuolella, pieni-itiölliset mikrobit pääsivät silti kulkeutumaan ohjaamoihin. Korkeimmat mikrobipitoisuudet mitattiin ohjaamoista, jotka sijaitsivat hakkurin yläpuolella. Auton ohjaamoon sijoitetussa hakkurin hallinnassa (hakkuri 4) mikrobipitoisuudet olivat pienempiä kuin erillisissä kuormaimen tai hakkurin ohjaamoissa.

Työntekijän (hakettajan) hengitysvyöhykkeellä homesienipitoisuudet olivat suuria, korkeimmillaan 180 000 cfu/m^3. Bakteereitakin esiintyi pahimmillaan kymmeniä tuhansia ilmakuutiometrissä, vaikka endotoksiinipitoisuudet olivat alle viitearvon.

Yleensä työntekijän hengitysvyöhykenäytteissä esiintyi enemmän mikrobeita kuin ohjaamoissa. Tämä johtunee siitä, että työntekijät poistuivat ohjaamoista työskentelyn aikana, varsinkin hakkuria siirrettäessä, ja ilmeisesti mikrobit eivät olleet vielä ennättäneet hävitä haketusalueen ulkoilmasta.

4.1.1 Johtopäätökset

Työntekijään kohdistuvan mikrobialtistuksen vähentämiseksi tulee tehdä teknisiä torjuntatoimenpiteitä ja muutoksia työtapoihin. Jos niillä ei saada mikrobipitoisuuksia riittävän pieniksi työntekijöiden oleskeluvyöhykkeellä, niin sitten tulee turvautua henkilönsuojainten käyttöön.

- Kaikkien työntekijöiden - niin hakettajien kuin autonkuljettajien - liikkumista haketusalueella on vältettävä haketuksen ja kuormauksen aikana.
- Haketuksen jälkeen on odotettava hetki – ainakin niin kauan, että silmämääräisesti näkyvä pöly ennättää hävitä ulkoilmasta – ennen kuin poistutaan ohjaamoista tai muutoin tullaan haketusalueelle.

- Ohjaamoiden ja ajoneuvojen ikkunat ja ovet on pidettävä ehdottomasti kiinni haketuksen aikana.
- Ohjaamoiden ilmansuodatukseen tulee kiinnittää nykyistä enemmän huomiota:
    - Karkea G-luokan ilmansuodatin (P1) ei pysty estämään varsinkaan pieniitiöllisten mikrobien kulkeutumista ohjaamoihin.
    - Hieno F-luokan hienosuodatin (P2) tai H-luokan hepasuodatin (P3) tarvitaan mikrobien poistoon.
    - Ohjaamon ovien ja ikkunoiden tiivisteet on pidettävä kunnossa, jotta ohjaamoon muodostuu ylipaine estämään ilmavuodot ulkoa ohjaamoon.
    - Paras vaihtoehto on asentaa ohjaamoon ylipainesuodatinjärjestelmä.
- Ohjaamoiden ilmansuodattimien säännöllinen vaihto ja sisätilojen siistiminen vähentävät mikrobeita ja muita pölyjä ohjaamoista.
- Paineilman käyttöä tulee välttää hakkurin, ajoneuvojen, ym. vastaavien puhdistuksessa, jollei käytä samanaikaisesti hengityksensuojainta ja suojalaseja:
    - Toistuvaan, pitempiaikaiseen käyttöön soveltuu parhaiten moottoroitu puhallinsuojain varustettuna P3-luokan hiukkassuodattimella.
    - Lyhytaikaisessa, korkeintaan 2 tuntia kestävässä työssä voi käyttää kevytsuojainta FFP3.
    - Edellä mainitut hengityssuojaimet ovat suositeltavia käytettäväksi muutoinkin työskenneltäessä ulkona haketusalueella.

4.2 Pölyt ja kaasut

4.2.1 Hengittyvä pöly ja kiteinen piidioksidi

Taulukossa 7 on esitetty hengittyvän pölyn ja kiteisen piidioksidin pitoisuudet hakkurin ohjaamoissa ja hakkurin vieressä.

Taulukko 7. Hengittyvän pölyn ja kiteisen piidioksidin pitoisuudet (mg/m³).

Kohde	Hengittyvä pöly (mg/m³)	Kiteinen piidioksidi (mg/m³)
Hakkuri 1,		
ohjaamo	alle 0,3	alle 0,013
Hakkuri 2		
ohjaamo	alle 0,3	-
Hakkuri 3		
ohjaamo	alle 0,65 – alle 0,7	-
hakkurin vieressä	13	
Hakkuri 4		
ohjaamo	0,69 – alle 0,9	-
hakkurin vieressä	alle 0,6 – 1,1	

- = alveolijakeisen pölyn vähyyden takia näytteitä ei voitu analysoida

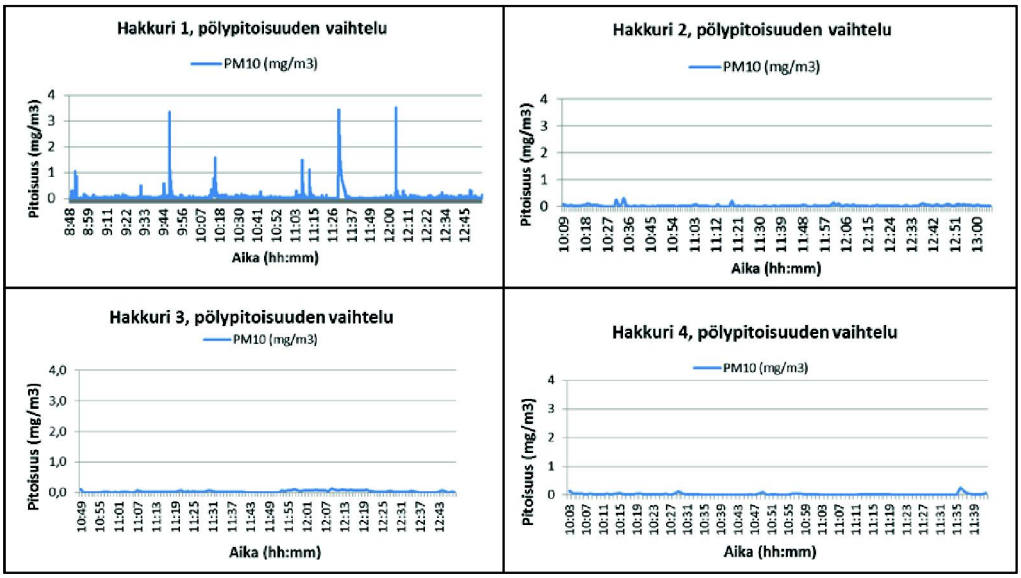
Suurimmat hengittyvän pölyn pitoisuudet mitattiin hakkurin 3 vierestä haketuksen aikana, jossa pitoisuus oli 2,5 – kertainen orgaanisen pölyn kahdeksan tunnin haitalliseksi tunnettuun pitoisuuteen (HTP_{8h}) verrattuna. Hakkurin 4 vierestä haketuksen aikana pitoisuus oli enimmillään 22 % pölyn HTP_{8h} – arvosta.

Hakkurien 1 ja 2 ohjaamoista mitatut hengittyvän pölyn pitoisuudet olivat pieniä, alle 6 % orgaaniselle pölylle asetetusta kahdeksan tunnin haitalliseksi tunnetusta pitoisuudesta (HTP_{8h}). Myös hakkurien 3 ja 4 ohjaamoista mitatut hengittyvän pölyn pitoisuudet olivat pieniä, alle 18 % orgaaniselle pölylle asetetusta kahdeksan tunnin haitalliseksi tunnetusta pitoisuudesta (HTP_{8h}).

Kiteisen piidioksidin pitoisuus hakkurin 1 ohjaamossa oli alle 26 % kiteiselle piidioksidille asetetusta kahdeksan tunnin haitalliseksi tunnetusta pitoisuudesta (HTP_{8h}). Hakkureiden 2-4 ohjaamoista otettujen kvartsinäytteiden alveolijakeisen pölyn vähyyden takia kvartsinäytteitä ei voitu analysoida.

4.2.2 Pölypitoisuuden vaihtelu

Kuvassa 3 on esitetty pölyn keuhkojakeen (PM_{10}) pitoisuuden vaihtelut hakkureiden ohjaamoissa.



Kuva 3. Pölyn keuhkojakeen (PM_{10}) pitoisuuden vaihtelut hakkureiden ohjaamoissa.

Hakkurin 1 ohjaamossa pölypitoisuuden (PM_{10}) keskiarvo oli alle 0,1 mg/m^3 ja hetkellinen huippupitoisuus 3,5 mg/m^3. Hakkurin 2 ohjaamossa pölypitoisuuden (PM_{10}) keskiarvo oli alle 0,1 mg/m^3 ja suurin hetkellinen huippupitoisuus oli 0,3 mg/m^3. Hakkureiden 3 ja 4 ohjaamoissa pölypitoisuuden (PM_{10}) keskiarvot olivat myös alle 0,1 mg/m^3 ja suurimmat hetkelliset huippupitoisuudet olivat 0,1 mg/m^3 (Kuva 3).

Myös pölypitoisuuksien vaihteluja tarkastellessa havaitaan, että keskimääräiset pölypitoisuudet ovat pieniä kaikkien mittauksien kohteena olevien hakkureiden ohjaamoissa. Hakkurin 1 ohjaamossa havaitaan kuitenkin hetkellisiä pölypitoisuuden kohoamisia, jolloin kuljettaja altistuu hetkellisesti suuremmille pölypitoisuuksille kuin muiden hakkureiden kuljettajat (kuva 3).

4.2.3 Kaasut ja kaasupitoisuuksien vaihtelu

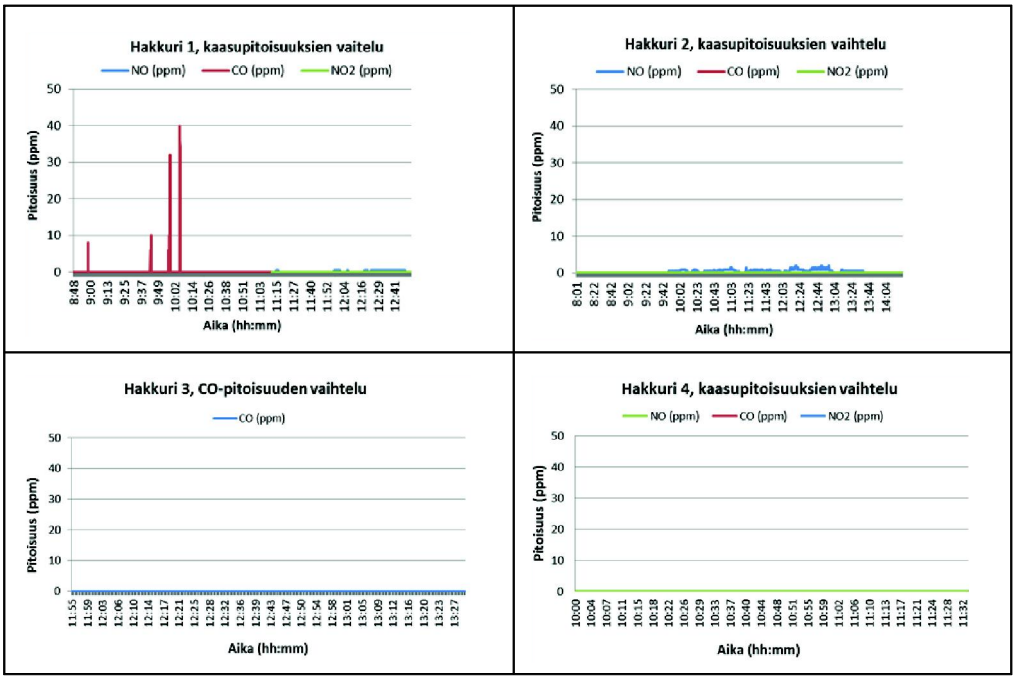
Taulukossa 8 on esitetty kaasupitoisuuksien (ppm) keskiarvot ja kaasupitoisuuksien suurimmat yksittäiset pitoisuushuiput hakkurin ohjaamossa. Pitoisuushuiput (ppm) on ilmoitettu taulukossa sulkujen sisällä.

Taulukko 8. Kaasupitoisuuksien keskiarvot ja suurimmat yksittäiset pitoisuudet (ppm).

Kohde	Typpioksidi NO (ppm)	Hiilimonoksidi CO (ppm)	Typpidioksidi NO_2 (ppm)	Hiilidioksidi CO_2 (ppm)
Hakkuri 1	0,2 (0,5)	0,1 (40)	alle 0,1	400 (2200)
Hakkuri 2	0,4 (2,0)	alle 0.1	alle 0,1	alle 1000
Hakkuri 3	-	alle 0,1	-	1100 (2600)
Hakkuri 4	alle 0,1	alle 0.1	alle 0,1	650 (1700)

- = ei mittaustuloksia mittarivian vuoksi.

Kuvassa 4 on esitetty kaasupitoisuuksien (ppm) vaihtelut hakkureiden ohjaamoissa.



Kuva 4. Kaasupitoisuuksien vaihtelut hakkureiden ohjaamoissa.

Typpioksidipitoisuuden keskiarvo oli hakkurin 1 ohjaamossa 0,8 % (huippupitoisuus 2 % HTP_{8h}-arvosta) ja hakkurin 2 ohjaamossa 1,6 % (huippupitoisuus 8 % HTP_{8h}-arvosta) typpioksidin HTP_{8h}-arvosta. Hakkurin 4 ohjaamossa typpioksidipitoisuuden keskiarvo oli alle 3,3 % typpioksidin HTP_{8h}-arvosta.

Hiilimonoksidipitoisuuden keskiarvo oli hakkurin 1 ohjaamossa 0,3 % (huippupitoisuus 53 % HTP_{15mi}n-arvosta, (kuva 4) ja hakkureiden 2-4 ohjaamossa hiilimonoksidipitoisuuden keskiarvo alle 0,3 % hiilimonoksidin HTP_{8h}-arvosta.

Typpidioksidipitoisuuksien keskiarvot olivat hakkurien 1, 2 ja 4 ohjaamoissa alle 3,3 % typpidioksidin HTP_{8h}-arvosta.

Hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli hakkurin 1 ohjaamossa 8 % (huippupitoisuus 44 % HTP_{8h}-arvosta) ja hakkurin 2 ohjaamossa hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli alle 20 % hiilidioksidin HTP_{8h}-arvosta. Hakkurin 3 ohjaamossa hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli 22 % (huippupitoisuus 52 % HTP_{8h}-arvosta) ja hakkurin 4 ohjaamossa hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli 13 % hiilidioksidin HTP8h-arvosta (huippupitoisuus 34 % HTP_{8h}-arvosta).

Kaasupitoisuuksien keskiarvoja tarkastelemalla (taulukko 8) havaitaan, että hakkureiden 1 ja 2 ohjaamoissa altistutaan pakokaasujen komponenteille, kuten typpioksidille ja hiilimonoksidille (hakkurin 1 ohjaamossa) ja typpioksidille (hakkurin 2 ohjaamossa). Hakkurin 1 ohjaamossa havaitaan olevan hetkellisesti myös merkittäviä hiilimonoksidipitoisuuksia (kuva 4), jolloin välttämättömiä toimenpiteitä tarvitaan riskien vähentämiseksi. Hakkureiden ohjaamoissa voidaan altistua pakokaasun komponenteille (NO, NO_2 ja CO), varsinkin silloin jos ohjaamo (ilmanottoaukko) on tuulen alapuolella hakkurin pakoputkeen nähden. Pakokaasun komponenttien pitoisuudet ovat ohjaamoissa pääasiassa pieniä, hiilimonoksidin ollessa ko. komponenteista suurin yksittäinen altiste.

Hakkureiden ohjaamoiden hiilidioksidipitoisuudet olivat pääasiassa pieniä. Hetkellisesti hiilidioksidipitoisuudet kohosivat keskiarvopitoisuuksia selvästi suuremmaksi, minkä voi lisätä hakkureiden kuljettajien väsymyksen oireita varsinkin jos tuloilman asetus on pienimmillään tai ilma ei muusta syystä vaihdu riittävästi hakkureiden ohjaamoissa.

4.2.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Taulukossa 9 on esitetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC), terpeenit ja niiden johdannaisten yhteispitoisuudet sekä hiilivetyseosten ja glykolien yhteispitoisuudet hakkureiden ohjaamoissa.

Taulukko 9. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tulokset (µg/m³).

Kohde	TVOC (µg/m³)	Terpeenit ja niiden johdannaiset (µg/m³)	Hiilivetyseokset ja glykolit (µg/m³)
Hakkuri 1	300	87	185
Hakkuri 2	100	3	68

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) olivat pieniä. TVOC-pitoisuudet täyttivät hakkureiden ohjaamossa Työterveyslaitoksen hyvälle teollisuusilmalle asetetun tavoitetason (TVOC 300 µg/m³).

4.2.5 Johtopäätökset

Hakkureiden ohjaamoissa esiintyi yksittäisistä yhdisteryhmistä hiilivetyseoksia ja glykoleja, jotka ovat todennäköisesti peräisin hakkureiden ja haketusajoneuvojen polttoaineista, voiteluaineista, hydrauliikkaöljyistä ja jäähdytinnesteistä. Terpeenit ja niiden johdannaiset ovat pääasiassa peräisin haketettavasta materiaalista.

Hakkureiden ohjaamoista mitatut hengittyvän pölyn pitoisuudet olivat pieniä samoin kuin hakkurin 1 ohjaamosta mitatun kiteisen piidioksidin pitoisuus. Myös haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet ovat olleet ohjaamoissa pieniä.

Hakkureiden ohjaamoissa voidaan altistua pakokaasun komponenteille (NO, NO_2 ja CO), varsinkin silloin jos ohjaamo (ilmanottoaukko) on tuulen alapuolella hakkurin pakoputkeen nähden. Pakokaasun komponenttien pitoisuudet ovat olleen ohjaamoissa pääasiassa pieniä, hiilimonoksidin ollessa ko. komponenteista suurin yksittäinen altiste, jonka pitoisuus on noussut hetkittäin merkittäväksi.

Hetkellisesti hiilidioksidipitoisuudet voivat kohota hiilidioksidin keskiarvopitoisuuksia selvästi suuremmaksi. Tämä voi lisätä hakkureiden kuljettajien väsymyksen oireita varsinkin silloin, jos tuloilman asetus on pienimmillään tai ilma ei muusta syystä vaihdu riittävästi hakkureiden ohjaamoissa.

Suurimmat hengittyvän pölyn pitoisuudet mitattiin hakkurin 3 vierestä haketuksen aikana, jossa pitoisuus ylitti orgaanisen pölyn haitalliseksi tunnetun pitoisuuden.

Hakkurin 4 vierestä haketuksen aikana orgaanisen pölyn pitoisuus oli selvästi suurempi kuin hakkurin ohjaamossa. Haketuksen aikana hakkurin läheisyydessä liikuttaessa tulisi käyttää P3-luokan suodattimella varustettuja hengityksen suojaimia, jotta orgaanisen pölyn haitoilta voitaisiin suojautua.

4.3 Melu

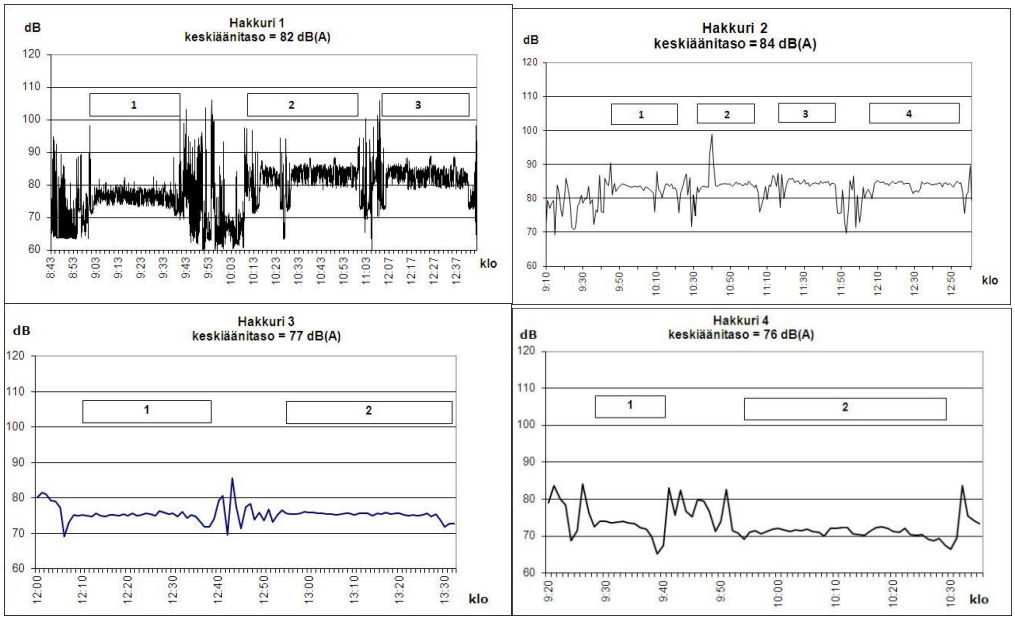
4.3.1 Melualtistuksen mittaustulokset

Meluannosmittausten tulokset ovat taulukossa 10. Vastaavat meluprofiilit ovat kuvissa 5 ja 6, ja niihin on merkitty yhden kuorman haketus/murskausaika numeroituna kenttänä eli kunkin mittauksen aikana haketettiin 2-4 kuormaa. Hakkurilla 1 yksittäisen mittausjakson pituus eli integrointiaika oli 1 s, ja siksi profiilin vaihteluväli on suurempi kuin muissa mittauksissa, joissa yksittäisen mittausjakson pituus oli 1 min.

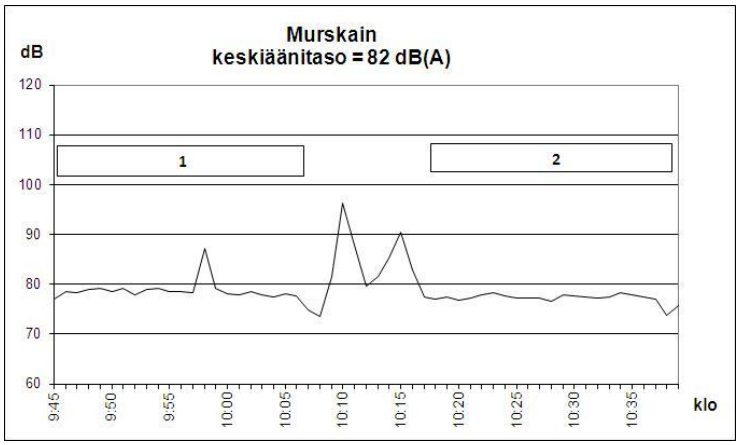
Taulukko 10. Meluannosmittausten tulokset.

Kohde	Mittauksen kokonaisaika	Keskiäänitaso L_{Aeq} dB(A)
hakkuri 1	3 h	82
hakkuri 2	4 h	84
hakkuri 3	1,5 h	77
hakkuri 4	1,5 h	76
murskain	1 h	82

Kolmen mittauksen keskiäänitaso ylittää Valtioneuvoston meluasetuksessa (3) annetun alemman toiminta-arvon 80 dB, mutta ei ylitä ylempää toiminta-arvoa 85 dB.



Kuva 5. Hakkurien meluannosmittausten tulokset. Haketusjaksot on merkitty kuvaajien yläpuolelle numeroin.



Kuva 6. Murskaimen meluannosmittauksen tulokset.

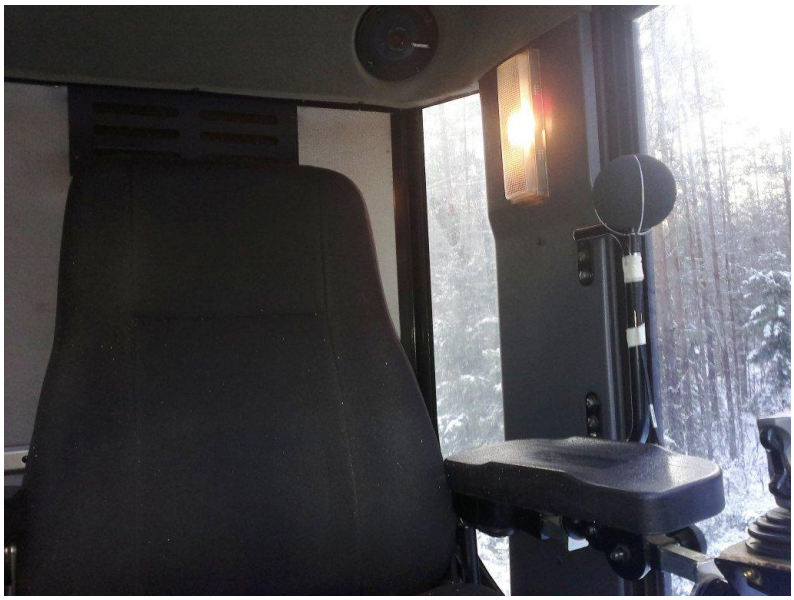
Kuvasta 5 nähdään, että hakkurilla 1 haketuksen aikana ohjaamon melutaso oli ensimmäisen kuorman haketuksessa noin 77 dB, toisen noin 84 dB ja kolmannen kuorman haketuksessa noin 83 dB. Ero johtuu siitä, että eri kuormia haketettaessa hakkuri oli

käännettynä eri suuntiin kuormaimeen nähden. Muissa mittauksissa hakkuri oli kiinteästi asennettu alustalleen, ja vastaavia kuormien välisiä eroja ohjaamomelussa ei ollut. Hakkurilla 4 ensimmäinen haketusjakson aikana haketettiin kokopuuta ja toisen jakson aikana hakkuutähteitä. Kokopuun haketus oli pari desibeliä meluisampaa. Kaikissa mittauksissa työskentely ohjaamon ulkopuolella oli ajoittain meluista.

4.3.2 Meluntorjuntakokeilu hakkurin 1 ohjaamossa

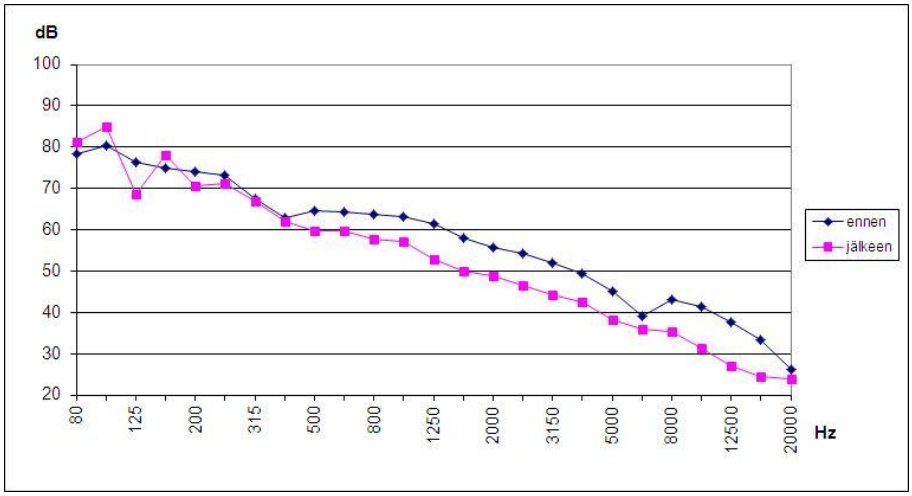
Kuormaimen ohjaamon melutason alentamiseksi ohjaamoon asennettiin 10 mm paksua ääneneristysmattoa vasempaan oveen paneelin alle, oikeaan sivuun peltipintaan sekä lattiaan yhteensä noin 1-1,5 m2.

Ohjaamon melutason taajuusjakauma eli spektri mitattiin ennen asennusta 20.9.2013 ja asennuksen jälkeen 27.11.2013. Mittaukset tehtiin hakkurin käyttökierroksilla joutokäynnin aikana meluanalysaattorilla B&K 2250 kolmannesoktaaveittain taajuusalueella 80 - 20 000 Hz. Mittarin mikrofoni sijoitettiin kuljettajan vasemmalle puolelle (kuva 7). Integrointiaika oli 60 s molemmissa mittauksissa.



Kuva 7. Melumittarin mikrofonin sijoitus ohjaamossa.

Kuormaimen käyttäjän mielestä ohjaamon melu oli muuttunut sävyltään pehmeämmäksi ja siten vähemmän haittaavaksi. Mittaustulokset on esitetty spektreinä kuvassa 8.



Kuva 8. Ohjaamomelun taajuusjakauma ennen vaimennusmateriaalin asennusta ja sen jälkeen.

Kuvasta 8 nähdään, että melu oli selvästi vaimentunut 500 Hz:n ja sitä korkeammilla taajuuksilla. Yli 1000 Hz:n taajuuksilla vaimeneminen oli enimmäkseen 8-10 dB. Matalammilla taajuuksilla toimenpiteen vaikutus oli vähäinen. Merkittävä osa ohjaamon melun energiasta oli näillä matalilla taajuuksilla, ja siksi vaimennusmateriaalin vaikutus A-äänitasona mitattuun yhdellä lukuarvolla ilmaistuun kokonaismelutasoon oli noin yksi desibeli. Kuitenkin korkeiden taajuuksien selvä vaimeneminen vähentää melun häiritsevyyttä, joten koettu melun alenema on suurempi. Yhteenvetona voidaan todeta, että vähäisellä materiaalimäärällä ja sen hyvällä sijoittelulla oli saavutettu ohjaamon ääniympäristön selvä parantuminen.

4.4 Istuimen tärinä

4.4.1 Mittaustulokset

Istuimen tärinän mittaustulokset on esitetty taulukossa 11.

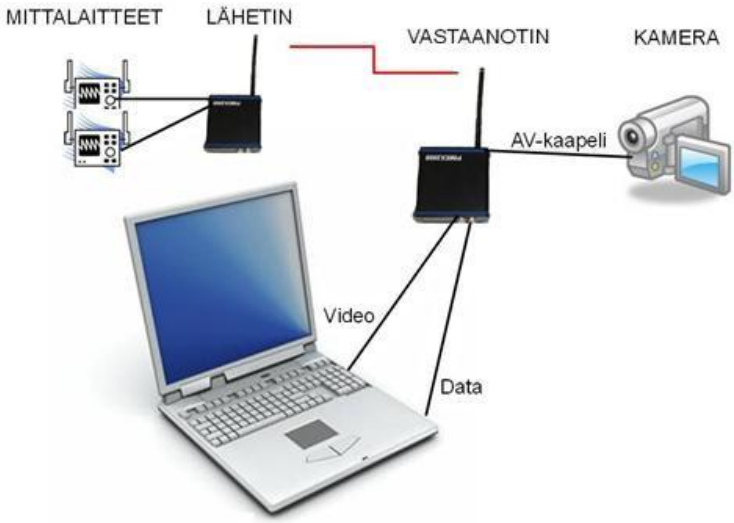
Taulukko 11. Istuimen tärinä haketuksen/murskauksen aikana.

Kohde	Mittauksen kokonaisaika	Tärinän kiihtyvyys m/s^2
hakkuri 1	2,3 h	0,5
hakkuri 2	2 h	0,2
hakkuri 3	1,3 h	0,5
hakkuri 4	1 h	0,3
murskain	1 h	0,5

Kuormaimen istuimen tärinä hakkurissa 1 ja 3 sekä murskaimessa oli 0,5 m/s^2, mikä on samaa luokkaa kuin Valtioneuvoston tärinäasetuksessa 48/2005 (4) määritelty kahdeksan tunnin vertailuaikaan suhteutettu kehotärinän toiminta-arvo. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jos sama henkilö käyttää kuormainta yli 8 tuntia päivässä, toiminta-arvo voi ylittyä. Mittausten perusteella näyttää siltä, että sellainen rakenne, jossa auton alustalle on kiinteästi poikittain asennettu rumpuhakkuri (haketettavan materiaalin syöttö auton rungon suuntaisesti), tärisee haketettaessa vähemmän kuin rakenne, jossa rumpu on rungon suuntainen (haketettavan materiaalin syöttö poikittain auton runkoon nähden).

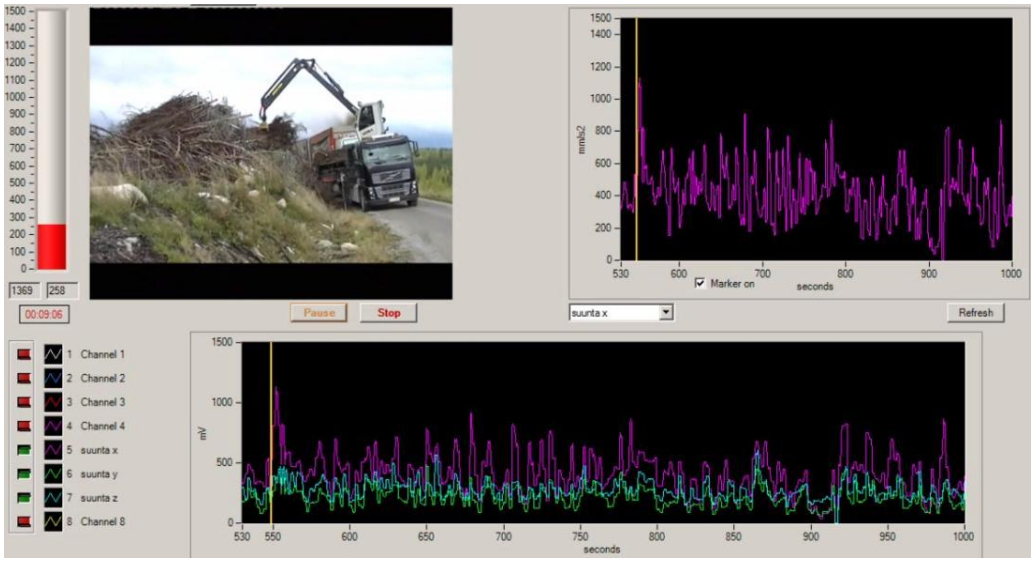
4.4.2 Istuintärinän visualisointi

Kolmessa hakkurissa istuimen tärinää mitattiin PIMEX-menetelmällä. Siinä mittaustulokset tallennetaan reaaliajassa yhdessä mitattavan kohteen videokuvan kanssa ja näin saadaan havainnollinen visualisointi. Mittausjärjestelmän periaate on esitetty kuvassa 9. Tärinää mitattiin kolmessa toisiaan vastaan kohtisuorassa suunnassa ja mittaussignaalit siirrettiin langattomasti vastaanottimen kautta tietokoneelle, jossa mittaustulokset yhdistettiin videokuvaan 400 ms välein.



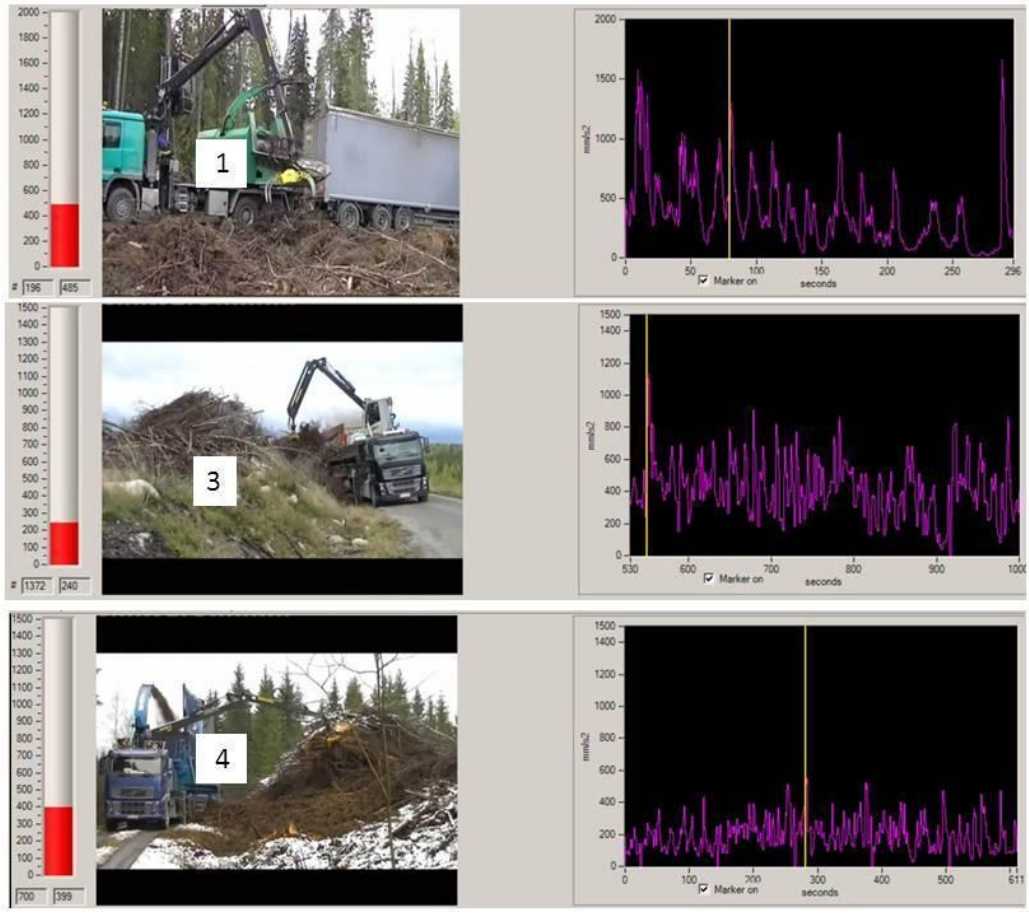
Kuva 9. PIMEX-menetelmän periaate

Kuvassa 10 on eräs tapa, jolla tulokset voidaan esittää. Siinä videokuvan vasemmalla puolella oleva pylväs kuvaa hetkellistä tärinäkiihtyvyyttä (mm/s^2) istuimen pitkittäissuunnassa eli suunnassa x. Videokuvan oikealla puolella on kuvattuna sama tärinäkiihtyvyys ajan funktiona ja keltainen kursori osoittaa sen ajanhetken, joka on videokuvassa. Alakuvassa on vastaavasti kaikkien kolmen suunnan tärinäkiihtyvyydet siten, että istuimen pitkittäissuunnan tärinäkuvaaja on violetin värinen, poikittaissuunnan vihreä ja pystysuunnan sininen. Vertailuarvo on kahdeksan tunnin keskiarvona 500 mm/s^2 (eli 0,5 m/s^2).



Kuva 10. Esimerkki tärinätulosten esittämisestä.

Kuvassa 11 on esitetty kolmen eri hakkurin istuimen pitkittäissuuntainen tärinä. Hakkureissa 1 ja 3 kuormaimen ohjaus tapahtui sen omasta ohjaamosta ja hakkurissa 4 auton ohjaamosta. Kuvasta nähdään, että auton ohjaamossa istuimen tärinä on selvästi vähäisempää kuin kuormaimen ohjaamossa.

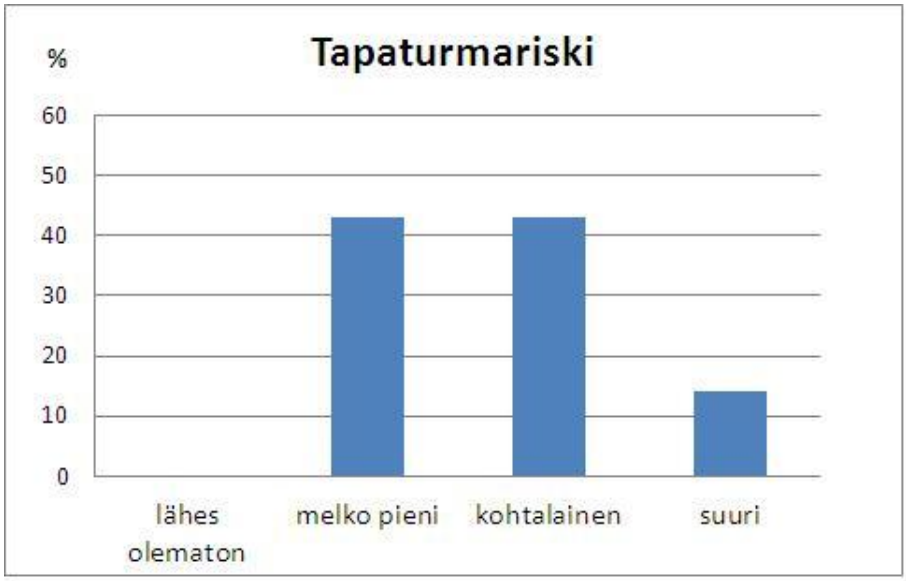


Kuva 11. Istuimen pitkittäissuuntaisen tärinän vaihtelu (mm/s^2) kolmessa hakkurissa. Kuormaimen käyttö: 1 ja 3 ohjaus kuormaimen ohjaamosta ja 4 auton ohjaamosta.

5 TAPATURMARISKIEN ARVIOINTI

Hakkurin ja hakerekan kuljettajat haastateltiin mittausten valmistelun ja haketuksen taukojen aikana. Myös hakkureiden rakenteista otettiin valokuvia. Kyselytutkimuksessa kysyttiin työn vaarallisuudesta neliportaisella asteikolla (kuva 12).

Kyselyn mukaan tapaturmariskin arvioi melko pieneksi 43 % (9 kpl), kohtalaiseksi samoin 43 % ja suureksi 14 % (3 kpl) vastanneista.



Kuva 12. Tapaturmariskin arvioinnin tulokset kyselyn mukaan.

Ruumiillinen ja henkinen rasittavuus koettiin kyselyn mukaan kuvan 13 mukaisesti. Verrattuna tapaturmariskiin koettiin sekä ruumiillinen että varsinkin henkinen rasittavuus keskimäärin tapaturmariskiä suuremmaksi.

Kuva 13. Ruumiillisen ja henkisen rasittavuuden arviointitulokset kyselyn mukaan.

Haastatteluissa merkittävimmäksi riskeiksi koettiin liikkuminen hakkurin päällä sekä huolto- ja korjaustyöt sekä liikenteen riskit.

Koneiden lähistöllä ja päällä liikkumisen riskitekijöinä mainittiin vaikea maasto ja huonot kulkutiet. Portaiden/tikkaiden mitoitus, askelmien liukkaus ja huonot tai puuttuvat käsituet olivat yleisimmät puutteet.

Kuva 14. Esimerkki hyvästä ja huonosta nousutien osasta koneen päälle.

Huolto-ja korjauskohteiden luoksepäästävyys oli usein vaikeaa. Samoin häiriötilanteiden, kuten puhallustorven tukkeumien avaaminen, aiheutti koneen päälle kiipeämistä ja työskentelyä usein huonoissa työasennoissa puutteellisilla alustoilla (mm. ei karhennettuja kulkuramppeja ja käsitukia tarvittavissa paikoissa). Hakkurin teriä joudutaan vaihtamaan päivittäin maasto-olosuhteissa. Varsinkin vanhemmissa konetyypeissä vaihto maastossa koneen päällä liikkuen koettiin riskialttiiksi. Haastatelluille tai heidän tuntemille kollegoille sattuneista tapaturmista vakavimmat olivatkin sattuneet terien käsittelyn yhteydessä.

Kuva 15. Hakkurin terien vaihto maasto-oloissa on yksi tavallisimmista huoltotöistä. Painavien terien käsittely ahtaissa tiloissa, mahdollisesti pimeällä, pakkasella ja lumituiskussa on riskialtis tehtävä.

Sekä hakkuriautoissa että hakeautoissa on tavallisesti käytössä paineilmalaitteet. Niillä mm. puhdistetaan ajoneuvo ja työkone haketuksen jälkeen. Paineilmalaitteiden turvallisesta käytöstä on syytä tiedottaa kuljettajille (5).

Hankittaessa ja otettaessa uusi hakkuri käyttöön edellä kuvattujen puutteiden korjaaminen on vaikeaa, usein käytännössä mahdotonta. Keino puutteiden korjaamiseksi on nykyistä parempi turvallisuussuunnittelu. Huomiota on kiinnitettävä edelleen nykyistä enemmän mm. seuraaviin seikkoihin:

- huolto- ja korjauskohteiden luoksepäästävyys; tavoite päästä kohteeseen on maasta työskennellen
- koneen päälle johtavien tikkaiden ja portaiden asianmukaiseen mitoitus riittävine käsitukineen. Tavoitteena kiipeiltäessä on oltava ns. kolmipistekontakti: kaksi jalkaa ja käsi tai kaksi kättä ja jalka aina tuettuna/kontaktissa koneeseen (6, 7).
- koneen päällä ramppien ja askelmien pinnoitteiden luistamattomuus
- tikkaiden/portaiden automaattiset toiminnot (lasku käyttöasentoon, nosto kuljetusasentoon)
- kulkuteiden jäätymisen esto/sulatus

- kulkuteiden ja huolto/korjauskohteiden hyvä valaistus

Tienvarsihaketuksessa ja murskauksessa on noudatettava seuraavia turvallisuusohjeita:

- Varoitusvaatetuksen ja suojakypärän käyttö on suositeltavaa hakkuri- ja murskaintyömailla liikuttaessa.
- Hengityksensuojain on tarpeellinen haketustyömaan pölyisissä työtehtävissä.
- Varoetäisyyksiä koneisiin on noudatettava.
- Murskainten turvaetäisyys on vähintään 65 metriä syöttösuuntaan nähden.
- Muuta liikennettä on varoitettava asianmukaisilla kylteillä ja merkeillä, mutta jos murskaintyömaata lähestyy ihmisiä ja ajoneuvoja, työ on keskeytettävä välittömästi vaaran välttämiseksi.
- Terminaalihaketuksesta tai lähellä asutusta tapahtuvasta toiminnasta aiheutuu tilapäistä melua. Kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta saa tarkempia ohjeita meluhaitta-asioissa.
- Haketuksen ja murskauksen jälkeen tulee varastopaikka jättää siistiksi (8).

Uuden hakkurin hankinnan yhtenä kriteerinä on myös hakkuri-auto –kokonaisuuden perusrakenne. Rakenne voidaan ryhmitellä esim. kahden kokonaisuuden mukaan:

a) hakkurin käyttövoiman tuotto

- käyttövoima tuotetaan hakkurin omalla moottorilla
- käyttövoima tuotetaan auton moottorilla

b) kuormaimen hallinta

- hallinta auton ohjaamosta
- hallinta kuormaimen ohjaamosta
- hallinta hakkuriin integroidusta ohjaamosta

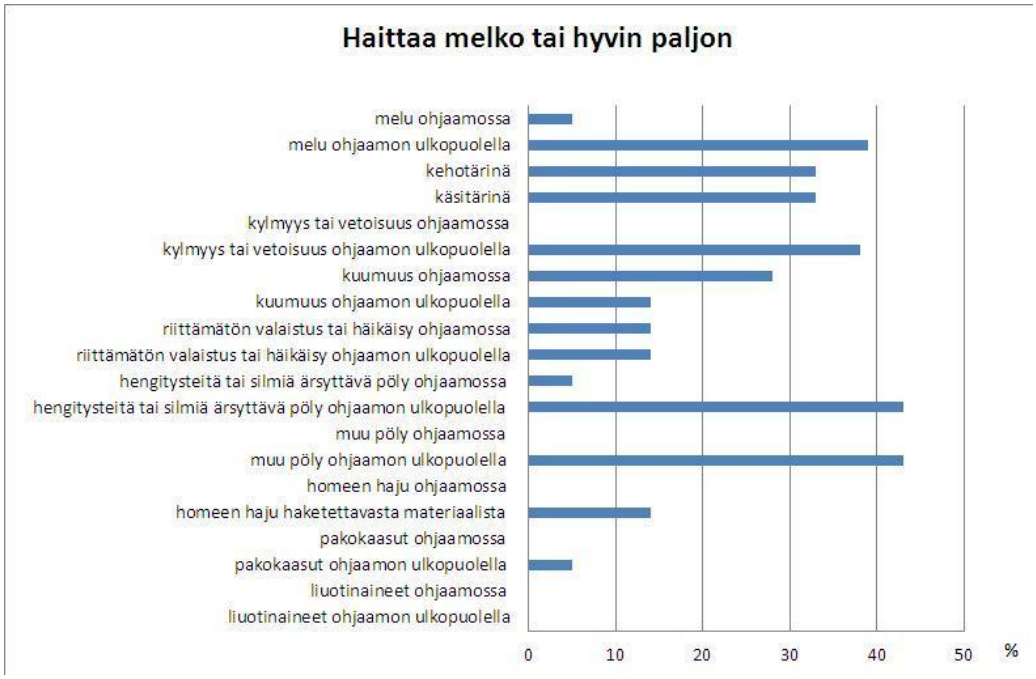
Käyttövoiman tuoton periaate voi vaikuttaa mm. moottorin/moottorien huollon ja korjausten määrään (yksi vai kaksi moottoria) ja mm. huolto- ja korjauskohteiden luoksepäästävyyteen ja koneen päällä kiipeilyn tarpeeseen.

Kuormaimen hallinnan sijoittuminen auton ohjaamoon tai vaihtoehtoisesti erilliseen, tavallisesti maasta varsin korkealla sijaitsevaan ohjaamoon vaikuttaa mm. kiipeämisen määrään, joka on yksi suurimmista tapaturmariskeistä. Myös ohjaamon sisäilman kannalta tärkeä ilmansuodattimen puhdistamisen ja vaihdon helppouteen vaikuttaa suodattimen sijainti merkittävästi (korkealla olevan ohjaamon katolla/takaseinässä vs. auton moottoritilassa). Kuormaimen hallinnan sijainti vaikuttaa myös kuljettajan tärinään. Rakenteissa, joissa kuormaimen hallinta tapahtuu kuormaimeen kiinnitetystä ohjaamosta, tärinä on suurempi kuin muissa käytössä olevissa rakenteissa (luku 4.4). Myös mikrobi- ja melualtistuksessa oli eroa riippuen siitä hallittiinko kuormainta auton ohjaamosta vai erillisestä ohjaamosta (luvut 4.1 ja 4.3).

6 KYSELYN MUITA TULOKSIA

Vastauksia saatiin 21. Kaikki vastaajat olivat miehiä, iältään 24–60 vuotta. Ikäjakauma oli tasainen, keski-ikä oli 39 v ja ikämediaani 35 v. Vastaajien käyttämät hakkurit olivat yleisiä Suomessa käytössä olevia malleja. Hakkurien käyttöiän mediaani oli 5 v. Kuormaimen ohjaus tapahtui enimmäkseen kuormaimen ohjaamosta. Muu ohjauslaitteiden sijoituspaikka oli joko auton tai hakkurin ohjaamo. Työ on kausiluonteista, vain viidesosalla vastaajista haketustyötä oli yli 75 % vuotuisesta työajasta, ja 35 %:lla haketustyötä oli alle puolet vuosityöajasta.

Työympäristön olosuhdetekijöiden koettu haitallisuus on esitetty kuvassa 16. Kuvan prosenttiluku tarkoittaa, kuinka monta prosenttia vastaajista koki kyseisen tekijän haittaavan työtä melko paljon tai hyvin paljon.



Kuva 16. Eri olosuhdetekijöiden koettu haitallisuus.

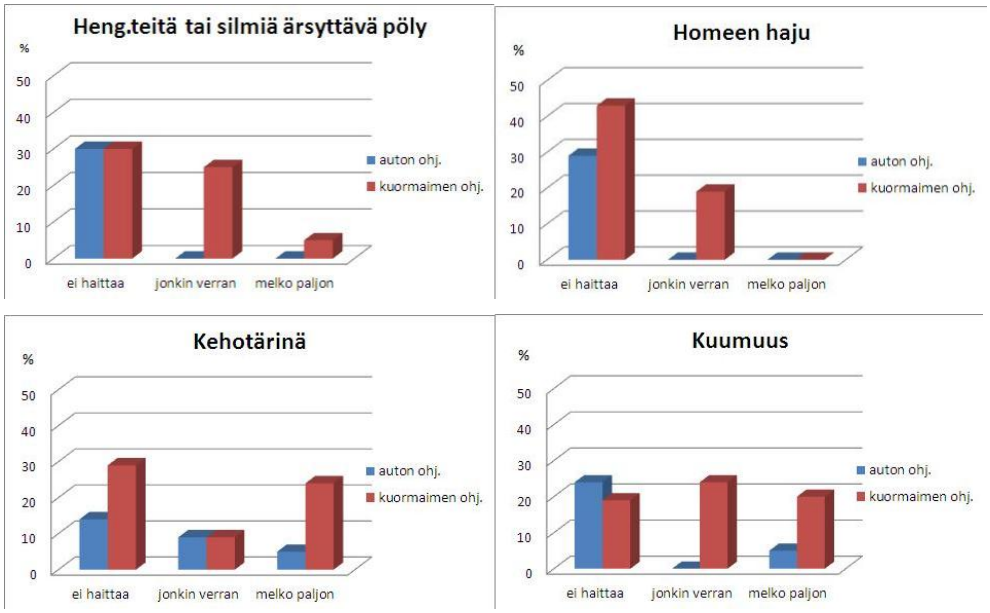
Hengitysteitä ja silmiä ärsyttävältä pölyltä suojautumiseen tulee kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Sen koki vähintään jonkin verran haittaavaksi olosuhdetekijäksi ohjaamon ulkopuolella yli 80 % vastaajista ja ohjaamon sisäpuolellakin 45 % vastaajista.

Hengityksensuojaimia käytettiin huonosti, vaikka hengitysteitä ärsyttävät pölyt ja homeen hajut koettiin suurimmaksi haitaksi. Hengityksensuojaimia ei käyttänyt lainkaan yli puolet vastaajista. Satunnaisesti niitä käytti toinen puolisko vastaajista. Jatkuvasti hengityksensuojaimia ei käyttänyt kukaan. Suojalaseja käytti yli 80 % vastaajista, vaikkakin pääasiassa satunnaisesti.

Haketustyössä haitalliseksi koettua melua vastaan työntekijät osaavat paremmin suojautua kuin pölyiltä. Vastaajista kuulonsuojaimia käytti aina lähes 60 % ja satunnaisesti lähes 30 %.

Kylmyys ja vetoisuus tai kuumuus koettiin myös merkittäväksi haittatekijäksi. Kylmyydeltä ja vetoisuudelta osataan ainakin osittain suojautua, sillä suojavaatteiden ja –käsineiden sekä turvakenkien käyttö oli kunnossa. Yli 90 % vastaajista käytti suojavaatteita ja turvakenkiä aina ja suojakäsineitä lähes 70 %. Kuumuus kuitenkin haittasi vastaajia ohjaamossa. Suojavaatetusta tarvitaan haketustyössä eikä sen käytöstä voi tinkiä. Siksi ohjaamoiden ilmastointi olisi erittäin tarpeellinen vähentämään kuumuuden tunnetta.

Haketuksen ohjaus tapahtuu auton, hakkurin tai kuormaimen ohjaamosta. Vertailtaessa koettuja olosuhteita eri ohjaamoiden välillä havaittiin, että monet työympäristötekijät, kuten pölyt, homeen haju, tärinä ja lämpöolot koettiin muissa ohjaamoissa enemmän haitallisiksi kuin auton ohjaamossa (kuva 17). Esimerkiksi hengitysteitä ja silmiä ärsyttävän pölyn koki neljäsosa kuormaimen ohjaamon käyttäjistä jonkin verran haitalliseksi, mutta auton ohjaamossa ei kukaan vastanneista. Tärinä ja kuumuus haittasivat melko paljon noin joka viidettä kuormaimen ohjaamossa, mutta auton ohjaamossa selvästi vähemmän.



Kuva 17. Neljän olosuhdetekijän koettu haitallisuus auton ja kuormaimen ohjaamossa.

LÄHTEET

1. Standardi CEN/TS 14774-2:2010. Kiinteät biopolttoaineet. Kosteuspitoisuuden määritysmenetelmät. Uunikuivausmenetelmä. Osa 2: Kokonaiskosteus. Yksinkertaistettu menetelmä.

2. Standardi ISO 2631-1:1997. Mechanical vibration and shock -- Evaluation of human exposure to whole-body vibration -- Part 1: General requirements.

3. Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuvilta vaaroilta 85/2006.

4. Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta tärinästä aiheutuvilta vaaroilta 48/2005.

5. Milloin paineilmaa ei pidä käyttää puhdistamiseen? Työterveyslaitoksen Internet –sivut. http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ja_riskien_hallinta/tapaturmien_ehkaisy/usein_kysytty a/sivut/details.aspx?item=3 (luettu 4.3.2014).

6. Suutarinen Juha, Leskinen Timo, Lehtelä Jouni, Olkinuora Pekka, Väänänen Janne, Plaketti Pekka, Haapala, Hannu: Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus. MTT:n julkaisuja. Sarja A 92. 2001. http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja92.pdf (luettu 4.3.2014).

7. Suutarinen Juha, Väänänen Janne, Mattila Tiina, Leskinen Timo, Lehtelä Jouni, Plaketti Pekka, Olkinuora Pekka: Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus II. MTT:n julkaisuja. Maa- ja elintarviketalous 18. 2003. www.mtt.fi/met/pdf/met18.pdf (luettu 4.3.2014).

8. Laatuhakkeen tuotanto-opas. Metsäkeskukset. http://www.puulakeus.net/docs/109-DCV-laatuhakeopas_2._painosNET.pdf (luettu 4.3.2014).

LIITTEET

Liite 1 Kyselylomake

TYÖYMPÄRISTÖRISKIEN HALLINTA TIENVARSIHAKETUKSESSA

TYÖOLOSUHDEKYSELY

Tällä vapaaehtoisella kyselyllä selvitetään haketustyötä tekevien omia arvioita työympäristönsä olosuhteista. Vastaukset käsitellään nimettöminä ja luottamuksellisesti. Tulokset esitetään tilastollisessa muodossa siten, ettei kenenkään henkilökohtaisia tietoja tai vastauksia voida jäljittää. Tutkimuksen tulokset julkaistaan metsätalouden työhyvinvoinnin kehittämisohjelman nettisivuilla www.metsahyvinvointi.fi, jonne kootaan ohjelman tutkimustuloksia.

Tutkimuksen vastuuhenkilö:

Vanhempi asiantuntija Esko Rytkönen

Työterveyslaitos

PL 310, 70101 Kuopio

puh. 030 4747215

s-posti esko.rytkonen@ttl.fi.

Pyydän palauttamaan täytetyn lomakkeen oheisessa vastauskuoressa lokakuun loppuun mennessä. Postimaksu on maksettu.

Kiitokset yhteistyöstä!

Esko Rytkönen

Työterveyslaitos

Taustatietoja

Vastaajan ikä: _____ vuotta

Sukupuoli
[ ] mies
[ ] nainen

Hakkurin merkki _____

Hakkurin malli _____

Hakkurin käyttöikä vuosina _____

Nosturin ohjaus
[ ] auton ohjaamosta
[ ] nosturin ohjaamosta

Haketustyön osuus vuosityöajasta prosentteina
[ ] alle 25 %
[ ] 25 - 50 %
[ ] 50 - 75 %
[ ] yli 75 %

Onko hakkurin ohjaamossa ilmansuodatin?
[ ] ei
[ ] on; mikä? _____
[ ] en tiedä

Seuraatko ilmansuodattimen puhdistustarvetta?
[ ] säännöllisesti
[ ] tarpeen vaatiessa
[ ] satunnaisesti
[ ] en juurikaan

Käytätkö työssäsi seuraavia henkilökohtaisia suojaimia:

	aina	satunnaisesti	en lainkaan
suojavaatteet	[ ]	[ ]	[ ]
kuulonsuojaimet	[ ]	[ ]	[ ]
hengityksensuojaimet	[ ]	[ ]	[ ]
suojakäsineet	[ ]	[ ]	[ ]
turvakengät	[ ]	[ ]	[ ]
suojalasit	[ ]	[ ]	[ ]

Arvioi, kuinka paljon seuraavat työolosuhdetekijät haittaavat sinua hake-tustyössä:

	ei haittaa	haittaa jonkin verran	haittaa melko paljon	haittaa hyvin paljon
melu ohjaamossa	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
melu ohjaamon ulkopuolella	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
kokokehon tärinä, esim. tärisevästä istuimesta	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
käsiin kohdistuva tärinä, esim. tärisevistä käsityökaluista	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
kylmyys tai vetoisuus ohjaamossa	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
kylmyys tai vetoisuus ohjaamon ulkopuolella	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
kuumuus ohjaamossa	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
kuumuus ohjaamon ulkopuolella	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
riittämätön valaistus tai häikäisy ohjaamossa	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
riittämätön valaistus tai häikäisy ohjaamon ulkopuolella	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
hengitysteitä tai silmiä ärsyttävä pöly ohjaamossa	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
hengitysteitä tai silmiä ärsyttävä pöly ohjaamon ulkopuolella	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
muu pöly ohjaamossa	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
muu pöly ohjaamon ulkopuolella	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
homeen haju ohjaamossa	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

homeen haju haketettavasta materiaalista	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
pakokaasut ohjaamossa	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
pakokaasut ohjaamon ulkopuolella	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
liuotinaineet ja niistä haihtuvat aineet (esimerkiksi polttoaineet, tinneri, maalien liuotinaineet) ohjaamossa	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
liuotinaineet ja niistä haihtuvat aineet ohjaamon ulkopuolella	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

	ei lainkaan	jonkin verran	melko paljon	hyvin paljon
Oletko havainnut haketettavissa materiaalikasoissa jyrsijöitä (esim. myyriä tai rottia) tai niiden jätöksiä?	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

	en	kyllä, vuonna	en tiedä
Oletko sairastanut myyräkuumeen?	[ ]	_____	[ ]

	lähes olematon	melko pieni	kohtalainen	suuri
Millaiseksi arvioisit tapaturmien sattumisriskin omassa työssäsi?	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

	kevyt	melko kevyt	jonkin verran rasittava	hyvin rasittava
Millaiseksi arvioit työsi ruumiillisen rasittavuuden?	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Millaiseksi arvioit työsi henkisen rasittavuuden?	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

Bioenergian käyttö on voimakkaasti lisääntymässä Suomessa ja samalla alan työntekijämäärät kasvavat. Tämän vuoksi on tärkeää selvittää työntekijöiden työturvallisuus bioenergian tuotantoketjussa. Tässä raportissa kerrotaan työympäristöriskeistä ja niiden hallintakeinoista metsätähteiden tienvarsihaketuksessa.

Työhygieenisissä mittauksissa hakkuutähteiden sisältämät mikrobit osoittautuivat todelliseksi työturvallisuusriskiksi. Ne saattavat aiheuttaa työntekijöille hengityselinsairauksia hakkuutähteiden haketustyön seurauksena. Haastatteluissa merkittävimmiksi tapaturmariskeiksi koettiin liikkuminen hakkurin päällä, huolto- ja korjaustyöt sekä liikenteen riskit. Työolosuhdekyselyssä haketustyön ruumiillinen ja varsinkin henkinen rasittavuus sekä hengitysteitä ärsyttävät pölyt ja homeen hajut koettiin suureksi haitaksi.

Työntekijään kohdistuvan altistuksen vähentämiseksi tulee tehdä teknisiä torjuntatoimenpiteitä ja kehittää työtapoja ja -prosesseja. Jos niillä ei saada terveys- ja turvallisuusriskejä hallituksi, henkilönsuojainten käyttöön tulee kiinnittää nykyistä enemmän huomiota.

TYÖTERVEYSLAITOS
Työterveyslaitos
Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki

www.ttl.fi

ISBN 978-952-261-408-7 (PDF)

Työterveyslaitos

METSÄMIESTEN SÄÄTIÖ
Ihminen ja metsä

Metsähyvinvointi
Metsähyvinvointi –ohjelma on matka kohden ihmisten hyvinvointia koko metsäalalla. Se on luottamusta osaamiseen, uskoa uudistumiseen ja motivaation merkitykseen. Pieniä tekoja arjessa, suuria muutoksia yhteisöissä.

www.metsahyvinvointi.fi