

Puupöly ja uusi sitova raja-arvo – vaikutetaanko tiedottamisella altistumiseen ja työoloihin?

LOPPURAPORTTI TSR-HANKE 200090



**Tuula Liukkonen
Tuula Räsänen
Pauliina Toivio
Arto Säämänen
Kimmo Sirén
Riikka Helenius
Tomi Kanerva**

Puupöly ja uusi sitova raja-arvo – vaikutetaanko tiedottamisella altistumiseen ja työoloihin?

LOPPURAPORTTI TSR-HANKE 200090

Tuula Liukkonen

Tuula Räsänen

Pauliina Toivio

Arto Säämänen

Kimmo Sirén

Riikka Helenius

Tomi Kanerva

Työterveyslaitos

PL 40

00251 Helsinki

www.ttl.fi

Julkaisu saatavana <https://www.julkari.fi/>

Valokuvat: Riikka Helenius, Tomi Kanerva, Timo Nurkka, Tuija Silonsaari

Piirroksat: Riikka Helenius, Tuula Liukkonen, Tuula Räsänen, Kimmo Sirén, Pauliina Toivio

© 2022 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Hanke on toteutettu Työsuojelurahaston tuella.

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

ISBN 978-952-391-043-0 (PDF)

Esipuhe ja kiitokset

Tässä puupölyprojektissa tutkittiin kyselyn, työhygieenisten selvitysten ja puupölymittausten avulla, vaikuttiko tehostettu tiedottaminen uudesta lehtipuupölyn sitovasta raja-arvosta, ASA-lainsäädännön muutoksista ja pölyn hallintakeinoista puupölylle altistumiseen ja työoloihin. Tutkimuksessa kerättiin tietoa työturvallisuusasioista ja puupölylle altistumisesta mikroyrityksissä sekä pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. Projektin aikana kehitettiin myös mallia puupölyaltistumisen arviointiin. Tutkimus toteutettiin 1.8.2020–30.9.2022 välisenä aikana.

Kiitämme tutkimuksen kyselyihin ja työpaikkakäynteihin osallistuneita yrityksiä ja niiden henkilökuntaa. Ilman heitä tutkimus ei olisi ollut mahdollinen. Suuri kiitos myös projektin ohjausryhmään osallistuneille yhteistyötahojen edustajille: Satu Auno/Simo Mertanen Aluehallintoviraston työsuojelun vastuualueelta, Rauno Hanhela Työturvallisuuskeskuksesta, Vesa Kotaviita Teollisuusliitto ry:stä, Mikko Lehtonen/Miira Kaukolinna/Juha Palokangas/Heikki Sivula Metsäteollisuus ry:stä, Janne Liias Puuteollisuus ry:stä, Arto Silvast/Anna Hokkanen Novart Oy:stä, Mats Sundell Mirka Oy:stä sekä Tommi Alanko Työterveyslaitoksesta. Kiitos myös Markku Tolvaselle Työturvallisuuskeskuksesta hyvästä yhteistyöstä puupölyoppaan päivityksessä ja tietokortin laadinnassa.

Työterveyslaitoksen lisäksi tutkimusta rahoitti Työsuojelurahasto. Muun tuen lisäksi rahallista tukea antoivat myös Teollisuusliitto ry, Novart Oy ja Mirka Oy. Kiitos kaikille tutkimuksen rahoittajille.

Lämmin kiitos kuuluu myös tutkimusryhmän jäsenille. Kiitämme Tuija Silonsaarta, Timo Nurkkaa ja Johanna Hätistä suuresta panoksesta työpaikkakäyntien toteutuksessa ja Reetaleena Rissasta puupölyaineistoihin perehtymisestä. Kanlaya Le, Marja Laitia ja Tapani Tuomi, kiitos puupölynäytteiden analysoinnista.

Tiivistelmä

Vuoden 2020 alusta lehtipuupölylle altistumista koskevat säädökset muuttuivat. Kovapuupölyn eli lehtipuupölyn sitova raja-arvo laski 5 mg:sta 2 mg:aan ilmakehiämittauksissa (EU-direktiivi, Valtioneuvoston asetus syöpävaarallista tekijöistä 1267/2019). Siirtymäaikana 17.1.2023 saakka sitova raja-arvo on 3 mg/m³. Myös laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien luettelosta ja rekisteristä (ASA-laki 452/2020) uudistui. Vuoden 2020 alusta ASA-ilmoitusvelvollisuuden piiriin tulivat kaikki lehtipuupölylle altistuvat, ei ainoastaan tammen ja pyökkin pölylle altistuvat kuten aikaisemmin.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tiedottamisen vaikutusta tietämykseen puupölyasioista, puupölylle altistumisen tasoon ja turvallisuusjohtamiseen. Vaikutusta selvitettiin ennen ja jälkeen tiedotusvaiheen toteutetulla kyselyllä ja työpaikkakäynneillä puupölymittauksineen. Muut tavoitteet olivat seuraavat: 1) saada puuttuvaa tietoa puupölypitoisuuksista ja altistumisesta puutuotteiden ja huonekalujen valmistuksessa erityisesti PK-sektorilta, 2) testata Stoffenmanager®-mallinnustyökalun soveltuvuutta puupölyaltistumisen arviointiin ja 3) tuottaa ohjeistusta puupölylle altistumisesta ja sen hallinnasta työpaikoille sekä työsuojelutarkastajille ja puualan järjestöille.

Tiedottamisvaiheen aikana päivitettiin Puupölyn hallinta puuteollisuudessa -opas ja laadittiin uusi tietokortti puupölylle altistumisesta ja sen hallinnasta yhteistyössä Työturvallisuuskeskuksen kanssa. Tutkimusprojektille avattiin oma verkkosivu ja Työterveyslaitoksen Kemikaalit ja työ -altistumistietosivuston puupölyosio päivitettiin uuden lainsäädännön osalta. Järjestettiin webinaari ajankohtaisista puupölyasioista, laadittiin tiedotteita ja uutisia. Kaikista näistä informoitiin sähköpostitse kyselyyn vastanneita sekä projektin ohjausryhmän jäseniä. Työpaikkakäyntien kohdeyrityksille raportointiin puupölyn mittaustulokset. Kalusteasentajille järjestettiin koulutustilaisuudet.

Kyselyn aihealueita olivat mm. turvallisuusjohtaminen, perehdytys, tietämys lainsäädännöstä sekä puupölyn terveysvaikutukset, puupölylle altistuminen ja sen hallinta. Ensimmäinen kysely lähetettiin 669 puualalla työskentelevälle henkilölle, joiden sähköpostiosoitteet oli saatu Työturvallisuuskeskuksen ylläpitämästä Työsuojeluhenkilörekisteristä (417) ja Puuteollisuusyrittäjät ry:n jäsenrekisteristä (281). Vastauksia saatiin yhteensä 174 eli vastausprosentti oli 26. Noin vuoden kuluttua ensimmäisestä kyselystä lähetettiin seurantakysely ensimmäiseen kyselyyn vastanneille. Vastausprosentti toiseen kyselyyn oli 60 %. Kyselyllä ei pystytty osoittamaan selkeää tiedottamisen aikaan saamaa muutosta osittain siksi, että tutkimusaineisto oli verrattain pieni ja seuranta-aika lyhyt. Tietoa puupölyasioista onnistuttiin kuitenkin jakamaan, sillä yli puolet toiseen kyselyyn vastanneista kertoi saaneensa tarvitsemaansa tietoa puupölystä kyselyiden välisenä aikana. Työsuojelupäälliköistä ja yrittäjistä tietoa oli saanut noin 70 %, työsuojeluvaltuutetuista 54 %. Kyselyn mukaan yli 60 % kaikista vastaajista oli joskus kokenut puupölyn häiritseväksi työpaikalla. Tietoisuus puupölyn raja-arvoista oli hieman lisääntynyt tiedotuskampanjan aikana. Kyselyn mukaan työsuojelupäälliköt ja yrittäjät arvioivat turvallisuusjohtamisen tason tilastollisesti merkitsevästi positiivisemmaksi kuin työsuojeluvaltuutetut. Samanlainen tilanne havaittiin myös perehdytystä, tiedonjakoa ja riskien arviointia koskevissa kysymyksissä. Tämän kaltaisia eroja ei havaittu, kun vastauksia tarkasteltiin yrityksen kokoluokan mukaan.

Työhygieeniset puupölyselvitykset tehtiin kuudessa puutyöpaikassa sekä kalusteasennuskohteessa ennen ja jälkeen tiedotuskampanjan. Työpaikat oli valittu ensimmäiseen kyselyyn vastanneiden joukosta. Mitatut puupölypitoisuudet olivat samaa tasoa kummallakin mittauskerralla, kun tavanomainen päivittäinen pitoisuuksien vaihtelu otettiin huomioon. Vaikka tiedottamisen vaikutusta ei selkeästi nähty puupölypitoisuuksissa, tutkimuksesta saatiin arvokasta tietoa puupölypitoisuuksista ja altistumisesta pienissä yrityksissä, joista aikaisempaa tietoa ei juuri ollut. Kuudessa puutyöpaikassa hengittyvän puupölyn keskiarvopitoisuus (GM) oli työntekijöiden hengitysvyöhykkeillä 0,79 mg/m³ (n=167, vaihteluväli 0,03–16 mg/m³) ja kiinteissä pisteissä 0,18 mg/m³ (n=124, vaihteluväli 0,03–1,3 mg/m³). Kalusteasennuksessa

puupölymittausten määrä oli pieni ja pitoisuudet olivat suurempia kuin puutyöpaikoissa. Asentajien hengitysvyöhykkeillä keskiarvopitoisuus (GM) oli $2,2 \text{ mg/m}^3$ ($n=8$, vaihteluväli $0,96\text{--}8,7 \text{ mg/m}^3$) ja kiinteissä mittauspisteissä $0,49 \text{ mg/m}^3$ ($n=8$, vaihteluväli $0,13\text{--}1,1 \text{ mg/m}^3$). Sekä kyselyn että työpaikkahavaintojen mukaan suurin osa puuntyöstökoneista oli varustettu kohdepoistolla, mutta niiden toiminnassa oli kehitettävää.

Stoffenmanager®-työkalulla mallinnetut puupölypitoisuuksille altistumisen ennusteet olivat selvästi suurempia kuin työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä mitattujen pitoisuuksien perusteella laaditut ryhmätason arviot samankaltaisesti altistuville. Kuitenkin malli tunnisti kaikki tilanteet, joissa myös mittausten perusteella arvioitu altistuminen oli liiallista. Stoffenmanager® antaa varovaisuusperiaatteen mukaisesti konservatiivisia arvioita altistumisesta ja on siten turvallista käyttää esimerkiksi tarkempaa altistumisselvitystä tarvitsevien työtehtävien tunnistamiseen. Oman haasteensa altistumisen mallintamiseen toi kohdeyrityksissä vallinnut tehtävien moninaisuus ja päivittäinen vaihtelevuus, jolloin mallinnuksesta tulee monimutkaista. Tutkimuksessa myös kehitettiin alustava malli Stoffenmanager® tulosten ja mittaustulosten yhdistämiseen. Tutkimuksessa kehitetyllä tarkentavalla mallilla saatiin mittaustulosten kanssa samaa tasoa olevia altistumisarvioita. Malli on vielä karkea pääasiassa siksi, että mittausdatan määrä oli mallinnusta varten vähäinen. Mallia voidaan tarkentaa keräämällä lisää mittausdataa esim. Työterveyslaitoksen palveluselvityksissä. Jatkossa voidaan testata mallin soveltuvuutta myös muille altisteille kuin puupölylle.

Abstract

In 2020, the EU directive led to some changes in the legislation on wood dust in workplace air in Finland. The binding limit value for the concentration of inhalable hardwood dust was lowered from 5 mg/m³ to 2 mg/m³ (3 mg/m³ during the transition period to 17 January 2023). In addition, the ASA law on registering workers who are exposed to carcinogens was expanded to cover all hardwood dusts and not only oak and beech dust, as earlier.

The main target of the study was to inform workplaces in the woodworking sector of the changes in the legislation mentioned above, and to assess the influence of this information through questionnaires and workplace surveys conducted before and after the information campaign. The other aims of the study were to: 1) obtain information on the wood dust exposure levels in small and medium-sized companies that manufacture wooden products and furniture, 2) test the suitability of the Stoffenmanager® tool for modelling wood dust exposure, and 3) produce guidelines for wood dust control measures. The study was conducted between 1 August 2020 and 30 September 2022.

During the information campaign, the guidelines for controlling wood dust were updated, a wood dust information sheet was prepared and distributed, the study's website and newsletters were published, and a webinar was held.

The topics of the questionnaire included safety management, induction training, knowledge of legislation, and wood dust exposure and its control. The first questionnaire was emailed to 669 occupational safety offices and representatives of companies and owners of small firms, and the response rate was 26%. The second questionnaire, about one year later, was sent to those who responded to the first one, and the response rate was 60%. Although the responses to both questionnaires were quite similar, we did find some differences in, for example, the evaluation of safety performance at the workplace. In general, the occupational safety officers and entrepreneurs evaluated the performance of management and supervisors statistically significantly more positively than the occupational safety representatives. We also observed similar differences in the responses to the questions about induction training, information sharing and risk assessment. No similar differences were observed when the answers were examined according to company size categories (micro, small and medium-sized companies).

Occupational hygiene surveys and wood dust measurements were conducted at six workplaces and three fixture installation places before and after the information campaign. The wood dust concentrations were at the same level and within normal variation during both measurements. Although the influence of the information campaign could not be indicated, we collected valuable information on wood dust exposure in small and medium-sized companies. The mean concentration (GM) of inhalable wood dust in the beathing zone of the workers in six workplaces was 0.79 mg/m³ (n=167, range 0.03–16 mg/m³), and at the stationary measuring points 0.18 mg/m³ (n=124, range 0.03–1.3 mg/m³). During the fixture installation work, the wood dust concentrations were higher in the beathing zones of the workers, where the mean concentration (GM) was 2.2 mg/m³ (n=8, range 0.96–8.7 mg/m³), and at the stationary measuring points, where they were 0.49 mg/m³ (n=8, range 0.13–1.1 mg/m³).

In most cases, the exposure levels modelled by the Stoffenmanager® tool were much higher than the measured levels. It seemed that the tool was too conservative for assessing wood dust exposure. However, the Stoffenmanager® was able to recognize all the cases where measured exposure of the similar exposed group was higher than the occupational exposure limit of 2 mg/m³. One of the challenges in utilizing Stoffenmanager® in the studied workplaces was the diversity of activities and the day-to-day variability of those activities. At the same time, it was noticed that some critical wood dust producing activities are missing (e.g. cleaning), and the choice of the risk management measures are too limited (e.g. partial enclosure) to

capture all the exposure modifying factors. The new model was developed using the results of the Stoffenmanager® modelling and the measured concentrations. Development work will continue, and the target is a model that can estimate the exposure level with only a few measurement results. The aim is that the model can be used for various exposures, not only those of wood dust.

Sisällys

Esipuhe ja kiitokset	3
Tiivistelmä.....	4
Abstract	6
Sisällys.....	8
1 Tausta.....	9
2 Tavoitteet.....	10
3 Tutkimusasetelma, aineisto ja menetelmät.....	11
3.1 Tiedottaminen	11
3.2 Kysely	13
3.3 Kohdeyritysten valinta ja havainnot työpaikkakäynneiltä.....	14
3.4 Työhygieeniset puupölymittaukset.....	15
3.5 Puupölylle altistumisen mallintaminen.....	16
4 Tulokset.....	18
4.1 Kysely	18
4.1.1 Taustatietoja kyselyyn vastaajien työpaikoista.....	18
4.1.2 Riskien arviointi ja puupölyn terveysvaikutukset.....	20
4.1.3 Ilmanvaihto, siivous ja hengityksensuojainten käyttö	26
4.1.4 Turvallisuusjohtaminen vastaajan roolin mukaan.....	28
4.1.5 Turvallisuusjohtaminen yrityksen/työpaikan koon mukaan.....	36
4.1.6 Puupölyä koskevan tiedon tarve ja saanti.....	42
4.2 Havaintoja työpaikkakäynneiltä.....	46
4.3 Työhygieeniset puupölymittaukset.....	49
4.3.1 Hengittävän puupölyn pitoisuudet kohdeyrityksissä.....	49
4.3.2 Hengittävän puupölyn pitoisuudet kalusteasennuksessa.....	50
4.3.3 Alveolijakeisen puupölyn pitoisuudet.....	51
4.3.4 Työterveyslaitoksen palveluselvitysten puupölymittaukset vuosina 2017-2021	53
4.4 Altistumisen mallintaminen.....	54
4.4.1 Mitatut ja mallinnetut puupölypitoisuudet.....	54
4.4.2 Kehitetty malli.....	55
5 Pohdinta.....	57
6 Johtopäätökset.....	60
7 Tulosten hyödyntäminen.....	61
Lähteet	62

1 Tausta

Metsä- ja puutuoteteollisuus on Suomen kansantaloudelle tärkeä teollisuuden ala ja puu on yksi merkittävimmistä raaka-aineistamme. Suomessa arvioidaan noin 40 000 työntekijän altistuvan puupölylle [Puupöly 2020]. Puupölylle altistutaan varsinaisilla puutoimialoilla: sahoilla, höyläämöissä ja kyllästämissä, levyteollisuudessa, erilaisten puutuotteiden ja huonekalujen valmistuksessa. Puulle altistuvia työntekijöitä on myös mm. rakennusteollisuudessa, muottien valmistuksessa metalli- ja betonteollisuudessa sekä veneiden ja muiden ajoneuvojen valmistuksessa.

Vuosituhanen alkupuolella toteutetun WOOD RISK EU-projektin (Risk Assessment of Wood Dust: Assessment of Exposure, Health Effects, and Biological Mechanisms [Kauppinen ym. 2006]) jälkeen Suomessa ei ole tehty työympäristöön ja altisteisiin kohdistuvia tutkimuksia puuta työstävässä teollisuudessa. Työterveyslaitoksen palveluselvityksissä [TTL] puupölypitoisuuksia ja työntekijöiden altistumista on selvitetty pääasiassa suurilla sahoilla ja vaneritehtailla. Puutuotteiden ja huonekalujen valmistuksesta tai pienistä ja keskisuurista yrityksistä (pk-yrityksistä) on vähän tietoa puupölylle altistumisesta 2000-luvulta. Harvojen mittaustulosten perusteella yksi eniten puupölylle altistuvaksi työntekijäryhmäksi on todettu kiintokalusteiden asentajat.

Suomessa on ollut työpaikan puupölypitoisuudelle työhygieeninen ohjeraja-arvo eli HTP-arvo 2 mg/m^3 [HTP-arvot 2020] vuodesta 2007 lähtien. Arvo koskee kaikkea puupölyä. Työpaikan ilman kovapuupölyn eli lehtipuupölyn sitova raja-arvo laski vuoden 2020 alussa [VNa 2019] 5 mg :sta 2 mg :aan ilmakeuutiometrissä. Siirtymäaikana 17.1.2023 saakka sitova raja-arvo on 3 mg/m^3 . Aikaisemmin kovapuupölyn sitovan raja-arvon on katsottu koskevan Suomessa lähinnä vain tammen ja pyökin pölylle altistuvia, jotka esim. on pitänyt ilmoittaa ASA-rekisteriin eli syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja tekijöille ammatissaan altistuvien rekisteriin [ASA]. Myös ASA-lainsäädäntö uudistui [ASA-laki 2020] ja vuoden 2020 alusta ilmoitusvelvollisuuden piiriin tulivat kaikki lehtipuupölylle altistuvat, joista koivupölylle altistuvien joukko on suurin. Alustavan tiedon mukaan vuonna 2021 ASA-rekisteriin ilmoitettiin noin 7-kertaa enemmän lehtipuupölylle tai lehtipuuta sisältävälle sekapuupölylle altistuvia työntekijöitä kuin ennen lakiuudistusta vuonna 2019. Ilmoitettujen määrä nousi sadoista tuhansiin.

WHO:n alainen kansainvälinen syövän tutkimuslaitos (IARC) luokitteli kaiken puupölyn syöpävaaralliseksi jo vuonna 1995 [IARC 1995] ja uudelleen vuonna 2012 [IARC 2012]. Puupöly voi aiheuttaa nenän ja nenän sivuonteloiden syöpää. Havupuupölylle altistumisen aiheuttama riski on pienempi kuin lehtipuupölylle altistumisen, ja syöpätyypit ovat erilaisia. Kuitenkin on syytä saada altistuminen kaikelle puupölylle mahdollisimman vähäiseksi. Myös muut terveyshaitat kuin syöpä ovat merkittäviä puuteollisuudessa, jossa on todettu mm. ammattinuhaa ja -astmaa [Heikkinen ym. 2008, Schlünssen ym. 2002a, 2002b, 2004, TPSR]. Puupölyn ärsytysvaikutukset aiheuttavat myös mm. nuhakuumeiden ja muiden yleisten hengitystietulehdusten pitkittymistä, mikä voi johtaa tavanomaista pidempiin sairauspoissaoloihin. Pitkäaikainen, liiallinen altistuminen puupölylle voi aiheuttaa keuhkojen toimintamuutoksia.

Tätä tutkimusta suunniteltaessa sitovan raja-arvon alenemisesta, puupölyn haittavaikutuksista sekä pölyn hallintakeinoista tiedottamisen tärkeyden totesivat useat tahot, kuten puualan ammattiliitot ja järjestöt sekä työsuojeluviranomaiset. Katsottiin, että erityisesti pienet työpaikat tarvitsevat tietoa puupölyasioista.

Suomessa on käytetty vähän mallintamista altistumisen arvioimiseen. Erityisen vähän on mallinnettu prosesseissa syntyvien epäpuhtauksien, kuten pölyjen, pitoisuuksia, sillä mallinnusohjelmat on usein suunniteltu kemikaalipitoisuuksien mallintamiseen ja arvioinnit perustuvat suurelta osin käyttöturvallisuustiedotteista saatavien tietojen hyödyntämiseen. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, soveltuuko Stoffenmanager®-mallinnusohjelman pölyosio puupölyaltistumisen arviointiin.

2 Tavoitteet

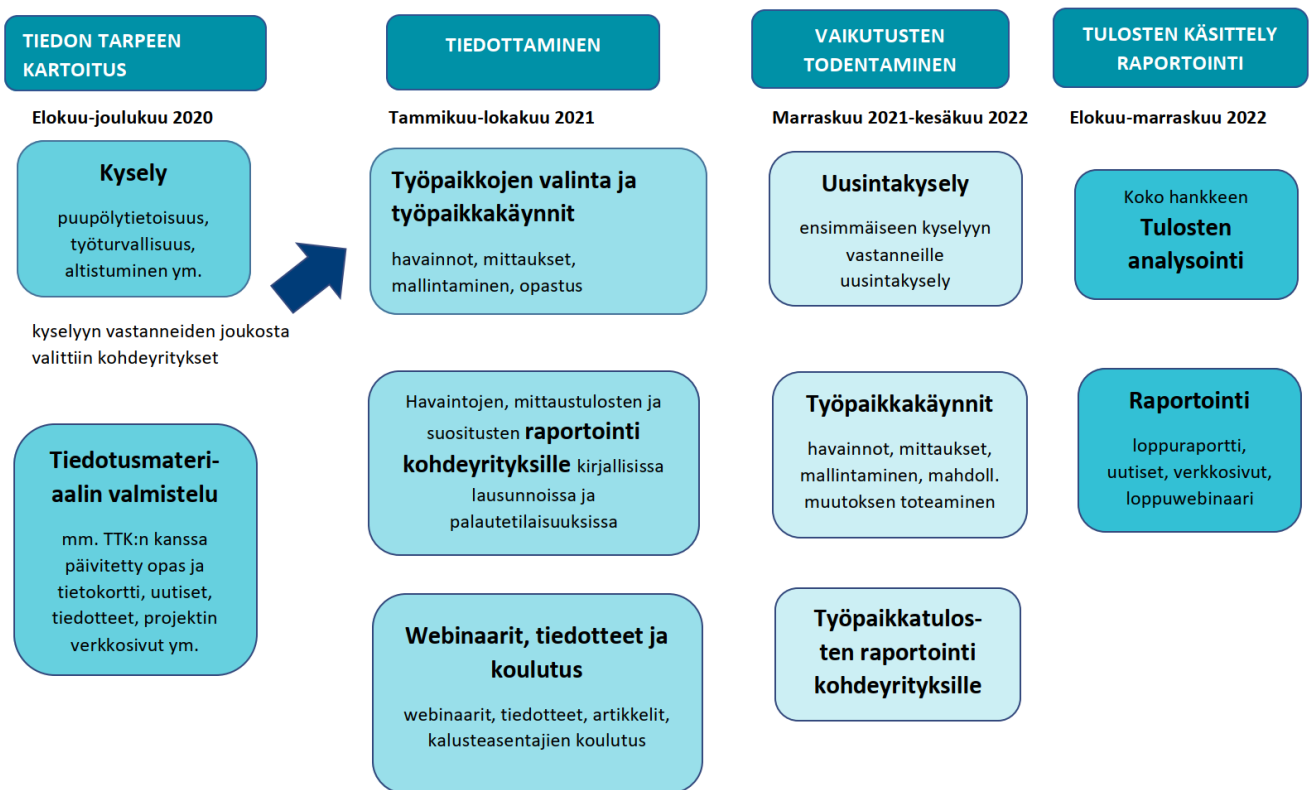
Tutkimuksen tavoitteet olivat:

- Selvittää tiedottamisen vaikutusta puupölylle altistumisen tasoon ja tietämykseen puupölyasioista.
- Saada puuttuvaa tietoa puupölypitoisuuksista ja altistumisesta puutuotteiden ja huonekalujen valmistuksessa erityisesti PK-sektorilta.
- Testata Stoffenmanager® -mallinnustyökalun soveltuvuutta puupölyaltistumisen arviointiin.
- Tuottaa ohjeistusta puupölylle altistumisesta ja sen hallinnasta työpaikoille sekä työsuojelutarkastajille ja puualan järjestöille.

Tutkimushypoteesi oli, että tehostetun tiedottamisen avulla saadaan puupölylle altistumista vähennettyä ja työskentelyoloja parannettua. Tavoitteena oli saada lisättyä erityisesti PK-yritysten tietämystä uusista puupölyä koskevista säädöksistä sekä puupölyn terveysvaikutuksista ja pölyn hallintakeinoista. Aikaisemmin Työterveyslaitos on ollut vähän tekemisissä pienten yritysten kanssa, mutta tässä tutkimuksessa yhteistyössä esim. järjestöjen kanssa pyrittiin vaikuttamaan myös niiden työlöihin. Tutkimuksen tavoitteena oli myös kartuttaa osaamista ja kokemusta altistumisen mallintamisesta sekä osallistua Stoffenmanager® -mallinnustyökalun puupölyosion edelleen kehittämiseen kansainvälisessä yhteistyössä.

3 Tutkimusasetelma, aineisto ja menetelmät

Tutkimusasetelma oli toistomittaus eli ennen ja jälkeen tiedotuskampanjan tehdyllä kyselyllä ja työpaikkakäynneillä mittaauksineen selvitettiin tiedottamisen vaikutusta tietämykseen työturvallisuudesta ja puupölyasioista sekä puupölylle altistumisen tasosta (kuva 1). Puutyöpaikkojen työturvallisuusasioita ja tietämystä puupölystä selvitettiin kyselyllä, joka tehtiin tutkimuksen alussa sekä tiedotustoimien jälkeen noin vuoden kuluttua ensimmäisestä kyselystä. Kyselyn perusteella valituilla puutyöpaikoilla havainnoitiin työskentelyoloja ja mitattiin puupölyn pitoisuuksia ilmasta ennen ja jälkeen tiedotustoimien. Työpaikoilta kerätyn tiedon avulla mallinnettiin puupölylle altistumista Stoffenmanager®-mallinnustyökalun avulla ja arvoitiin sen soveltuvuutta puupölyaltistumisen arviointiin. Kehitettiin myös tarkentava malli puupölyaltistumisen arviointiin.



Kuva 1. Puupölyprojektin tehtävät.

3.1 Tiedottaminen

Tiedotuskampanjan suunnitteluun osallistuivat tutkimusprojektin yhteistyökumppanit Työturvallisuuskeskus (TTK) ja Aluehallintovirastojen (AVI) työsuojelun vastualueet, joilla puupölytyöpaikat olivat tarkastustoiminnan erityiskohteina. TTK:n ja AVI:n lisäksi projektin ohjausryhmään kuuluivat edustajat seuraavilta tahoilta: Teollisuusliitto ry, Metsäteollisuus ry, Puuteollisuus ry (aikaisemmin Puuteollisuusyrittäjät ry), Novart Oy ja Mirka Oy. Nämä tahot välittivät omissa tiedotuskanavissaan tietoa puupölystä ja sen hallinnasta. Yhteenvedo tiedotustoimista esitetään taulukossa 1.

Työterveyslaitoksen uutiskirjeessä 11/2020 julkaistiin uutinen puupölyprojektin aloittamisesta otsikolla "Puupölyasioita tutkitaan".

Työ Terveys Turvallisuus -lehden numeroon 6/2020 toimittaja kirjoitti puupölystä artikkelin "Kymmenet tuhannet altistuvat työssään puupölylle", jossa kerrottiin mm. juuri alkaneesta puupölytutkimuksesta haastattelun pohjalta.

Tammikuussa 2021 Työterveyslaitoksen tiedotteessa "ASA-ilmoittamisessa muutoksia – muista tehdä ilmoitus" keskityttiin lehtipuupölylle ja kvartseille altistuvien ilmoittamiseen rekisteriin.

Yhteistyössä TTK:n kanssa päivitettiin ja julkaistiin vuoden 2021 alussa toinen uudistettu painos vuonna 2010 laaditusta oppaasta "Puupölyn hallinta puuteollisuudessa" [Welling ym 2020]. Tärkeimmät päivityksen kohteet liittyivät uudistuneeseen puupölyä koskevaan lainsäädäntöön. Opas jaettiin sähköisenä versiona kaikille tutkimuksen ensimmäiseen kyselyyn vastanneille ja tutkimusprojektin ohjausryhmän jäsenille. Oppaan valmistumisesta laadittiin tiedote "Puupölyn terveyshaittoja voi ehkäistä ennalta – päivitetty opas avuksi työpaikoille", johon linkki lähetettiin kyselyyn osallistuneille yhdessä oppaan kanssa. Opasta toimitettiin myös työsuojelutarkastajille, jotka jakoivat sitä puutyöpaikoille suuntautuneilla tarkastuskäynneillään. Oppaan päivittämisen yhteydessä laadittiin myös Puupölylle altistuminen -tietokortti [Tietokortti 2021]. Opas ja tietokortti ovat ladattavissa pdf-muodossa TTK:n verkkosivuilta (<https://ttk.fi/>).

Puupölyprojektille laadittiin oma sivu Työterveyslaitoksen verkkosivuille (<https://www.ttl.fi/tutkimus/hankkeet/puupoly-ja-uusi-sitova-raja-arvo-vaikutetaanko-tiedottamisella-altistumiseen-ja-tyooloihin-puupoly>). Myös tästä tiedotettiin kyselyyn vastanneita yrityksiä ja yhteistyötahoja. Työterveyslaitoksen Kemikaalit ja työ -altistumistietosivuston puupölyosio päivitettiin lakimuutosten osalta (<https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopaikalla/kemikaalit-ja-tyo-altistumistietosivusto/puupoly>).

Tutkimuksen yhteistyökumppani Mirka Oy järjesti huhtikuussa 2021 webinaarin "Taking dust into control". Puupölyprojektista osallistuttiin webinaariin esittelemällä hanketta sekä kertomalla puupölyä koskevan lainsäädännön uudistumisesta ja puupölylle altistumisen mittaamisesta.

Työterveyslaitos järjesti yhdessä TTK:n ja AVI:n työsuojelun vastuualueen kanssa toukokuussa 2021 webinaarin "Ajankohtaista puupölystä", johon lähetettiin kutsu kaikille puupölykyselyyn vastanneille sekä sidosryhmille. Webinaarissa Työterveyslaitoksen osuudessa kerrottiin lehtipuupölyn sitovan raja-arvon ja ASA-lainsäädännön muutoksista, puupölyn terveysvaikutuksista ja pitoisuustasoista eri toimialoilla. AVI:n edustaja kertoi työsuojelutarkastajan neuvovasta ja ohjaavasta roolista ja TTK:n edustaja esitteli puupölyn hallintakeinoja päivitetyn oppaan pohjalta.

Vuoden 2021 työpaikkakäyntien havaintojen perusteella laadittiin verkkouutinen "Puutuotteiden valmistaja, tee terveysteko ja vältä paineilman käyttöä puhdistuksessa", joka julkaistiin 16.9.2021 Työterveyslaitoksen verkkosivulla (<https://www.ttl.fi/ajankohtaista/uutinen/puutuotteiden-valmistaja-tee-terveysteko-ja-valta-paineilman-kayttoa-puhdistuksessa>). Myös tästä uutisesta tiedotettiin kaikille ensimmäiseen kyselyyn vastanneille.

Tutkimuksessa mukana olleen yrityksen kalusteasentajille järjestettiin kaksi saman sisältöistä koulutustilaisuutta webinaarina 3.11. ja 10.11.2021. Ohjelmaan kuului puupölyprojektin esittely, puupölyyn liittyvä muuttunut lainsäädäntö, puupölyn terveysvaikutukset, kalusteasentajien altistuminen puupölylle, pölyn hallinnan keinot sekä keskustelua havainnoista kalusteasennustyöstä ja kehittämisehdotuksista.

Sekä ensimmäisten että toisten työpaikkakäyntien mittaustuloksista, havainnoista ja toimenpidesuosituksista kirjoitettiin lausunnot kullekin käyntikohdeyritykselle. Heille tarjottiin myös mahdollisuutta Teams-palaverina pidettävään palautetilaisuuteen, jossa olisi käyty läpi selvityksen tulokset ja keskusteltu toimenpidesuosituksista. Ainoastaan kaksi käyntikohdetta käytti mahdollisuuden. Kalusteasentajien koulutustilaisuudet sisälsivät palautetilaisuuksissa käsitellyt asiat.

Loppuraportti tullaan jakamaan sähköisenä kaikille ensimmäiseen kyselyyn vastanneille sekä ohjausryhmän jäsenille. Tutkimuksesta järjestetään myös loppuseminaari webinaarina, joka on avoin kaikille, mutta kutsut lähetetään kyselyihin osallistuneille ja ohjausryhmän jäsenille.

Taulukko 1. Yhteenveto puupölyprojektin tiedotustoiminnasta.

TIEDOTUSTAPAHTUMA	AJANKOHTA/JULKAISUN NUMERO
TTL:n uutiskirje	numero 11/2020
TTL-lehden artikkeli (haastattelu)	numero 6/2020
TTL:n tiedote ASA-ilmoittamisen muutoksista	25.1.2021
Puupölyprojektin esittely Rakennusteollisuus RT ry:n kokouksessa	tammikuu 2021
Puupölyn hallinta puuteollisuudessa -oppaan päivitys	alkuvuosi 2021
Tietokortti: Puupölylle altistuminen	alkuvuosi 2021
TTL:n tiedote "Puupölyn terveyshaittoja voi ehkäistä ennalta – päivitetty opas avuksi työpaikoille"	2.3.2021
Puupölyprojektin verkkosivu	alkuvuosi 2021
Kemikaalit ja työ -altistumistietosivusto: Puupölyosion päivitys	alkuvuosi 2021
Mirka Oy:n webinaari "Taking dust into control"	27.4.2021
Ajankohtaista puupölystä -webinaari	6.5.2021
Verkkouutinen "Puutuotteiden valmistaja, tee terveysteko ja vältä paineilman käyttöä puhdistuksessa"	16.9.2021
Kalusteasentajien koulutustilaisuudet	3.11. ja 10.11.2021
Lausunnot työpaikkakäyntien havainnoista, tuloksista ja toimenpidesuosituksista	kesä/syky 2021 kesä 2022
Loppuraportti jaetaan kyselyyn vastanneille ja ohjausryhmälle	lokakuu 2022
Loppuseminaari (webinaari)	14.11.2022

3.2 Kysely

Tutkimuksessa käytettiin yhtenä menetelmänä kyselyä. Kyselyllä kartoitettiin puuteollisuusyritysten nykyhetken työsuojeluasioita puupölylle altistumisen ja pölyn hallinnan näkökulmasta. Kysely tehtiin Webropol-kyselynä ja se lähetettiin puualan yritysten työsuojelupäälliköille ja -valtuutetuille sekä pienten yritysten omistajille. Kyselyn teemat liittyivät seuraaviin asioihin:

- taustatiedot yrityksestä tai vastaajan toimipaikasta, mikäli yrityksessä useita toimipaikkoja
- turvallisuusjohtaminen
- perehdytys
- työpaikkaselvitykset
- tietoisuus puupölyn vaikutuksista terveyteen ja uusista säännöksistä
- puupölylle altistuminen
- työtilojen siivous
- hengityksensuojainten käyttö
- puupölypitoisuutta vähentävät toimenpiteet
- lisätietojen tarve ja saanti puupölystä.

Sähköpostiosoitteet kyselyä varten saatiin tutkimuksen käyttöön Työturvallisuuskeskuksen ylläpitämästä Työsuojeluhenkilörekisteristä (417) ja Puuteollisuusyrittäjät ry:n (nykyisin Puuteollisuus ry) jäsenrekisteristä (281). Kysely lähetettiin joulukuussa 2020 yhteensä 669 henkilölle, jotka edustivat 513 yritystä. Kyselyihin vastattiin nimettömänä, mutta yksilöivien koodien avulla vastaukset voitiin yhdistää sähköpostiosoitteisiin. Vastauksia saatiin yhteensä 174, joten vastausprosentti oli 26.

Noin vuoden kuluttua ensimmäisestä kyselystä marraskuussa 2021 lähetettiin ensimmäiseen kyselyyn vastanneiden (174 vastaajaa) sähköpostiosoitteisiin toinen, lähes samansisältöinen kysely tiedottamisen vaikutusten selvittämiseksi. Vastausprosentti toiseen kyselyyn oli 60 %. Sähköpostiosoitetta käytettiin hyväksi ensimmäisen ja toisen kyselyn yhdistämisessä, mutta tämän jälkeen yksilöintitieto poistettiin. Tutkimuksessa ei oltu kiinnostuneita yksilötason muutoksesta, vaan muutoksesta yleisesti vastaajaryhmien tasolla.

Tulosten tarkastelu aloitettiin kyselyjen jakaumien tarkastelulla. Alkuvaiheessa käytettiin kaikkia vastanneita, mutta tarkempiin analyysiin valikoituvat ne vastaajat, jotka olivat vastanneet molempiin kyselyihin (n=104). Eroja vuoden 2020 ja 2021 tulosten välillä katsottiin ristiintaulukoiden avulla. Vuosien välisen eron eli kahden riippuvan otoksen välisen eron merkitsevyyttä testattiin Wilcoxon signed rank -testillä. Prosenttiosuuksien muutoksen tilastollista merkitsevyyttä katsottiin myös z-testillä. Vastaajien roolien ja yrityskoon merkitystä vastauksista tarkasteltiin ristiintaulukoimalla ja erojen merkitsevyyttä testattiin chi-toiseen -testillä. Analyysit tehtiin molemmille vuosille erikseen käyttäen dataa, jonka muodostivat molempiin kyselyihin vastanneet. Analyysiin käytettiin IBM SPSS Statistics 27 -ohjelmaa.

3.3 Kohdeyritysten valinta ja havainnot työpaikkakäynneiltä

Kyselyyn vastanneiden yritysten joukosta valittiin työpaikkakäyntien kohdeyritykset, joissa tehtiin työhygieeniset selvitykset havainnointeineen ja puupölyn mittauksineen ennen ja jälkeen tiedotuskampanjan. Käyntikohteiden valintakriteereinä käytettiin yrityksen valmistamia tuotteita ja käyttämää puumateriaalia sekä yrityksen kokoa painopisteenä pienet yritykset. Kyselyyn vastanneista 174 yrityksestä poistettiin sahat ja höyläämöt sekä levytehtaat, joista Työterveyslaitoksella oli ennestään eniten tietoa puupölypitoisuuden tasosta ja altistumisesta. Poistettiin myös yritykset, joiden käyttämä puumateriaali oli pelkkää havupuuta tai havupuun osuus oli yli puolet. Näiden poistojen jälkeen jäljelle jäi 78 yritystä (taulukko 2) sekä kalusteasentajat. Näistä 78 yrityksestä oli tarkoitus valita noin 10 kohdeyritystä yritysten koon mukaan, mutta vain viisi yritystä saatiin mukaan tutkimukseen. Kuitenkin erilaisia työpaikkoja oli kuusi, sillä yhdellä yrityksellä oli kaksi erilaisia tuotteita valmistavaa tehdasta. Lisäksi mukana oli kalusteasentajat. Erityisesti COVID19 -pandemia vaikutti siihen, etteivät yritykset olleet halukkaita ottamaan ulkopuolisia tutkijoita työpaikoille. Myös kiireisellä työtilanteella perusteltiin kieltäytymistä erityisesti alle 10 työntekijän mikroyrityksissä.

Taulukko 2. Kohdetyöpaikkojen valinta.

YRITYKSEN KOKO/ KOKONAIS- TYÖNTEKIJÄMÄÄRÄ	KYSELYYN VASTANNEET YRITYKSET (KPL)	YRITYKSIÄ POISTOJEN ⁽¹⁾ JÄLKEEN (KPL)	SUUNNITELTU KOHDETYÖPAIKKOJEN MÄÄRÄ (KPL)	MUKAAN SAATUJEN TYÖPAIKKOJEN MÄÄRÄ ⁽²⁾⁽³⁾ (KPL)
alle 10	49	34	4	0
10-20	27	16	2	3
21-50	39	13	2	2
51-100	27	8	1	1
yli 100	32	7	1	0
yhteensä	174	78	10	6

(1) poistettu sahat, höyläämöt ja levytehtaat sekä yritykset, jotka käyttävät puumateriaalista yli 50 % havupuuta

(2) yhdessä yrityksessä oli kaksi eri tehdasta, joissa erilainen tuotanto

(3) lisäksi kalusteasentajat

Puutyöntekijöiden määrä kohdetyöpaikoissa oli pienempi kuin taulukossa 2 ilmoitettu yrityksen kokoluokka, sillä kokoluokassa oli mukana myös toimihenkilöt ja osa työntekijöistä työskenteli mm. maalaamossa tai verhoomossa. Useimmissa käyntikohteissa valmistettiin erilaisia puutuotteita, ei ainoastaan yhtä tuotetta

(taulukko 3). Suurin tuoteryhmä olivat huonekalut. Myös eri kohteiden kiintokalusteita, puupakkauksia ja suuria levytuotteita valmistettiin.

Taulukko 3. Kohdetyöpaikkojen kuvaus.

KOHDETYÖPAIKKA	PUUTYÖN- TEKIJÖIDEN MÄÄRÄ	TUOTTEET	KÄYTETYT PUUMATERIAALIT
Kohde 1	7	huonekalut	koivu 50 %, muut lehtipuut 50 %
Kohde 2	7	huonekalut, kiintokalusteet	koivuaneri 95 %, koivu 2 %, MDF-levy 2 %, muut 1 %
Kohde 3	15	rakennuselementit, huonekalut	koivu 30 %, koivuaneri 20 %, kuusi 50 %
Kohde 4	17	kiintokalusteet	muut lehtipuut 100 % (mm. tammi, saarni, pähkinä, tiikki)
Kohde 5	25	puupakkaukset	koivu 30 %, koivuaneri 20 %, kuusi 50 %
Kohde 6	25	huonekalut	koivu 90 %, lastulevy 10 %
Kalusteasennus- kohteena 2021 5 kerrostalo- huoneistoa kahdessa talossa	asentajia 4	keittiön, eteisen, vaatehuoneen ym. kiintokalusteiden asennus	pinnoitettua lastulevyä, vähän pinnoitettua MDF-levyä
Kalusteasennus- kohteena 2022 4 kerrostalo- huoneistoa yhdessä talossa	asentajia 2	keittiön, eteisen, vaatehuoneen ym. kiintokalusteiden asennus	pinnoitettua lastulevyä, vähän pinnoitettua MDF-levyä

Käynnit kohdeyrityksiin tehtiin ennen tiedotuskampanjaa keväällä 2021 ja tiedottamisen jälkeen keväällä 2022. Työpaikkakäynneillä havainnointiin mm. työskentelyoloja, pölyn hallintamenetelmiä, siivoustopoja sekä henkilönsuojainten käyttöä. Muistiinpanojen lisäksi käytettiin valo- ja videokuvausta olosuhteiden tallentamiseen.

Työntekijöiden altistumista puupölylle tarkasteltiin myös videomonitorointilaitteistolla. PIMEX (Picture Mix Exposure) -menetelmä perustuu työympäristön altistumismittauksessa otetun videokuvan ja suoraan osoittavan mittalaitteen signaalin yhdistettyyn esitykseen. Tässä tutkimuksessa käytettiin altistumisen osalta SidePak-pölymittareiden signaalia. Videokuvan ja mittaussignaalin yhdistäminen tapahtui EVADE2.3-ohjelmistolla (NIOSH, USA). Visualisointi mahdollistaa muutoin näkymättömien työympäristötekijöiden havainnoinnin ja on monissa tapauksissa erittäin arvokas apuväline työperäisen riskien tehokkaassa vähentämisessä [Rosén ym. 2005]. Menetelmä mahdollistaa myös tarkastelun kohteena olevan prosessin reaaliaikaisen analysoinnin työpisteellä sekä jälkikäteen tapahtuvan käsittelyn esim. koulutuksissa.

Valo- ja videokuvausten materiaalia käytettiin projektin aikana järjestetyissä koulutus- ja palautetilaisuuksissa havainnollistamaan altistavia työvaiheita. Niitä hyödynnettiin myös toimenpidesuosituksen antamisessa käytikohdetyöpaikoille.

3.4 Työhygieeniset puupölymittaukset

Kohdetyöpaikoissa tehtyjen puupölymittaukset tulosten perusteella arvioitiin työntekijöiden altistumista puupölylle. Mittausstrategian suunnittelu, mittaukset ja altistumisen arviointi tehtiin standardin SFS-EN 689:2018 + AC:2019 [SFS-EN 2018] mukaisesti. Puupölymittaukset tehtiin kohdetyöpaikoissa ja kalusteasennuskohteissa kahtena peräkkäisenä päivänä sekä vuonna 2021 että vuonna 2022. Kuitenkin

kohdetyöpaikassa 3 mittauksia tehtiin vain yhtenä päivänä molempina vuosina. Näytteet kerättiin samoista kohteista ja mahdollisuuksien mukaan samoilta työntekijöiltä kumpanakin vuonna. Näytteenkeräysaika kattoi lähes koko kahdeksan tunnin työpäivän.

Näytteitä kerättiin hengittävän ja alveolijakeisen [SFS-EN 1993] puupölyn pitoisuuksien määrittämiseksi. Hengittävällä pölyllä tarkoitetaan kaikkea hengityselimiin kulkeutuvaa pölyä, josta suurimmat hiukkaset laskeutuvat jo ylähengitysteiden, nenän ja kurkun, alueelle. Alveolijakeen hiukkaset ovat niin pieniä, että ne voivat kulkeutua hengityselimissä syväälle keuhkorakkuloihin, alveoleihin saakka. Hengittävän pölyn näytteet kerättiin IOM-keräimillä selluloosa-asetaattisuodattimille käyttäen vakionopeuspumppuja virtausnopeudella 2 litraa/min. Näytteitä kerättiin työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä altistumisen arvioimiseksi sekä kiinteistä mittauspisteistä yleisen pölypitoisuuden selvittämiseksi. Alveolijakeen pölynäytteet kerättiin myös selluloosa-asetaattisuodattimille käyttäen sykloniesierottimia ja vakionopeuspumppuja virtausnopeudella 2,75 litraa/min. Alveolijakeisen pölyn määrittämiseksi näytteitä kerättiin ainoastaan työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä yhtenä päivänä vuonna 2021. Kalusteasentajia lukuun ottamatta alveolijakeisen pölyn pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei niitä mitattu vuonna 2022. Pölypitoisuudet määritettiin punnitsemalla. Työterveyslaitos on akkreditoitu testauslaboratorio T013 (FINAS-akkreditointipalvelut, EN ISO/IEC 17025). Hengittävän ja alveolijakeisen pölyn näytteenkeräys ja määrittäminen kuuluvat akkreditoinnin piiriin. Pölypitoisuuden vaihtelua seurattiin tallentavilla hiukkasmittareilla GRIMM, SidePak ja DataRAM.

Kalusteasennuskohteet olivat rakenteilla olevia kerrostaloja. Rakennustyömaiden ilmassa on paljon muutakin pölyä kuin asennettavista kalusteista vapautuvaa puupölyä, mm. betonipölyä ja ulkoa kantautuvaa pölyä. Tästä syystä kalusteasennuksessa kerätyistä hengittävän pölyn näytteistä erotettiin orgaaninen aines polttamalla (tuhkastamalla) näytesuodattimia 480 °C:een lämpötilassa neljän tunnin ajan [Vinzents ja Laursen 1993]. Poltossa hävinnyt orgaaninen massa tulkittiin puupölyksi. Alveolijakeisen puupölyn pitoisuudet määritettiin laskennallisesti alveolijakeen pölypitoisuuksista käyttäen hengittävän pölyn tuhkastuksen avulla saatuja prosenttiosuuksia.

Puupölyn mittausaineistosta ajettiin kuvailevia lukuja, kuten aritmeettiset (AM) ja geometriset keskiarvot (GM), hajonnat ja mediaanit sekä prosenttijakaumia. Eroja ennen ja jälkeen tiedotuskampanjan mitattujen pitoisuuksien välillä sekä tutkimuksessa ja Työterveyslaitoksen palveluselvityksissä mitattujen pitoisuuksien välillä tarkasteltiin tilastollisesti geometrisen keskiarvon 95 % luottamusvälin avulla. Mittausaineistoa käsiteltiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla ja tilastolliset ajot toteutettiin SPSS-ohjelmalla.

3.5 Puupölylle altistumisen mallintaminen

Stoffenmanager® on kemikaaliriskien hallinnan työkalupakki, josta löytyy apua mm. työpaikkojen työturvallisuuslain mukaisten kemikaaliriskinhallintavelvoitteiden täyttämiseen, REACH-velvoitteiden noudattamiseen ja riskeistä kommunikoimiseen työpaikan sisällä [Koponen ym 2012]. Työkalut perustuvat laajaan, validoituun tieteelliseen tutkimusaineistoon. Stoffenmanagerissa käytettävä altistumisen malli perustuu Cherrien ja Scheiderin [1999] esittämälle lähde-vastaanottaja (source-reseptor) ajattelulle. Tässä mekanisessa altistumismallissa epäpuhtauden päästöön ja leviämiseen vaikuttavat tekijät pisteytetään ja tuloksena saadaan pisteytys altistumiselle [Marquart ym 2008]. Stoffenmanagerin altistuspisteet on korreloitu todellisiin työhygieenisin mittauksin todennettuihin altistumisiin [Tielemans ym 2008] ja mallista on näin saatu kvantitatiivinen altistumismalli. Mallia on myöhemmin tarkennettu ja mukaan on otettu myös altistuminen puupölylle [Schinkel ym 2010]. Koppisch ym. [2012] tarkastelivat Stoffenmanagerin hyödyllisyyttä altistumisen arvioinnissa perustuen saksalaisiin mittaustuloksiin ja yhtenä tarkasteltavana altisteena oli puupöly. Johtopäätöksenä oli, että Stoffenmanager on käyttökelpoinen ensivaiheen

altistumismalli. Mallin antamia altistumisarvioita voidaan tarkentaa yhdistämällä mallinnukseen myös altistumismittausten tuloksia [Van de Ven ym 2010].

Puupölyprojektin työpaikkakäynneillä Stoffenmanager-mallintamiseen [TTL Stoffen] vaadittavat tiedot pystyttiin keräämään vain rajatusta määrästä työntekijöiden työtehtäviä. Mallissa tarvittavia tietoja olivat mm. työstömenetelmä, tehtävän kesto ja toistuvuus, työskentelyetäisyys päästölähteestä, hengityksensuojainten käyttö, työtilan koko, yleisilmanvaihto, siivous, koneiden huolto, pölynhallintaratkaisut (kohdeilmanvaihto ym). Mallinnukseen otettujen tehtävien määrä vaihteli välillä 5–18 yhtä kohdetyöpaikkaa kohti. Näin saatiin mallinnettua puupölypitoisuus 65 erilaisessa tehtävässä. Tehtävät sisälsivät 1–5 eri tavalla altistavaa osatehtävää seuraavasti: yksi osatehtävä 41 tehtävässä, kaksi osatehtävää 10 tehtävässä, kolme osatehtävää 12 tehtävässä sekä neljä ja viisi osatehtävää yhdessä tehtävässä.

Kohdetyöpaikkojen puutyöntekijät jaettiin standardissa SFS-EN 689:2018 + AC:2019 [SFS-EN 2018] esitettyihin samankaltaisesti altistuvien ryhmiin (similar exposure groups, SEG), joita oli 26.

Työpaikkakäynneillä kerättyjen tarkkojen osatehtävätietojen perusteella mallinnettiin samankaltaisesti altistuvien ryhmän työntekijöistä vain osan altistumista. Muiden ryhmän työntekijöiden altistumista mallinnettiin karkeasti ainoastaan tehtäväkokonaisuuden perusteella erittelemättä osatehtäviä. Näin saatiin kaiken kaikkiaan mallinnettua puupölypitoisuus 158 tehtävässä, joista oli myös mitattu pölypitoisuutta.

Stoffenmanager-mallien ja työntekijöiden altistumismittausten tulosten perusteella kehitettiin altistumisen arviointiin mallia, jossa mallintamista ja mittaamista yhdistettiin. Tarkoitus oli luoda tarkempi malli, jonka avulla pystyttäisiin arvioimaan puupölylle altistumista suhteellisen vähillä mittauksilla ja voitaisiin osoittaa yksittäisiä mittaustuloksia luotettavammin altistumisen taso raja-arvoihin verrattuna.

Tässä projektissa kehitetty altistumisen arvioinnin malli perustuu vahvasti aikaisemmin kehitettyyn REACH-työkaluun [McNally ym. 2014]. Aikaisempi bayesiläisen työperäisen altistumisen arviointimalli perustuu oletukseen, että altistumisskenaariot voidaan selittää log-normaalien sekaefektien mallilla, jossa useat parametrit ovat normaalijakautuneet ja jakaumia yhdistää parametrisoidut keskihajonnat esimerkiksi työntekijöiden välillä sekä yritysten välillä. Uudessa mallissa aikaisempaa mallia on parannettu Stoffenmanager-mallien antamilla tuloksilla. Mallissa Stoffenmanager-tuloksista muodostetun log-normaalien jakauman ja samankaltaisesti altistuvien ryhmien keskiarvojakauman välistä suhdetta tarkastellaan otoksella satunnaisia näytteitä stokastisesta funktiosta.

Analyysi toteutettiin hyödyntäen Python-ohjelmointikieltä ja todennäköisyyspohjaista ohjelmointia Pyro.ai kirjastoa. Aikaisemmasta tutkimuksessa julkaistut keskihajontajakaumien keskiarvot ja keskihajonnat eri ryhmien välillä on parametrisoitu. Opetuksessa on käytetty No-U-Turn-Sampling (NUTS) ja Markovin ketju Monte Carlo (MCMC) -menetelmiä, joita hyödyntämällä mallista on saatu 5000 satunnaisnäytettä. Mallin ennuste on tarkennettu Stoffenmanager-ennuste, jota voidaan täydentää mitatuilla havainnoilla.

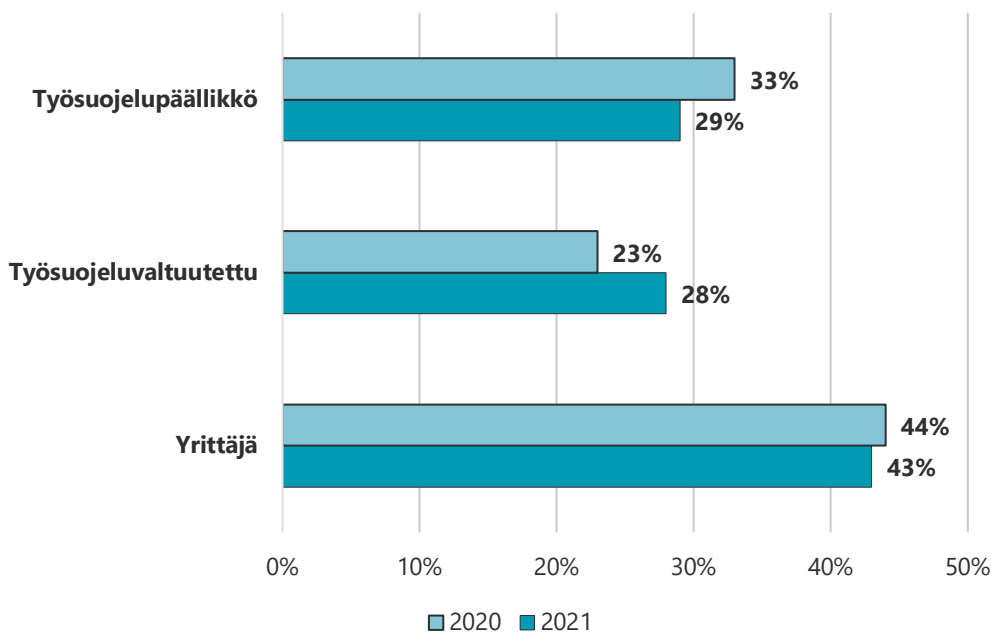
4 Tulokset

4.1 Kysely

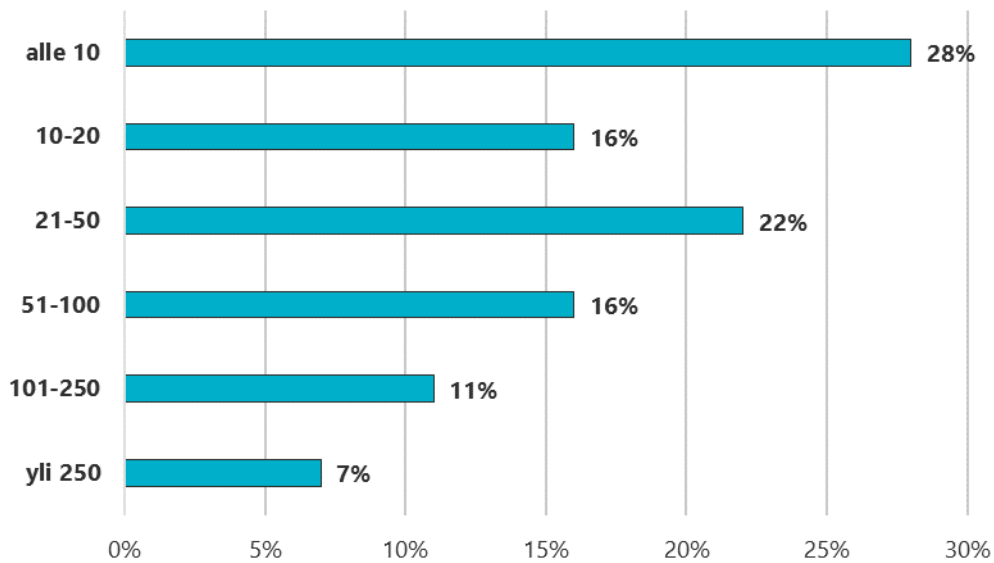
4.1.1 Taustatietoja kyselyyn vastaajien työpaikoista

Seuraavassa on esitetty kyselyiden tuloksia, joissa on mukana kaikki ensimmäisen (174 kpl) ja toisen kyselyn vastaukset (104 kpl). Työpaikkojen kokoa, tuotantoa sekä yleis- ja kohdeilmanvaihtoa koskeneita kysymyksiä kysyttiin vain ensimmäisessä kyselyssä, sillä oletettiin, ettei vuoden aikana ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Kuvassa 2 on esitetty, kuinka eri tehtävissä toimivat vastasivat kyselyyn. Suurin osa vastanneista oli yrittäjiä ja heidän osuutensa oli lähes sama kummassakin kyselyssä, 43–44 %. Seuraavaksi eniten vastauksia tuli työsuojelupäälliköiltä, joita oli toisessa kyselyssä hieman vähemmän (33 % -> 29 %). Työsuojeluvaltuutettujen osuus oli vastaavasti hieman suurempi toisessa kyselyssä (23 % -> 28 %).

Kuvan 3 mukaan vastaajista lähes 30 % oli mikroyrityksistä eli alle 10 työntekijän yrityksistä. Toiseksi eniten (22 %) vastattiin puutyöpaikoista, joissa oli 21–50 työntekijää. Vähiten vastauksia (7 %) tuli isoista yli 250 työntekijän yrityksistä, joita on ylipäätään olemassa vähemmän kuin pienempiä yrityksiä. Isoista konserneista vastauksissa työntekijämääriä pyydettiin tehdas-/työpaikkakohtaisesti.

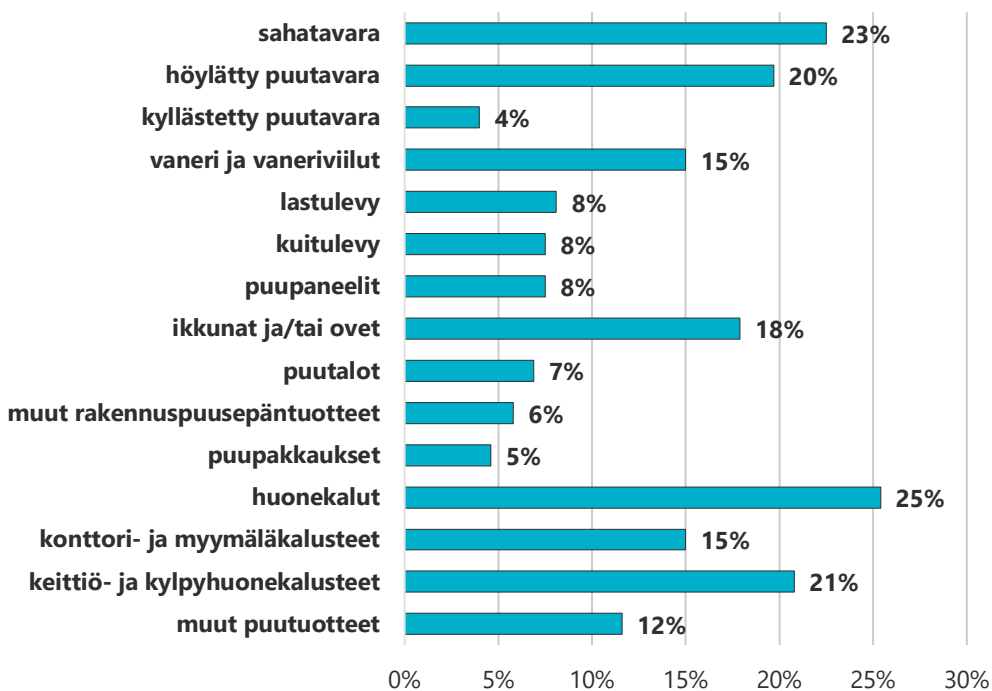


Kuva 2. Kyselyyn vastaajien prosentiosuudet tehtävän mukaan jaoteltuna.



Kuva 3. Vastaajien edustamien yritysten kokoluokat.

Kuvan 4 mukaan huonekalut olivat yleisimmät (25 % vastauksista) kyselyyn vastaajien yrityksissä valmistettavat tuotteet. Huonekalut sekä keittiö- ja kylpyhuonekalusteet ja konttori- ja myymäläkalusteet mainittiin valmistettavina tuotteina kaikkiaan 61 %:ssa vastauksista. Sahatavaraa ja höylättyä puutavaraa valmisti 43 % vastaajien yrityksistä. Vastauksista 39 %:ssa tuotteiksi ilmoitettiin puupaneelit, ikkunat ja/tai ovet, muut rakennuspuusepäntuotteet sekä puutalot. Puulevyjä valmistettiin 31 % vastaajien yrityksistä. Puupakkaukset mainittiin tuotteena 5 %, kyllästetty puutavara 4 % ja muut puutuotteet 12 % vastauksista.



Kuva 4. Yrityksen/toimipaikan tuotteet.

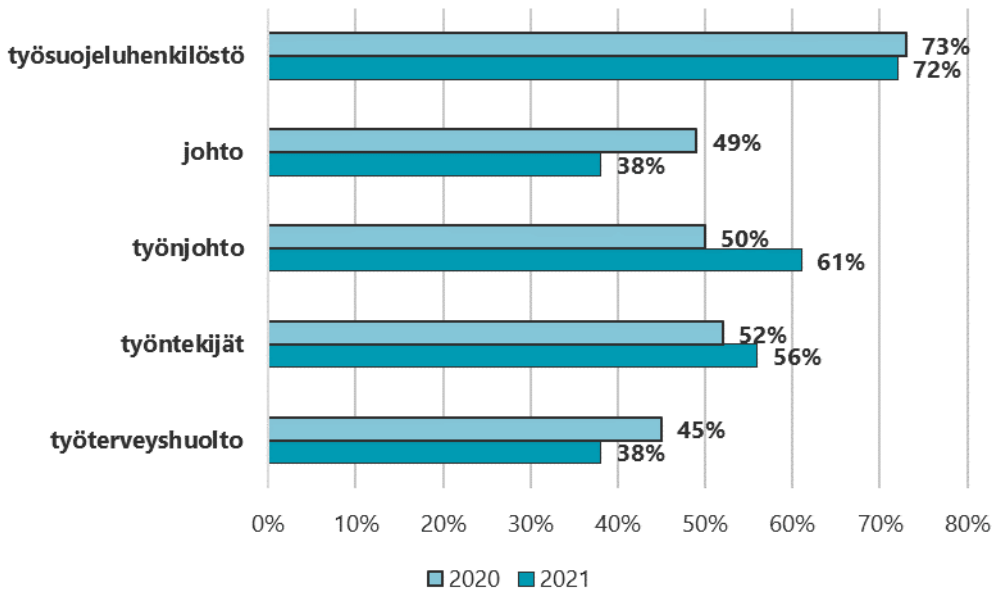
Taulukkoon 4 on koottu vastaajien työpaikkojen käyttämät tai työstämät puumateriaalit. Vastaajia pyydettiin ilmoittamaan, kuinka monta prosenttia kutakin puumateriaalia käytetään kokonaiskäyttömäärästä. Taulukon 4 luvut kertovat siis eri puulajien suhteellisen osuuden, eivät käyttömääriä. Taulukon 4 oikean puoleisen sarakkeen kokonaissumma on kullekin puulajille ilmoitettujen prosenttiosuuksien yhteenlaskettu summa, jonka perusteella voidaan päätellä, mitä puulajeja käytettiin tai työstettiin suhteellisesti eniten. Havupuut olivat yleisimmät vastaajien työpaikoilla käytettävät tai työstettävät puumateriaalit. Seuraavaksi eniten käytettiin levyjä. Koivua ja muita lehtipuita käytettiin selvästi vähemmän kuin havupuita tai levyjä.

Taulukko 4. Yritysten käyttämät puumateriaalit, kun yrityksen on pitänyt jakaa käyttämänsä materiaalit prosentuaalisesti niin, että materiaalien kokonaiskäyttö on 100%.

Käytettävät puumateriaalit	vastaajien määrä, jotka ilmoittivat käyttävän materiaalia (n)	Prosenttiosuus yrityksessä käytetyistä puumateriaaleista			
		maksimiarvo	mediaani	keskiarvo	kokonaissumma kaikista vastauksista kyseisessä materiaalissa
mänty	109	100 %	40 %	47 %	5337 %
kuusi	68	100 %	38 %	43 %	3465 %
lastulevy	56	95 %	50 %	44 %	2618 %
kuitulevy (esim. MDF)	82	75 %	15 %	20 %	1665 %
koivu	67	100 %	10 %	23 %	1658 %
vaneri	72	100 %	5 %	18 %	1323 %
muut lehtipuut	47	100 %	9 %	15 %	775 %
muut puumateriaalit	36	100 %	3 %	10 %	427 %
muut havupuut	9	95 %	0 %	5 %	115 %

4.1.2 Riskien arviointi ja puupölyn terveysvaikutukset

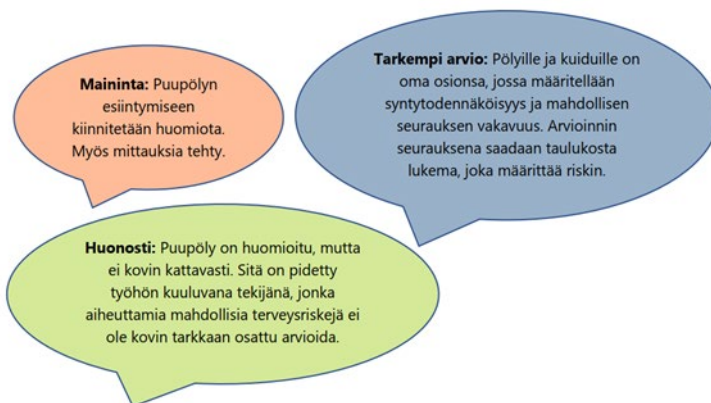
Kyselyvastausten mukaan (kuva 5) työsuojeluhenkilöstö oli luonnollisesti eniten (72–73 %) työpaikan riskien arviointiin osallistuva ryhmä. Työnjohto (50–61 %) ja työntekijät (52–56 %) osallistuivat lähes yhtä yleisesti riskien arviointiin, ne mainittiin noin 50 % vastauksissa. Johdon (38–49 %) ja työterveyshuollon (38–45 %) osallistuminen arviointiin oli samalla tasolla. Vuosien 2020 ja 2021 kyselyn vastauksissa oli työsuojeluhenkilöstön osallistumista lukuun ottamatta jonkin verran eroja prosenttiosuuksissa, mutta aineiston pienen koon takia erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 5. Henkilöstön osallistuminen riskienarvioinnin tekemiseen.

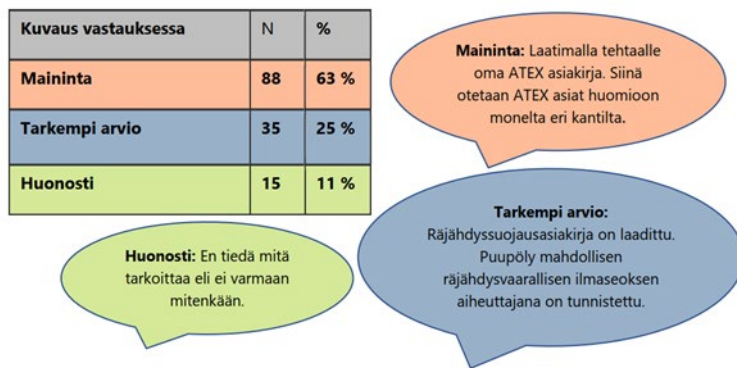
Valmiiksi strukturoitujen kysymysten lisäksi kysely sisälsi myös avoimia kysymyksiä. Arvio siitä, miten puupöly on huomioitu riskien arvioinnissa, esiintyi 21 %:ssa ensimmäisen kyselyn vastauksissa (kuva 6). Vastauksista 54 %:ssa oli maininta, että puupölyn esiintymiseen kiinnitetään työpaikalla huomiota. Puupöly oli huomioitu aika huonosti ja terveysriskejä ei oltu osattu arvioida, esiintyi 22 %:ssa vastauksista.

Kuvaus vastauksessa	N	%
Maininta	58	54 %
Tarkempi arvio	23	21 %
Huonosti	24	22 %



Kuva 6. Miten puupöly on huomioitu riskien arvioinnissa (N=107)?

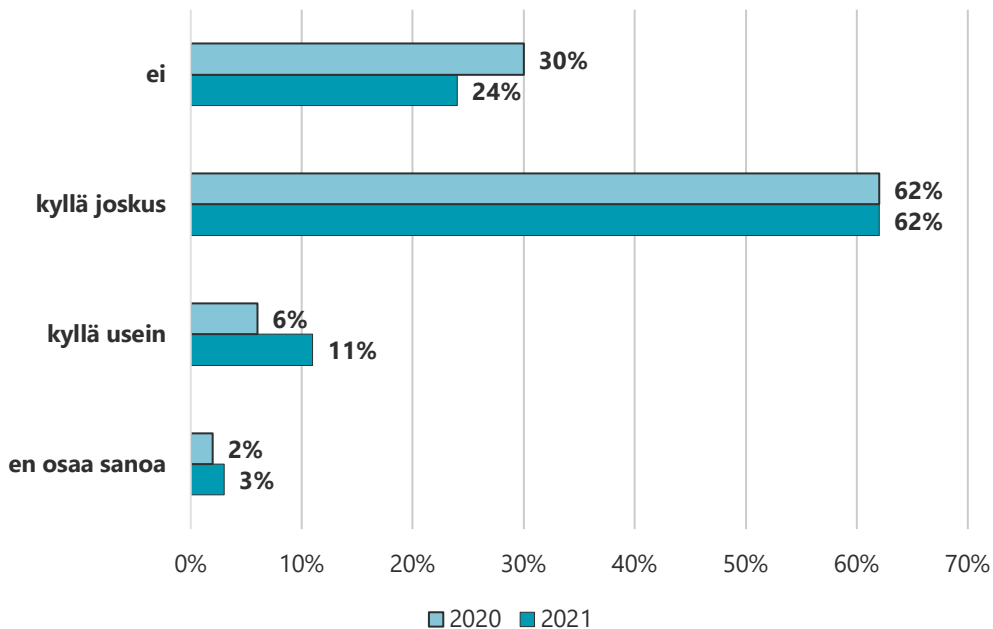
Kysyttiin myös, miten työpaikoilla on otettu huomioon räjähdysvaaraan liittyvät ATEX-asiat (kuva 7). Vastauksista 63 %:ssa oli maininta siitä, että tehtaalla oli oma ATEX-asiakirja. Tarkempi arvio puupölyn mahdollisesta räjähdysvaarasta oli 25 %:ssa vastauksista. Asia oli huomioita huonosti 11 %:n mukaan vastaajista.



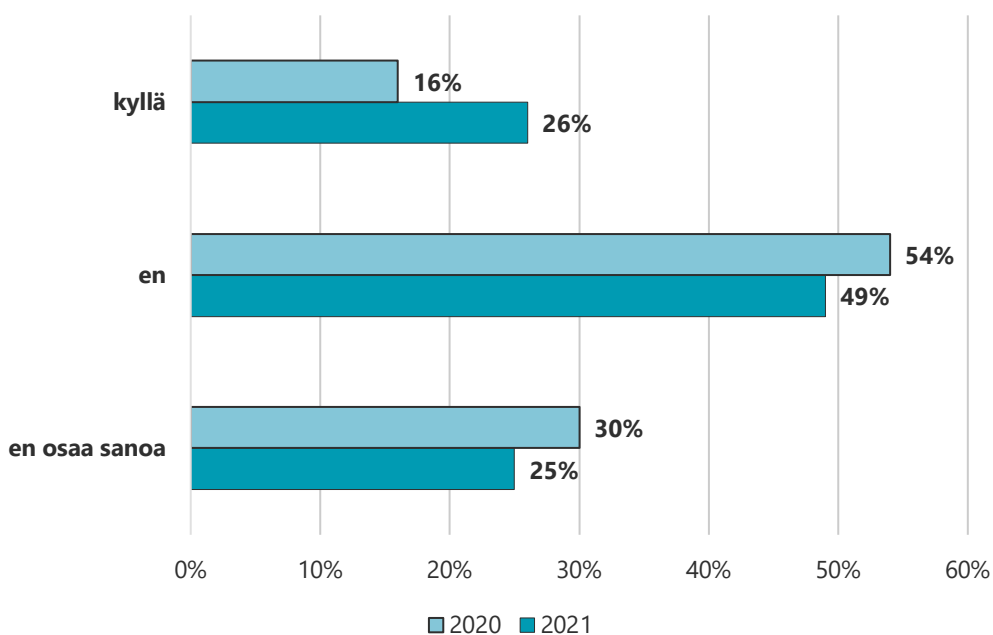
Kuva 7. Miten työpaikallasi on otettu huomioon ATEX-asiat (N=140)?

Kuvan 8 mukaan yli 60 % vastaajista kertoi, että työpaikalla on joskus koettu puupöly häiritseväksi tai oireita aiheuttavana. Usein häiritsevyyttä oli koettu 6 % vastauksista vuonna 2020, ja hieman enemmän, 11 %, vuoden 2021 vastauksissa. Puupöly ei ollut aiheuttanut haittaa noin neljäsosassa (24–30 %) vastaajien työpaikoista. Erot vastausprosentteissa eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

Ainoastaan 16 % vuoden 2020 kyselyn ja 26 % vuoden 2021 kyselyn vastaajista tiesi työpaikkansa puupölypitoisuuden tason (kuva 9). Loput eivät tieneet tai eivät osanneet sanoa.

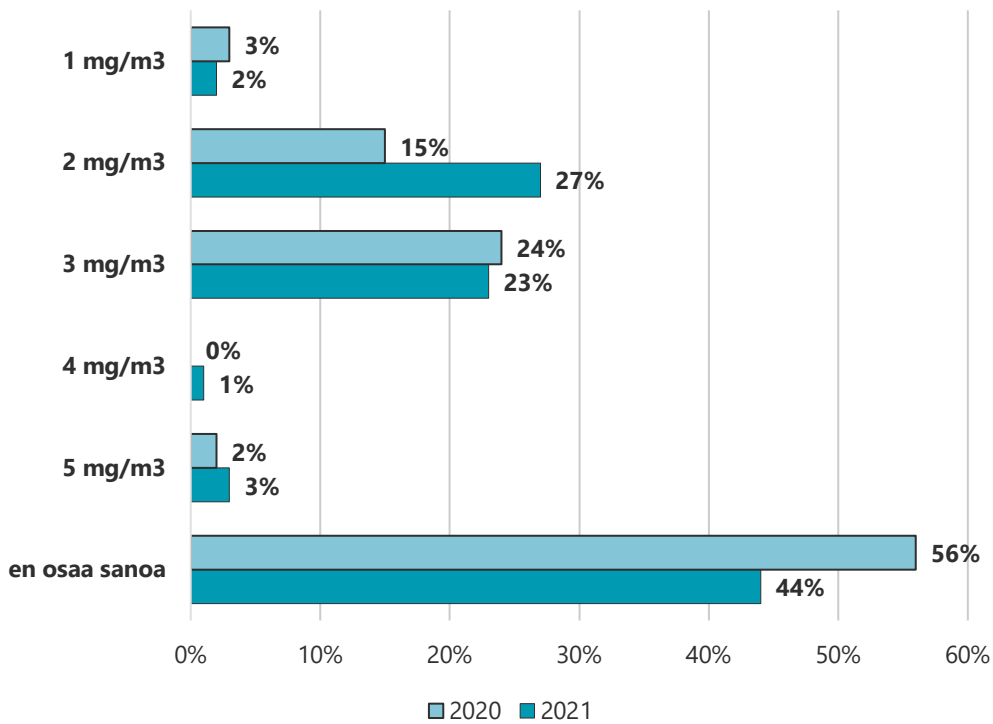


Kuva 9. Onko työpaikallasi koettu puupöly häiritseväksi tai oireita aiheuttavaksi.

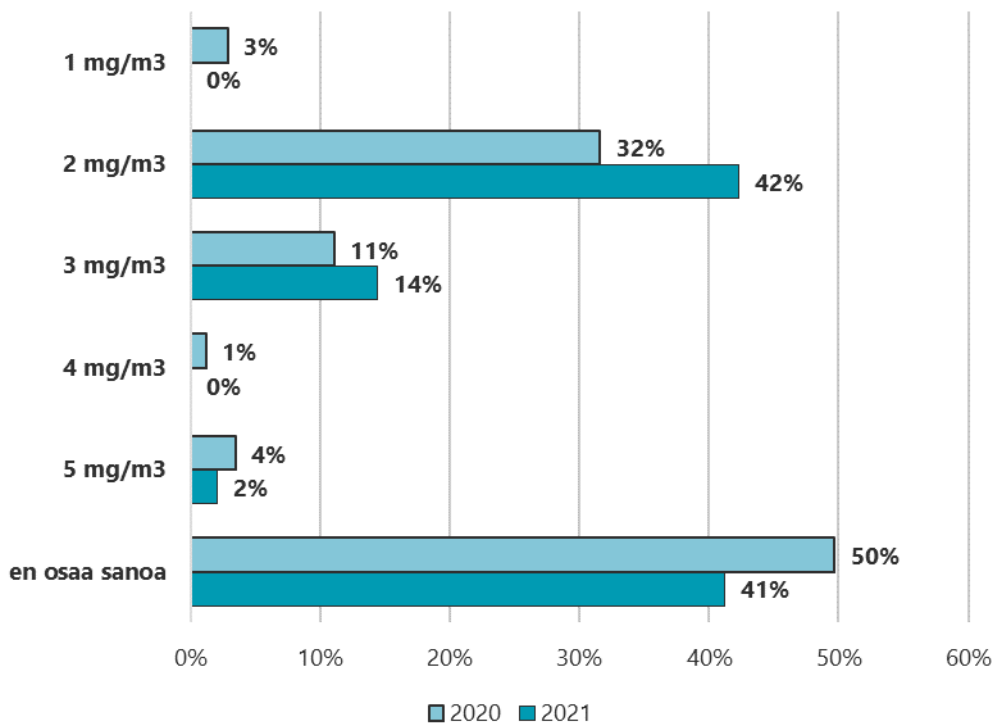


Kuva 9. Tiedätkö työpaikkasi keskimääräisen puupölypitoisuuden tason?

Puupölyn pitoisuudelle työpaikan ilmassa on työhygieeninen ohjeraja-arvo 2 mg/m³ [HTP]. Lehtipuupölylle on asetettu sitova raja-arvo, joka on 17.1.2023 saakka 3 mg/m³ ja sen jälkeen 2 mg/m³. Kuvan 10 mukaan noin neljännes (23–24 %) kyselyyn vastanneista ilmoitti oikein vastaushetkisen lehtipuupölyn sitovan raja-arvon. Puupölyn HTP-arvon tiesi 32 % vuoden 2020 kyselyyn vastanneista ja 42 % vuoden 2021 kyselyyn vastanneista (kuva 11). En osaa sanoa -vastausten osuus oli sitovan raja-arvon osalta 56 % ja HTP-arvon osalta 50 % vuonna 2020. Vastaavat osuudet vuonna 2021 olivat 44 % ja 41 %. Tämän perusteella näyttää, että tietoisuus raja-arvoista oli lisääntynyt tiedotuskampanjan aikana, mutta aineiston pienen koon takia erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

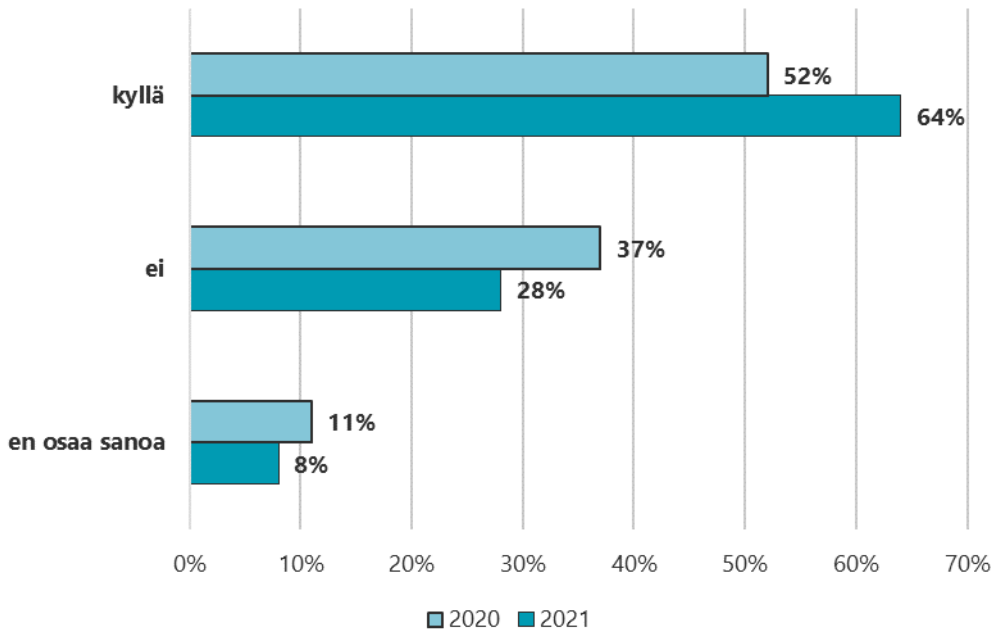


Kuva 10. Mikä on tällä hetkellä lehtipuupölylle asetettu työpaikan ilman sitova raja-arvo puupölylle?



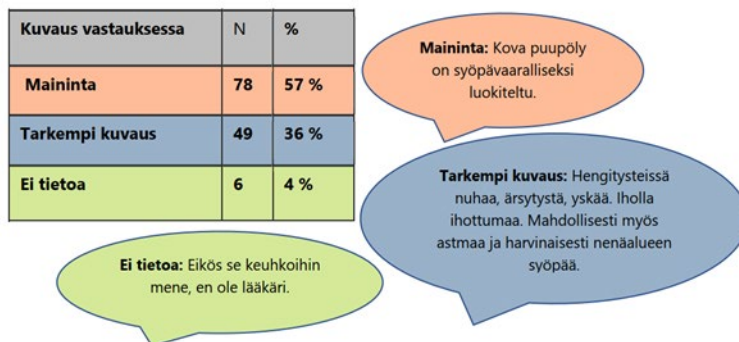
Kuva 11. Mikä on puupölypitoisuudelle ilmassa asetettu yleinen ohjeraja-arvo eli HTP-arvo (haitalliseksi tunnettu pitoisuus)?

Suurimassa osassa vastaajien työpaikoista (52–64 %) oli jaettu tietoa puupölyyn mahdollisesti liittyvistä terveyshaitoista (kuva 12). Lähes puolet (48 %) vastaajista kuitenkin ilmoitti ensimmäisessä kyselyssä, ettei terveyshaitoista ollut tiedotettu tai vastaaja ei osannut sanoa. Toisessa kyselyssä tämä osuus oli 36 %. Tiedon saanti puupölyn terveyshaitoista lisääntyi kyselyn mukaan, mutta ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 12. Onko työpaikallasi jaettu tietoa puupölyyn liittyvistä mahdollista terveyshaitoista?

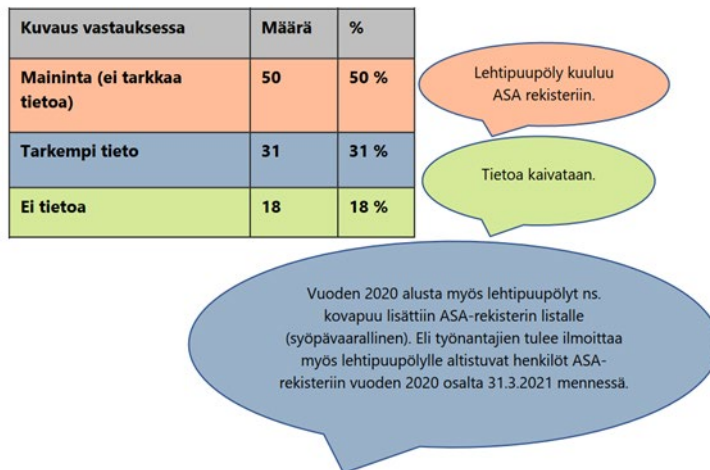
Kysymykseen, mitä terveyshaittoja puupölylle altistuminen voi aiheuttaa työntekijöille (kuva 13), kirjasi 57 % vuoden 2020 kyselyyn vastaajista maininnan, että puupöly on syöpää aiheuttava aine. Tarkemman kuvauksen terveyshaitasta antoi 36 % vastaajista ja 4 %:lla ei ollut tietoa tästä.



Kuva 13. Mitä terveyshaittoja puupölylle altistuminen voi aiheuttaa (N=136)?

Vuoden 2020 kyselyssä puupölyn mahdollisesti aiheuttamia terveysvaikutuksia lueteltiin 136 vastauksessa ja vuoden 2021 kyselyssä 67 vastauksessa. Kummassakin kyselyssä oli kattavasti lueteltu mahdollisia terveysvaikutuksia, kuten hengitysteiden, silmien ja ihon ärsytysoireet, astma, allergiat ja syöpä.

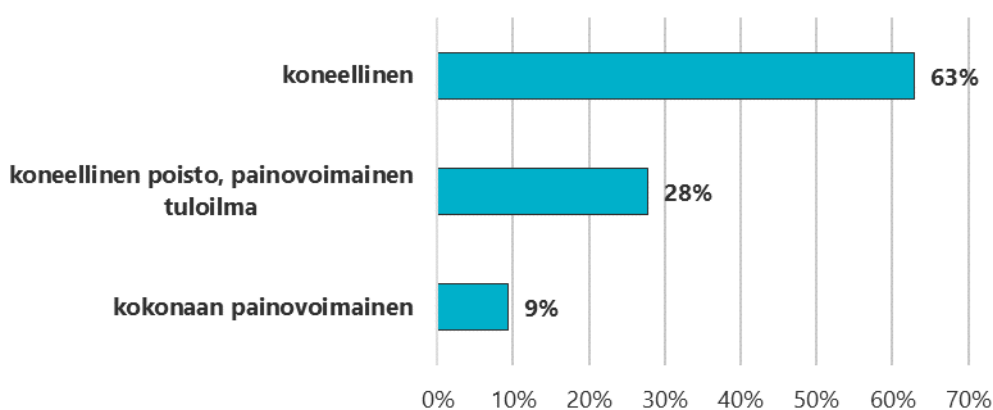
Avoimella kysymyksellä kartoitettiin myös vastaajien tietoisuutta ASA-laista (laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien luettelosta ja rekisteristä) ja siitä, miten se liittyy puupölyyn (kuva 14). Vastaajista 50 % tiesi, että esim. lehtipuupöly kuuluu ASA-lain piiriin. Tarkemman kuvauksen laista antoi 31 % vastaajista ja 18 % ilmoitti, että tietoa laista kaivataan.



Kuva 14. Miten ns. ASA-laki (Laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien luettelosta ja rekisteristä) liittyy puupölyyn (N=99)?

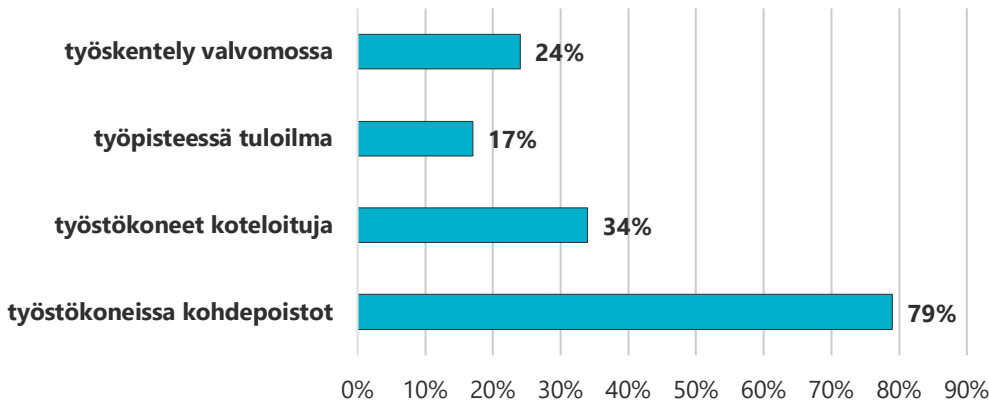
4.1.3 Ilmanvaihto, siivous ja hengityksensuojainten käyttö

Suurimmassa osassa (63 %) kyselyyn vastanneiden henkilöiden työpaikoissa oli koneellinen yleisilmanvaihto (kuva 15). Painovoimainen tuloilma ja koneellinen poisto oli 28 % vastaajien työpaikoista ja vain 9 % työpaikoista yleisilmanvaihto oli kokonaan painovoimainen. Suodatettua poistoilmaa palautettiin takaisin työtilaan vastauksista 62 % mukaan.



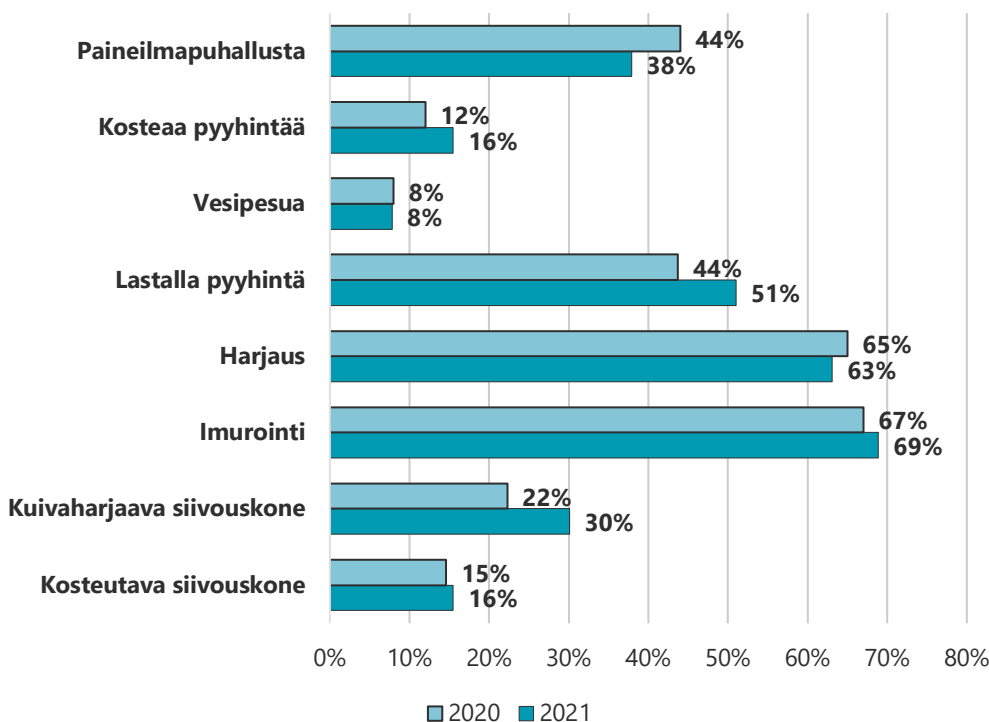
Kuva 15. Työtilan yleisilmanvaihto

Kyselyn vastausten mukaan 79 %:ssa puuntyöstökoneista oli kohdepoisto ja 34 % oli koteloitu (kuva 16). Vastauksissa 17 % ilmoitettiin, että työpisteisiin tuotiin puhdasta tuloilmaa. Valvomossa työskentely mainittiin 24 %:ssa vastauksista. Valvomoissa työskenneltiin yleisimmin sahoilla.

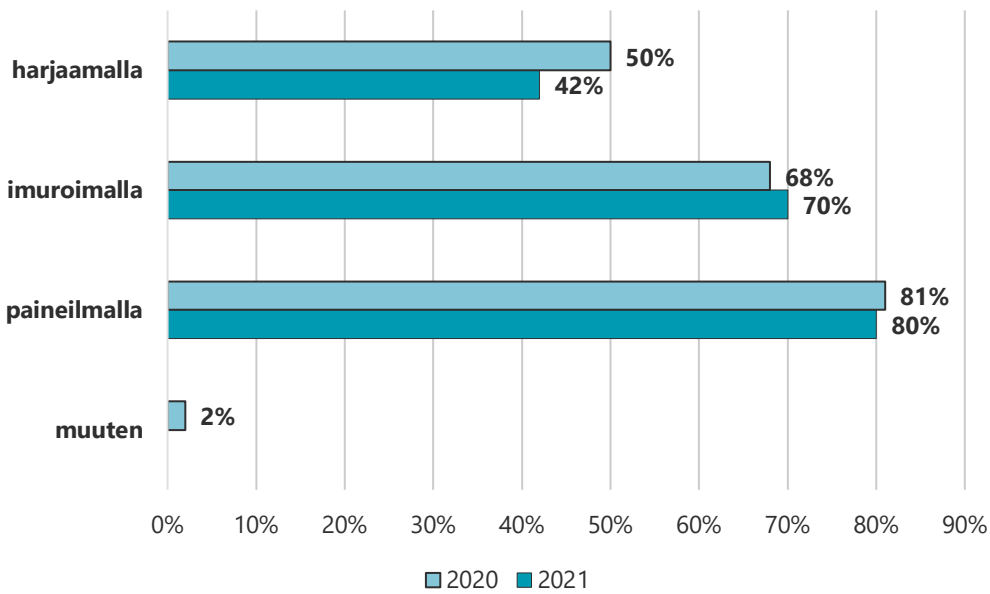


Kuva 16. Kohdeilmanvaihtoratkaisut vastaajien työpaikoilla

Työtilojen lattia- ja muiden pintojen siivoukseen käytettiin kyselyyn vastanneiden mukaan yleisimmin (63–69 %) imurointia ja harjausta (kuva 17). Lastaa käytettiin vuonna 2020 vastaajista 44 % mukaan, kun osuus oli 51 % vuonna 2021. Vastaajista 44 % ilmoitti vuonna 2020, että pintoja puhdistettiin myös paineilmalla puhaltamalla, vuonna 2021 osuus oli 38 %. Koneiden puhdistuksessa paineilmaa käytettiin noin 80 % vastausten mukaan sekä vuonna 2020 että 2021 (kuva 18). Imurointi oli toiseksi yleisin (68–70 % vastauksista) koneiden puhdistustapa. Lähes puolet vastaajista (50 % 2020, 42 % 2021) käytti koneiden puhdistukseen myös harjausta.



Kuva 17. Mitä käytetään työtilojen lattioiden ja muiden pintojen siivoukseen?



Kuva 18. Miten koneet puhdistetaan?

Työtehtävissä käytettiin hengityksensuojaimia eniten siivouksessa, huoltotöissä ja sahojen paketoinnissa (43 % vastaajista) (kuva 19). Vastaajista 30 % kertoi käyttävänsä suojaimia maalaustyössä, kemikaalien käytön yhteydessä ja hionnatyössä. Puuntyöstön ja hionnan sekä pintakäsittelyn yhteydessä käytetään vastausten mukaan jonkin verran suojaimia (27 % vastaajista).



Kuva 19. Käytetäänkö työtehtävissä hengityksensuojaimia (N=112)?

4.1.4 Turvallisuusjohtaminen vastaajan roolin mukaan

Turvallisuusjohtaminen-kappaleissa käsitellään eroja kyselyjen vastauksissa vuosien 2020 ja 2021 välillä ensin tässä kappaleessa vastaajan tehtävän eli roolin mukaan ja sitten kappaleessa 4.1.5 yrityksen/työpaikan koon mukaan. Tarkasteluissa ovat mukana vain molempiin kyselyihin vastanneet (n=104).

Ristiintaulukoinnin prosenttijakaumat osoittavat selkeästi työsuojelupäällikön, työsuojeluvaltuutetun ja yrittäjän erot työpaikan turvallisuustoiminnassa. Työsuojelupäälliköistä ja yrittäjistä noin 3/4 on samaa mieltä, kun taas työsuojeluvaltuutettujen osalta vastaava luku on vajaa puolet (46 %). Työsuojelupäälliköiden, työsuojeluvaltuutettujen ja yrittäjien mielipiteissä työpaikan turvallisuustoiminnassa on merkitsevää eroa (chi-toiseen -testin p-arvo <0,001).

Taulukko 5. Arvio oman työpaikan turvallisuustoiminnasta (kyselyt 1 ja 2).

	Vuosi	SAMAA MIELTÄ OLEVIENTEN MÄÄRÄT			p-arvo (χ^2 -testi)
		TS-päällikkö (n=30)	TS-valtuutettu (n=29)	Yrittäjä (n=45)	
Johto on viestinyt selkeät tavoitteet työturvallisuuden kehittämiseksi	2020	73 %	52 %	73 %	ns.
	2021	60 %	45 %	60 %	ns.
Johto puhuu avoimesti työturvallisuuteen liittyvistä asioista - hyvistä ja huonoista	2020	77 %	48 %	96 %	<0,001
	2021	77 %	38 %	88 %	<0,001
Johto tiedottaa säännöllisesti työturvallisuuteen liittyvistä asioista työntekijöille	2020	43 %	31 %	60 %	0,045
	2021	50 %	25 %	55 %	0,040
Esimiehet ovat kiinnostuneita työntekijöiden turvallisuudesta	2020	93 %	66 %	93 %	0,001
	2021	90 %	52 %	91 %	<0,001
Esimiehet tuovat esiin vastuunsa työturvallisuusasioissa	2020	73 %	28 %	82 %	<0,001
	2021	60 %	28 %	91 %	<0,001
Esimiehet pyrkivät edistämään työturvallisuutta	2020	90 %	59 %	96 %	<0,001
	2021	80 %	45 %	95 %	<0,001
Työpaikkani järjestää riittävästi turvallisuuskoulutusta	2020	33 %	17 %	29 %	ns.
	2021	37 %	24 %	29 %	ns.
Työpaikallani järjestetään räätälöityjä turvallisuuskoulutuksia eri tarpeisiin ja eri työntekijäryhmille	2020	37 %	7 %	18 %	0,016
	2021	30 %	10 %	17 %	ns.
Voin käyttää työssäni turvallisuuskoulutuksessa saamiani tietoja ja taitoja	2020	73 %	55 %	49 %	ns.
	2021	83 %	57 %	54 %	0,026

Oheisessa taulukossa (taulukko 5) on kuvattu vastaajien arvio oman työpaikan turvallisuustoiminnasta. Taulukossa on verrattu ensimmäisen kyselyn (2020) ja toisen kyselyn (2021) väittämien kanssa samaa mieltä olevien vastausten prosenttijakaumaa sekä testattu eri henkilöstöryhmien (työsuojelupäällikkö, työsuojeluvaltuutettu, yrittäjä) vastauksien eroja tilastollisesti.

Eri henkilöstöryhmiä edustavat vastaajat näkevät johdon avoimuuden työturvallisuuteen liittyvistä asioista tilastollisesti merkitsevästi eri tavoin ($p < 0,001$). Suurin osa yrittäjistä oli sitä mieltä, että johto puhuu avoimesti työturvallisuuteen liittyvistä asioista (96 % ja 88 %) ja työsuojelupäälliköistäkin 77 % vastasi samoin. Vähiten tästä asiasta oli samaa mieltä työsuojeluvaltuutetut (48 % ja 38 %).

Tiedottamisessa jakauma oli tasaisempi eri rooleja edustavien vastaajien välillä, mutta tähänkin saatiin merkitsevä ero vastaajaryhmien välille ($p < 0,045$). Johdon tiedottamisessa työturvallisuuteen liittyvistä asioista olisi ilmeisesti parantamisen varaa kaikkien vastaajaryhmien mukaan. Työsuojelupäälliköistä noin puolet (43 % ja 50 %) ja yrittäjistä yli puolet (60 % ja 55 %) vastaajista oli samaa mieltä väittämän kanssa ja valtuutetuista noin kolmasosa (31 % ja 25 %) vastasi samoin.

Yli 90 % johtoa edustavista vastaajista (työsuojelupäälliköt ja yrittäjät) oli sitä mieltä, että esimiehet ovat kiinnostuneita työntekijöiden turvallisuudesta. Työsuojeluvaltuutetut olivat kriittisempiä myös tämän väittämän suhteen ja erot vastaajaryhmien välillä oli merkitsevä ($p < 0,001$). Samansuuntaiset erot vastauksissa on nähtävissä myös väittämiin "Esimiehet tuovat esiin vastuunsa työturvallisuusasioissa" ja "Esimiehet pyrkivät edistämään työturvallisuutta".

Työsuojelupäälliköiden ja yrittäjien näkemykset siitä, että työpaikalla järjestetään riittävästi työsuojelukoulutusta, olivat ensimmäisessä kyselyssä lähes yhteneväiset (33 % ja 29 %). Työsuojeluvaltuutetut olivat kriittisempiä ja vain 17 % (ensimmäinen kysely) oli sitä mieltä, että koulutusta on riittävästi. Toisessa kyselyssä samaa mieltä oli heistä hiukan useampi (24 %).

Seuraavaan kysymykseen, joka koski työpaikalla järjestettäviä räätälöityjä turvallisuuskoulutuksia eri tarpeisiin ja eri työntekijäryhmille saatiin enemmän eroja eri vastaajaryhmien välillä ($p < 0,016$). Työsuojelupäälliköistä 37 % oli sitä mieltä, että koulutuksia järjestetään riittävästi ja valtuutetuista vain 7 % vastasi samoin ja yrittäjistäkin vain 18 %. Toisessa kyselyssä työsuojelupäälliköistä 30 %, valtuutetuista 10 % ja yrittäjistä 17 % oli samaa mieltä tämän väittämän kanssa.

Samaa mieltä väittämän "Voin käyttää työssäni turvallisuuskoulutuksessa saamiani tietoja ja taitoja" kanssa oli työsuojelupäälliköistä 73 % ja 83 %, valtuutetuista 55 % ja 57 % sekä yrittäjistä 49 % ja 54 %. Erot vastaajaryhmien välillä olivat merkitseviä toisessa kyselyssä ($p < 0,026$).

Taulukko 6. Miten työpaikallasi perehdytetään työntekijät turvallisiin työtapoihin (kyselyt 1 ja 2)?

	Vuosi	TS-päällikkö (n=30)	TS-valtuutettu (n=29)	Yrittäjä (n=45)	p-arvo (χ^2 -testi)
Työkaveri	2020	87 %	93 %	71 %	0,035
	2021	90 %	83 %	63 %	0,017
Koulutettu työnopastaja	2020	3 %	10 %	5 %	ns.
	2021	3 %	14 %	7 %	ns.
Koulutettu työnopastaja perehdyttää ja työnjohtaja varmistaa	2020	27 %	21 %	5 %	0,024
	2021	13 %	24 %	2 %	0,018
Työnjohtaja perehdyttää ja varmistaa	2020	67 %	35 %	75 %	0,002
	2021	63 %	28 %	74 %	0,001
Työsuojeluvaltuutettu osallistuu	2020	13 %	17 %	9 %	ns.
	2021	17 %	17 %	2 %	ns.
Työsuojelupäällikkö osallistuu	2020	40 %	21 %	11 %	0,014
	2021	40 %	21 %	7 %	0,003

Taulukossa (taulukko 6) on kuvattu eri henkilöstöryhmien vastausten välisiä eroja siitä, miten heidän työpaikallaan perehdytetään työntekijät turvallisiin työtapoihin. Taulukossa on verrattu ensimmäiseen kyselyyn (2020) ja toiseen kyselyyn (2021) annettujen vastausten prosenttijakaumaa sekä testattu eri henkilöstöryhmien (työsuojelupäällikkö, työsuojeluvaltuutettu, yrittäjä) vastauksien eroja tilastollisesti.

Työkaverilla näyttää kyselyn tulosten mukaan olevan merkittävä rooli turvallisiin työtapoihin kouluttamisessa. Näin arveli ensimmäiseen kyselyyn vastanneet työsuojelupäälliköt (87 %) ja valtuutetut (93 %). Yrittäjistä näin vastasi 73 % ja 63 % (toinen kysely). Vastaajaryhmien väliset erot olivat merkitseviä ($p < 0,035$ ja $0,017$).

Koulutetulla työnopastajalla ei tulosten mukaan ollut juurikaan merkitystä tässä perehdytyksessä, mutta työnjohtajalla sen sijaan oli merkitystä työsuojelupäälliköiden (67 % ja 63 %) ja yrittäjien (75 % ja 74 %) mielestä. Työsuojeluvaltuutetut kokivat työnjohtajan merkityksen pienemmäksi (35 % ja 28 %). Erot vastaajaryhmien välillä olivat molemmissa kyselyissä merkitseviä ($p < 0,002$ ja $p < 0,001$). Valtuutettu ei vastausten mukaan juurikaan osallistunut perehdytykseen tutkituissa työpaikoissa. Myöskään työsuojelupäälliköt eivät vastausten mukaan osallistuneet perehdyttämiseen kovin aktiivisesti, vaikka he kokivat itse tämän asian hiukan myönteisemmin kuin kaksi muuta vastaajaryhmää. Erot vastaajaryhmien välillä olivat merkitseviä molemmissa kyselyissä ($p < 0,014$ ja $p < 0,003$).

Taulukko 7. Työnopastus, tiedon jakaminen ja riskien arviointi.

	Vuosi	KYLLÄ			p-arvo (χ^2 -testi)
		TS- päällikkö (n=30)	TS- valtuutettu (n=29)	Yrittäjä (n=45)	
Annetaan työnopastusta ennen työn alkua ja sen jälkeen säännöllisesti erityistilanteissa	2020	97 %	79 %	96 %	0,026
	2021	97 %	68 %	91 %	0,003
Työpaikalla on jaettu tietoa puupölyyn liittyvistä mahdollista terveyshaitoista	2020	60 %	31 %	57 %	0,045
	2021	69 %	36 %	79 %	0,001
Työpaikalla on tehty työturvallisuuslain mukainen riskien arviointi	2020	93 %	90 %	79 %	ns.
	2021	90 %	90 %	67 %	0,019
Riskien arviointi toteutetaan vähintään kahden vuoden välein	2020	79 %	48 %	49 %	0,028
	2021	41 %	50 %	46 %	ns.
Arvioinnin perusteella tehdään aina muutoksia, kun on tarpeellista	2020	86 %	62 %	91 %	0,015
	2021	100 %	65 %	100 %	<0,001
Selvitetty puupölypitoisuuksia työhygieenisiin mittauksiin?	2020	46 %	64 %	13 %	<0,001
	2021	43 %	65 %	38 %	ns.
Puupöly todettu työpaikalla häiritseväksi vähintään joskus	2020	73 %	93 %	64 %	0,021
	2021	70 %	93 %	68 %	ns.

Taulukossa (taulukko 7) on kuvattu eri vastausten välisiä eroja siitä, miten heidän työpaikallaan työnopastus, tiedon jakaminen ja riskien arviointi on hoidettu. Taulukossa on verrattu ensimmäiseen kyselyyn (2020) ja toiseen kyselyyn (2021) annettujen vastausten prosenttijakaumaa sekä testattu eri henkilöstöryhmien (työsuojelupäällikkö, työsuojeluvaltuutettu, yrittäjä) vastauksien eroja tilastollisesti.

Johdon edustajat vastasivat lähes yksimielisesti (yli 90 % vastaajista), että työnopastusta annetaan ennen työn alkua ja sen jälkeen säännöllisesti erityistilanteissa. Työsuojeluvaltuutetut eivät kokeneet tätä väittämää yhtä myönteisesti (79 % ja 68 %). Vastaajaryhmien väliset erot olivat merkitseviä molemmissa kyselyissä ($p < 0,026$ ja $0,003$).

Yhtä myönteisesti ei vastattu väittämään, että työpaikalla on jaettu tietoa puupölyyn liittyvistä mahdollista terveyshaitoista. Tässäkin kohdassa valtuutetut olivat kriittisempiä, vaikka toisessa kyselyssä he vastasivat hiukan myönteisemmin (31 % ja 36 %). Myös työsuojelupäälliköiden (60 % ja 69 %) ja yrittäjien (57 % ja 79 %) vastaukset olivat positiivisempia toisessa kyselyssä tiedon jaon suhteen. Vastaajaryhmien väliset erot olivat merkitseviä molemmissa kyselyissä ($p < 0,045$ ja $p < 0,001$).

Yli 90 % työsuojelupäälliköistä ja -valtuutetuista vastasi myönteisesti kysymykseen, joka koski työpaikalla tehtyä työturvallisuuslain mukaista riskien arviointia. Yrittäjistä 79 % vastasi myöntävästi ensimmäisessä kyselyssä, mutta prosenttiosuus laski toisessa kyselyssä 67 %:iin ja eri ryhmien välinen ero oli myös merkitsevä ($p < 0,019$).

Kysymykseen toteutetaanko riskien arviointi vähintään kahden vuoden välein, vastasivat työsuojelupäälliköt kaikkein myönteisemmin (79 %) ensimmäisessä kyselyssä. Valtuutetut (48 %) ja yrittäjät (49 %) eivät vastanneet tähän yhtä myönteisesti ja ero ryhmien välillä oli merkitsevä ($p < 0,028$).

Tehdääkö arvioinnin perusteella sitten aina muutoksista, kun on tarpeellista? Suurin osa johdon edustajista vastasi tähän kysymykseen myönteisesti. Työsuojeluvaltuutetut eivät nähneet tätä aivan yhtä positiivisessa valossa (62 % ja 65 %) ja ryhmien erot olivat molempien kysymysten osalta merkitseviä ($p < 0,015$ ja $p < 0,001$).

Työsuojeluvaltuutetut vastasivat myönteisemmin (64 % ja 65 %) kysymykseen puupölypitoisuuksien selvittämisestä työhygienisin mittauksin. Työsuojelupäälliköistä 46 % ja yrittäjistä vain 13 % vastasi tähän myönteisesti ensimmäisessä kyselyssä. Ero ryhmien välillä oli myös merkitsevä ($p < 0,001$). Toisessa kyselyssä yrittäjien myönteisten vastausten osuus kasvoi 38 %:iin.

Lähes kaikki valtuutetut (93 %) totesivat myös puupöly työpaikalla häiritseväksi vähintään joskus. Kaikki johtoa edustavat vastaajat eivät todenneet samoin (työsuojelupäälliköt 73 % ja yrittäjät 64 %). Vastaajaryhmien välinen ero oli merkitsevä ($p < 0,021$).

Taulukko 8. Onko työpaikallasi epäilty tai todettu puupölyn aiheuttamia ammattitautteja?

	Vuosi	TS-päällikkö (n=30)	TS-valtuutettu (n=29)	Yrittäjä (n=45)	p-arvo (χ ² -testi)
ei ole epäilty	2020	53 %	18 %	68 %	0,002
	2021	53 %	14 %	51 %	0,007
ei ole todettu	2020	30 %	36 %	23 %	
	2021	37 %	35 %	33 %	
on epäilty	2020	13 %	18 %	5 %	
	2021	7 %	21 %	7 %	
on todettu	2020	3 %	14 %	2 %	
	2021	3 %	14 %	2 %	
en tiedä	2020	0 %	14 %	2 %	
	2021	0 %	17 %	7 %	

(2021 liian pienet ryhmät testaamiseen)

Johdon edustajien ja työsuojelupäälliköiden vastaukset kysymykseen puupölyn aiheuttamista ammattitaudeista työpaikalla poikkesivat merkitsevästi toisistaan ($p < 0,002$ ja $p < 0,007$) (taulukko 8) yhden väittämän osalta. Työsuojelupäälliköistä 53 % (53 %) työsuojelupäälliköistä ja yrittäjistä 68 % (51 %) vastasi, että ei ole epäilty. Työsuojeluvalltuutetuista ainoastaan 18 % (14 %) vastasi samoin tähän kysymykseen. Muuten vastaukset jakautuivat aika tasaisesti eri ryhmien välillä eri väittämien osalta.

Taulukko 9. Työtilojen siivous.

	Vuosi	TS-päällikkö (n=30)	TS-valtuutettu (n=29)	Yrittäjä (n=45)	p-arvo (χ ² -testi)
Kosteuttava siivouskone	2020	27 %	21 %	2 %	0,006
	2021	23 %	24 %	5 %	0,029
Kuivaharjaava siivouskone	2020	37 %	21 %	13 %	ns.
	2021	50 %	28 %	18 %	0,013
Imurointi	2020	60 %	50 %	84 %	0,005
	2021	67 %	59 %	77 %	ns.
Harjaus	2020	60 %	82 %	64 %	ns.
	2021	60 %	69 %	61 %	ns.
Lastalla pyyhintä	2020	43 %	39 %	47 %	ns.
	2021	57 %	28 %	64 %	0,008
Vesipesua	2020	7 %	0 %	4 %	ns.
	2021	13 %	3 %	7 %	ns.
Kostea pyyhintää	2020	20 %	11 %	11 %	ns.
	2021	13 %	14 %	18 %	ns.
Paineilmahuuhallusta	2020	43 %	82 %	31 %	<0,001
	2021	40 %	76 %	25 %	<0,001

Kyselyn vastausten mukaan työtilojen siivous (taulukko 9) tehdään vain joillakin työpaikoilla kosteuttavalla siivouskoneella. Varsinkaan yrittäjät eivät vastanneet myöntävästi tähän kysymykseen. Vastaajaryhmien väliset erot olivat merkitseviä molemmissa kyselyissä ($p < 0,006$ ja $p < 0,029$). Kuivaharjaava siivouskone oli toisen kyselyn vastausten mukaan käytössä puolessa työsuojelupäälliköitä edustavien vastaajien työpaikoissa ja joissakin kahta muuta ryhmää edustavien työpaikoissa. Ero vastaajaryhmien välillä oli merkitsevä ($p < 0,013$).

Vastausten mukaan imurointia käytettiin aika yleisesti työtilojen siivoukseen. Yrittäjien vastausten mukaan se oli kaikkein yleisin siivousmuoto (84 %). Tässäkin saatiin merkitsevä ero vastaajaryhmien välille ensimmäisessä kyselyssä ($p < 0,005$).

Harjausta käytettiin aika yleisesti kaikkia vastaajaryhmiä edustavien vastaajien työpaikoilla. Lastalla pyyhitään toisen kyselyn mukaan sen sijaan harvemmin valtuutettuja edustavien vastaajien työpaikoilla ja ero oli merkitsevä vastaajaryhmien välillä ($p < 0,008$). Vesipesua ei juurikaan käytetty vastaajien työpaikoilla, eikä myöskään kosteaa pyyhintää.

Kysymykseen paineilmapuhalluksesta saatiin merkitsevät erot ryhmien välille molempien kyselyjen suhteen ($p < 0,001$ ja $p < 0,001$). Työsuojeluvaltuutettujen vastausten mukaan paineilmaa käytetään aika yleisesti heidän työpaikoillaan (84 %) Johdon edustajista alle puolet vastasi tähän kysymykseen myöntävästi.

Taulukko 10. Koneiden puhdistus.

	Vuosi	TS-päällikkö (n=30)	TS-valtuutettu (n=29)	Yrittäjä (n=45)	p-arvo (χ^2 -testi)
Harjaus	2020	45 %	54 %	58 %	ns.
	2021	41 %	38 %	46 %	ns.
Imurointi	2020	69 %	50 %	71 %	ns.
	2021	72 %	48 %	82 %	0,009
Paineilma	2020	76 %	100 %	82 %	0,027
	2021	76 %	97 %	73 %	0,033

Koneiden puhdistus tapahtuu vastausten mukaan yleisimmin paineilmalla (taulukko10). Erot ryhmien vastauksissa olivat kuitenkin merkitseviä molemmissa kyselyissä ($p < 0,027$ ja $p < 0,033$).

Työsuojeluvaltuutetuista lähes kaikki vastasivat myönteisesti tähän kysymyksen kohtaan. Myös imurointia koskevaan vaihtoehtoon saatiin merkitsevä ero ryhmien vastausten välille toisessa kyselyssä ($p < 0,009$).

Harjauksen osuus laski eri ryhmissä toisessa kyselyssä ja erot ryhmien välillä eivät olleet merkitseviä.

Taulukko 11. Paineilman käyttö.

	Vuosi	TS-päällikkö (n=30)	TS-valtuutettu (n=29)	Yrittäjä (n=45)	p-arvo (χ^2 -testi)
Vähemmän kuin 15min/työvuoro	2020	60 %	44 %	72 %	ns.
	2021	67 %	52 %	75 %	ns.
15-30min/ työvuoro	2020	27 %	22 %	16 %	
	2021	17 %	22 %	21 %	
yli 30min/työvuoro	2020	13 %	33 %	12 %	
	2021	17 %	26 %	5 %	

Paineilmaa käytetään puhdistukseen yleisesti vähemmän kuin 15 min/työvuoro (taulukko 11). Toisen kyselyn vastausten prosenttiosuudet nousivat tämän kysymysvaihtoehdon osalta, ja ero ryhmien vastausten välillä ei ollut merkitsevä.

Taulukko 12. Puupölyn HTP-arvo.

Kuinka moni tiesi oikean arvon?	Vuosi	TS-päällikkö (n=30)	TS-valtuutettu (n=29)	Yrittäjä (n=45)	p-arvo (χ ² -testi)
Puupölyn HTP-arvon	2020	47 %	28 %	24 %	ns.
	2021	57 %	35 %	31 %	ns.
HTP-arvo uusille ja uudistetuille laitoksille	2020	53 %	24 %	24 %	0,017
	2021	63 %	31 %	29 %	0,006
Lehtipuupölylle asetettu työpaikan ilman sitova raja-arvo puupölylle	2020	30 %	17 %	22 %	ns.
	2021	27 %	21 %	20 %	ns.
Sitova raja-arvo 17.1.2023 jälkeen	2020	37 %	21 %	27 %	ns.
	2021	37 %	24 %	22 %	ns.

Seuraava kysymys koski puupölyn HTP-arvoa (taulukko 12). Tämän arvon uusille ja uudistetuille laitoksille tiesi ensimmäiseen kyselyyn vastanneista työsuojelupäälliköistä 53 % ja työsuojeluvaltuutetuista sekä yrittäjistä 24 %. Toisessa kyselyssä prosenttiosuudet nousivat kaikissa ryhmissä jonkin verran. Ryhmien väliset erot olivat merkitseviä molemmissa kyselyissä (p<0,017 ja p<0,006).

Taulukko 13. Yksittäisten työpisteiden siivoaminen.

Kuka siivoa yksittäiset työpisteet	Vuosi	TS-päällikkö (n=30)	TS-valtuutettu (n=29)	Yrittäjä (n=45)	p-arvo (χ ² -testi)
Työpaikan oma siivoaja	2020	13 %	14 %	13 %	ns.
	2021	13 %	14 %	9 %	ns.
Ulkopuolinen siivousyritys	2020	10 %	10 %	2 %	ns.
	2021	10 %	14 %	2 %	ns.
Työntekijä itse	2020	100 %	97 %	84 %	0,028
	2021	100 %	93 %	91 %	ns.
Yrittäjä itse	2020	0 %	0 %	40 %	<0,001
	2021	3 %	3 %	36 %	<0,001

Vastausten mukaan työntekijät siivoavat itse yksittäiset työpisteensä (taulukko 13). Työsuojelupäälliköistä kaikki vastasivat näin ja valtuutetuistakin yli 90 %. Työpaikan omaa siivoajaa tai ulkopuolista siivousyritystä käytettiin vain harvoin. Myös yrittäjät siivoavat itse monilla työpaikoilla (40 % ja 36 %).

4.1.5 Turvallisuusjohtaminen yrityksen/työpaikan koon mukaan

Kyselyn tuloksia tarkasteltiin myös yrityksen tai työpaikan koon mukaan. Tarkastelua varten yritykset jaettiin kolmeen luokkaan: mikroyritykset (alle 10 työntekijää), pienet yritykset (10–49 työntekijää) ja keskiuuret yritykset (50–250 työntekijää). Tarkastelussa ovat mukana vain molempiin kyselyihin vastanneet (n=104).

Taulukko 14. Arvio oman työpaikan turvallisuustoiminnasta (kyselyt 1 ja 2).

	Vuosi	SAMAA MIELTÄ			p-arvo (χ^2 -testi)
		Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskiuuri yritys >=50 (n=30)	
Johto on viestinyt selkeät tavoitteet työturvallisuuden kehittämiseksi	2020	72 %	60 %	71 %	ns.
	2021	64 %	41 %	65 %	ns.
Johto puhuu avoimesti työturvallisuuteen liittyvistä asioista - hyvistä ja huonoista	2020	88 %	78 %	68 %	ns.
	2021	88 %	67 %	62 %	ns.
Johto tiedottaa säännöllisesti työturvallisuuteen liittyvistä asioista työntekijöille	2020	64 %	42 %	42 %	ns.
	2021	60 %	39 %	42 %	ns.
Esimiehet ovat kiinnostuneita työntekijöiden turvallisuudesta	2020	88 %	83 %	87 %	ns.
	2021	92 %	69 %	81 %	ns.
Esimiehet tuovat esiin vastuunsa työturvallisuusasioissa	2020	80 %	71 %	47 %	0,017
	2021	84 %	64 %	49 %	0,018
Esimiehet pyrkivät edistämään työturvallisuutta	2020	88 %	88 %	78 %	ns.
	2021	92 %	69 %	73 %	ns.
Työpaikkani järjestää riittävästi turvallisuuskoulutusta	2020	32 %	22 %	29 %	ns.
	2021	28 %	23 %	38 %	ns.
Työpaikallani järjestetään räätälöityjä turvallisuuskoulutuksia eri tarpeisiin ja eri työntekijäryhmille	2020	21 %	20 %	21 %	ns.
	2021	28 %	13 %	19 %	ns.
Voin käyttää työssäni turvallisuuskoulutuksessa saamiani tietoja ja taitoja	2020	48 %	54 %	68 %	ns.
	2021	58 %	61 %	70 %	ns.

Oheisessa taulukossa (taulukko 14) on kuvattu, miten eri kokoisia yrityksiä edustavat vastaajat arvioivat oman työpaikansa turvallisuustoimintaa. Taulukossa on verrattu ensimmäisen kyselyn (2020) ja toisen kyselyn (2021) väittämien kanssa samaa mieltä olevien vastausten prosenttijakaumaa sekä testattu vastauksien eroja tilastollisesti.

Eri kokoisia yrityksiä edustavat vastaajat näkevät esimiesten pyrkimyksen edistää työturvallisuutta tilastollisesti merkitsevästi eri tavoin ($p < 0,017$ ja $p < 0,018$). Mikro- (80 % ja 84 %) ja pienissä yrityksissä (71 % ja 64 %) nähdään tämä asia positiivisemmin kuin keskisuurissa yrityksissä (47 % ja 49 %). Muiden väittämien osalta tulokset jakautuivat tasaisemmin eri väittämien osalta. Väittämiin, jotka koskivat johdon ja esimiesten toimintaa työturvallisuudessa, saatiin yleisesti positiivisemmat arviot mikroyritysten edustajilta. Vastausten prosenttiosuudet vaihtelivat näiden osalta 92 %:sta 60 %:iin kummankin kyselyn osalta (2021, 2022). Sen sijaan koulutusta ja työturvallisuuskoulutuksessa saatujen tietojen käyttöön työssä koskeviin väittämiin vastattiin yrityskoosta riippumatta negatiivisemmin. Samaa mieltä väittämän ”työpaikkani järjestetään riittävästi turvallisuuskoulutusta” oli vain 22 %:sta 38 %:iin ja väittämän ”työpaikallani järjestetään räätälöityjä turvallisuuskoulutuksia eri tarpeisiin ja eri työntekijäryhmille” 13 %:sta 28 %:iin. Hiukan positiivisemmin vastattiin väittämään ”voin käyttää työssäni turvallisuuskoulutuksessa saamiani tietoja ja taitoja” (48 %:sta 70 %:iin). Keskisuurissa yrityksissä tietojen hyödyntäminen työssä nähtiin positiivisemmin kuin mikro- ja pienissä yrityksissä.

Taulukko 15. Kuka työpaikallasi perehdytetään työntekijät turvallisiin työtapoihin (kyselyt 1 ja 2)?

Kuka perehdyttää työntekijät turvallisiin työtapoihin?	Vuosi	SAMAA MIELTÄ			p-arvo (χ^2 -testi)
		Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskisuuri yritys >=50 (n=30)	
Työkaveri	2020	52 %	90 %	92 %	<0,001
	2021	52 %	90 %	92 %	<0,001
Koulutettu työnopastaja	2020	4 %	5 %	8 %	ns.
	2021	4 %	5 %	13 %	ns.
Koulutettu työnopastaja perehdyttää ja työnjohtaja varmistaa	2020	8 %	8 %	29 %	0,016
	2021	0 %	3 %	29 %	<0,001
Työnjohtaja perehdyttää ja varmistaa	2020	76 %	63 %	50 %	ns.
	2021	68 %	69 %	40 %	0,015
Työsuojeluvaltuutettu osallistuu	2020	4 %	15 %	16 %	ns.
	2021	0 %	8 %	21 %	0,023
Työsuojelupäällikkö osallistuu	2020	8 %	28 %	26 %	ns.
	2021	4 %	18 %	34 %	0,013

Oheisessa taulukossa (taulukko 15) on kuvattu, miten eri kokoisia yrityksiä edustavat vastaajat vastaavat kysymykseen, kuka heidän työpaikallaan perehdytetään työntekijät turvallisiin työtapoihin. Taulukossa on verrattu ensimmäisen kyselyn (2020) ja toisen kyselyn (2021) väittämien kanssa samaa mieltä olevien vastausten prosenttijakaumaa sekä testattu vastauksien eroja tilastollisesti.

Työkaverilla näyttää kyselyn tulosten mukaan olevan merkittävä rooli turvallisiin työtapoihin perehdyttämisessä pienissä ja keskisuurissa yrityksissä (90 %:sta 92 %:iin vastasi näin molemmissa yrityskokoluokissa). Noin puolet mikroyritysten edustajista vastasivat samoin. Eri yrityskokoluokkia edustavien vastausten välillä oli merkitsevä ero molemmissa kyselyissä ($p < 0,001$). Työnjohtaja perehdyttää ja varmistaa seuraavaksi eniten kaikissa yrityskokoluokissa, mutta eniten kuitenkin mikro- ja pienissä yrityksissä. Vastausten välillä oli merkitsevä ero toisessa kyselyssä ($p < 0,015$).

Vastausten mukaan koulutettua työnopastajaa ei juurikaan käytetty tutkituissa yrityksissä. Keskisuurissa yrityksissä käytettiin työnopastajaa jonkin verran silloin, kun työnjohtaja varmistaa koulutuksen samalla ($p < 0,016$ ja $p < 0,001$). Vastausten mukaan työsuojeluvaltuutettu ei myöskään juuri osallistu perehdytykseen, keskisuurissa yrityksissä heitä kuitenkin oli hiukan enemmän mukana perehdytyksissä. Myös työsuojelupäällikkö osallistuu perehdytykseen useimmin keskisuurissa yrityksissä ($p < 0,013$).

Taulukko 16. Työnopastus, tiedon jakaminen ja riskien arviointi.

	Vuosi	KYLLÄ			p-arvo (χ^2 -testi)
		Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskisuuri yritys \geq 50 (n=30)	
Annetaan työnopastusta ennen työn alkua ja sen jälkeen säännöllisesti erityistilanteissa	2020	96 %	85 %	95 %	ns.
	2021	88 %	90 %	81 %	ns.
Työpaikalla on jaettu tietoa puupölyyn liittyvistä mahdollista terveyshaitoista	2020	72 %	40 %	47 %	0,038
	2021	80 %	63 %	54 %	ns.
Työpaikalla on tehty työturvallisuuslain mukainen riskien arviointi	2020	79 %	83 %	95 %	ns.
	2021	56 %	80 %	97 %	<0,001
Riskien arviointi toteutetaan vähintään kahden vuoden välein	2020	39 %	59 %	67 %	ns.
	2021	43 %	52 %	42 %	ns.
Arvioinnin perusteella tehdään aina muutoksia, kun on tarpeellista	2020	89 %	76 %	80 %	ns.
	2021	100 %	87 %	87 %	ns.
Selvitetty puupölypitoisuuksia työhygieenisiin mittauksiin?	2020	10 %	33 %	56 %	0,002
	2021	23 %	49 %	62 %	0,017
Puupöly todettu työpaikalla häiritseväksi vähintään joskus	2020	56 %	74 %	87 %	0,023
	2021	67 %	74 %	83 %	ns.

Oheisessa taulukossa (taulukko 16) on kuvattu, miten eri kokoisia yrityksiä edustavat vastaajat vastaavat työnopastusta, tiedon jakamista ja riskien arviointia koskeviin väitteisiin. Taulukossa on verrattu ensimmäisen kyselyn (2020) ja toisen kyselyn (2021) väittämien kanssa samaa mieltä olevien vastausten prosenttijakaumaa sekä testattu vastauksien eroja tilastollisesti. Lähes kaikki eri yrityskokoluokkien edustajat (81:sta 96 %:iin vastaajista) vastasivat, että työnopastusta annetaan ennen työn alkua ja sen jälkeen säännöllisesti erityistilanteissa.

Eniten työpaikalla on jaettu tietoa puupölyyn liittyvistä mahdollista terveyshaitoista mikroyrityksissä (72 % ja 80 % näiden yritysten vastaajista). Pienissä (40 % ja 63 %) ja keskisuurissa (47 % ja 54 %) yrityksissä tietoa ei ole jaettu yhtä ahkerasti, vaikka toisessa kyselyssä prosenttiosuudet nousivatkin. Ensimmäisessä kyselyssä vastausten väliset erot eri ryhmissä olivat merkitseviä ($p < 0,038$).

Lähes kaikissa keskiuurten yritysten työpaikoissa oli vastausten mukaan tehty työturvallisuuslain mukainen riskien arviointi (95 % ja 97 %). Myös pienten yritysten edustajien myönteisten vastausten osuus ylitti 80 % molemmissa kyselyissä. Mikroyrityksiä edustavien vastaajien myönteinen osuus sen sijaan laski toisessa kyselyssä 79 %:sta 56 %:iin. Vastausten välinen ero oli merkitsevä ($p < 0,001$).

Kysymykseen toteutetaanko riskien arviointi vähintään kahden vuoden välein, vastasivat myönteisemmin keskiuurten yritysten edustajat (67 %). Kaikissa yrityskokoluokissa myönteisten vastausten osuus laski toisen kyselyn osalta.

Mikroyrityksissä tehdään aina muutoksia arvioinnin perusteella, kun on tarpeellista. Näin vastasi toiseen kyselyyn kaikki tähän ryhmään kuuluvat vastaajat. Myös muiden kokoluokkien yrityksissä tehdään usein muutoksia (87 % vastaajista molemmissa kokoluokissa toisessa kyselyssä).

Keskiuurissa yrityksissä on selvitetty puupölypitoisuuksia työhygieenisin mittauksin enemmän kuin mikro- ja pienissä yrityksissä. Varsinkin mikroyrityksissä ei vastausten mukaan tällaisia selvityksiä juurikaan tehdä, vaikka myönteisten vastausten prosenttiosuus hiukan nousi toisessa kyselyssä. Vastausten väliset erot eri ryhmien osalta olivat merkitseviä molemmissa kyselyissä ($p < 0,002$ ja $p < 0,017$).

Vastausten mukaan keskiuurissa yrityksissä (87 % ja 83 %) koetaan puupöly myös useimmin häiritseväksi kuin toisten kokoluokkien yrityksissä. Myös pienten yritysten vastaajissa (74 %) oli enemmän puupölyn häiritseväksi kokevia kuin mikroyritysten vastaajissa (56 % ja 67 %). Ryhmien vastausten välinen ero oli merkitsevä ensimmäisessä kyselyssä ($p < 0,023$).

Taulukko 17. Onko työpaikallasi epäilty tai todettu puupölyn aiheuttamia ammattitauteja?

	Vuosi	Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskiuuri yritys >=50 (n=30)	p-arvo (χ^2 -testi)
ei ole epäilty	2020	68 %	58 %	30 %	0,042
	2021	60 %	44 %	26 %	ns.
ei ole todettu	2020	24 %	30 %	30 %	
	2021	24 %	41 %	34 %	
on epäilty	2020	4 %	5 %	22 %	
	2021	4 %	10 %	16 %	
on todettu	2020	0 %	5 %	11 %	
	2021	0 %	3 %	13 %	
en tiedä	2020	4 %	3 %	8 %	
	2021	12 %	3 %	11 %	

Puupölyn aiheuttamia ammattitauteja työpaikalla ei ole epäilty vastausten mukaan suurimmassa osassa mikroyrityksiä (68 %) (taulukko 17). Myös yli puolet (58 %) pienten yritysten vastaajista vastasi samoin. Sen sijaan keskiuurten yritysten vastaajista vain 30 % vastasi tähän kohtaan myöntävästi ($p < 0,042$). Kyselyyn vastanneiden mukaan kovien monia tapauksia puupölyn aiheuttamia ammattitautejakaan ei ole todettu tutkimukseen osallistuneissa eri kokoluokan yrityksissä (24 %:sta 41 %:iin vastasi ei ole todettu kahden eri kyselyn osalta). Joitakin myöntäviä vastauksia saatiin ammattitautiepäilyjen ja todettujen ammattitautien osalta. Keskiuurissa yrityksissä näitä tapauksia oli jokin verran enemmän kuin mikro- ja pienissä yrityksissä.

Taulukko 18. Puupölyn HTP-arvo.

Kuinka moni tiesi oikean arvon:	Vuosi	Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskisuuri yritys >=50 (n=30)	p-arvo (χ²-testi)
Puupölyn HTP-arvon	2020	12 %	37 %	40 %	0,05
	2021	40 %	29 %	50 %	ns.
HTP-arvo uusille ja uudistetuille laitoksille	2020	20 %	29 %	45 %	ns.
	2021	36 %	29 %	53 %	ns.
Lehtipuupölylle asetettu työpaikan ilman sitova raja-arvo puupölylle	2020	32 %	20 %	21 %	ns.
	2021	20 %	15 %	32 %	ns.
Sitova raja-arvo 17.1.2023 jälkeen	2020	32 %	27 %	26 %	ns.
	2021	24 %	20 %	37 %	ns.

Puupölyn HTP-arvon (taulukko 18) ilmoitti ensimmäisessä kyselyssä (2020) tietävänsä 40 % keskisuurten yritysten vastaajista, 37 % pienten yritysten vastaajista ja vain 12 % mikroyritysten vastaajista (p<0,05). Toisessa kyselyssä prosenttiosuus nousi huomattavasti mikroyritysten osalta (40 %), laski hiukan pienissä yrityksissä (29 %) ja nousi jokin verran keskisuurissa yrityksissä (50 %).

Taulukko 19. Työtilojen siivous.

	Vuosi	Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskisuuri yritys >=50 (n=30)	p-arvo (χ²-testi)
Kosteuttava siivouskone	2020	0 %	12 %	27 %	0,011
	2021	0 %	13 %	29 %	0,006
Kuivaharjaava siivouskone	2020	0 %	24 %	35 %	0,005
	2021	8 %	33 %	42 %	0,014
Imurointi	2020	80 %	73 %	54 %	ns.
	2021	84 %	65 %	63 %	ns.
Harjaus	2020	68 %	66 %	70 %	ns.
	2021	60 %	63 %	66 %	ns.
Lastalla pyyhintä	2020	44 %	39 %	49 %	ns.
	2021	52 %	50 %	53 %	ns.
Vesipesua	2020	4 %	5 %	3 %	ns.
	2021	8 %	10 %	5 %	ns.
Kostea pyyhintää	2020	16 %	17 %	8 %	ns.
	2021	20 %	13 %	16 %	ns.
Paineilmapuhallusta	2020	24 %	46 %	68 %	0,003
	2021	16 %	38 %	68 %	<0,001

Ensimmäisen kyselyn tulosten mukaan tutkimukseen osallistuneista pienistä yrityksissä vain 12 % käytti kosteuttavaa siivouskonetta työtilojen siivoukseen (taulukko 19). Keskisuurista yrityksistä tätä menetelmää käytti 27 %. Prosenttiosuudet nousivat vain hiukan toisessa kyselyssä (13 % ja 29 %). Mikroyrityksissä sitä ei käytetty ollenkaan ja vastausten väliset erot eri yrityskokojen välillä oli merkitsevä ($p < 0,011$ ja $p < 0,006$). Mikroyrityksissä ei myöskään käytetty juurikaan kuivaharjaavaa siivouskonetta. Pienissä ja keskisuurissa yrityksissä sitä käytettiin jonkin verran (pienet yritykset 24 % ja 33 %). Vastausryhmien väliset erot olivat merkitseviä molemmissa kyselyissä ($p < 0,005$ ja $p < 0,014$). Imurointia ja harjausta käytettiin yleisimmin työtilojen siivoukseen kaikissa yrityskokoluokissa ja noin puolessa näistä myös lastalla pyyhintää. Vesipesua ja kostealla pyyhintää käytettiin harvemmin. Paineilmapuhallusta käytettiin enemmän pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. Kolmen yrityskokoluokan välillä oli merkitseviä eroja vastauksissa molemmissa kyselyissä ($p < 0,003$ ja $p < 0,001$).

Taulukko 20. Koneiden puhdistus.

	Vuosi	Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskisuuri yritys >=50 (n=30)	p-arvo (χ^2 -testi)
Harjaus	2020	60 %	51 %	50 %	ns.
	2021	52 %	45 %	32 %	ns.
Imurointi	2020	72 %	63 %	61 %	ns.
	2021	84 %	70 %	60 %	ns.
Paineilma	2020	80 %	83 %	92 %	ns.
	2021	64 %	83 %	89 %	0,045

Koneiden puhdistus tapahtuu vastausten mukaan yleisimmin paineilmalla (taulukko 20) kaikissa yrityskokoluokissa ja toisen kyselyn vastausten välinen ero oli merkitsevä ($p < 0,045$). Toiseksi käytetyin menetelmä koneiden puhdistukseen oli imurointi, jota käytettiin myös aika yleisesti kaikissa yrityksissä. Noin puolessa yrityksistä käytettiin harjausta.

Taulukko 21. Paineilman käyttö.

	Vuosi	Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskisuuri yritys >=50 (n=30)	p-arvo (χ^2 -testi)
Vähemmän kuin 15min/työvuoro	2020	75 %	62 %	51 %	ns.
	2021	80 %	67 %	57 %	ns.
15-30min/ työvuoro	2020	8 %	15 %	35 %	
	2021	16 %	15 %	27 %	
yli 30min/työvuoro	2020	17 %	23 %	14 %	
	2021	4 %	18 %	16 %	

Paineilmaa käytetään puhdistukseen yleisesti vähemmän kuin 15 min/työvuoro (taulukko 21). Tämän menetelmän käyttö oli kuitenkin hiukan yleisempää yrityskoon kasvaessa (15-30 min/ työvuoro). Vastausten

mukaan paineilmaa käytettiin puhdistukseen hiukan yleisemmin yli 30 min/työvuoro pienissä yrityksissä. Erot ryhmien vastausten välillä eivät kuitenkaan olleet merkitseviä.

Taulukko 22. Hengityssuojaimien käyttö.

Käytetäänkö hengityssuojaimia	Vuosi	Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskisuuri yritys >=50 (n=30)	p-arvo (χ ² -testi)
päivittäin lähes koko työvuoron ajan	2020	4 %	17 %	29 %	ns.
	2021	8 %	12 %	24 %	
päivittäin korkeintaan parin tunnin ajan	2020	4 %	17 %	29 %	
	2021	16 %	20 %	26 %	
harvemmin	2020	28 %	10 %	16 %	
	2021	32 %	10 %	24 %	
ainoastaan erityistilanteissa	2020	12 %	12 %	5 %	
	2021	20 %	22 %	3 %	

Päivittäinen hengityssuojaimien käyttö työvuon aikana on jonkin verran yleisempää keskisuurissa yrityksissä kuin pienemmissä yrityksissä (taulukko 22). Vastausten mukaan mikroyrityksissä hengityssuojaimia käytettiin harvemmin kuin muiden kokoluokan yrityksissä.

Taulukko 23. Työpisteiden siivoajat.

Kuka siivoa yksittäiset työpisteet	2020			
	Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskisuuri yritys >=50 (n=30)	p-arvo (χ ² -testi)
Työpaikan oma siivoaja	4 %	20 %	13 %	ns.
Ulkopuolinen siivousyritys	4 %	0 %	16 %	0,016
Työntekijä itse	88 %	93 %	95 %	ns.
Yrittäjä itse	56 %	10 %	0 %	<0,001

Lähes kaikki kyselyyn vastanneet ilmoittivat, että yksittäiset työpisteet siivoaa työntekijä itse (88 % – 95 %) (taulukko 23). Mikroyrityksissä siivoaa myös yrittäjä itse (56 %) (p<0,001).

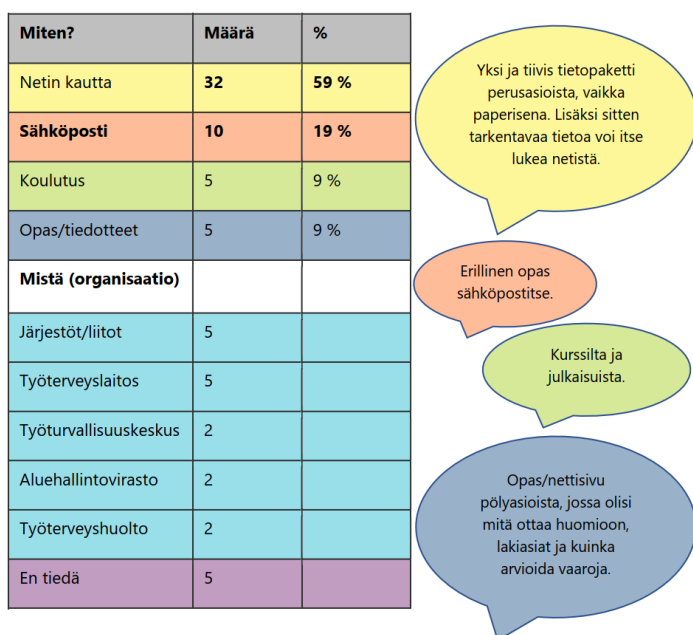
4.1.6 Puupölyä koskevan tiedon tarve ja saanti

Kolmasosa ensimmäiseen kyselyyn vastaajista halusi puupölyyn liittyvistä asioista lisätietoa kaiken kattavan peruspaketin muodossa (33 %) (kuva 20). Haittavaikutuksista (29 %) ja mittauksista (20 %) haluttiin lisätietoja seuraavaksi eniten ja raja-arvo mainittiin vain 8 %:ssa vastauksista. Lisätietojen tarpeen viestintätavoista kertoi vain 3 % vastaajista ja ei tarvetta ilmoitti 8 % vastaajista.



Kuva 20. Mistä puupölyyn liittyvistä asioista haluaisit lisätietoa (N=61)?

Ensimmäisen kyselyn vastaajien mukaan tietoa olisi helpoin saada internetin kautta (59 %) sekä sähköpostitse (19 %) (kuva 21). Myös koulutus (9 %) ja opas/tiedotteet (9 %) mainittiin tiedonlähteinä. Tiedon välittäjinä toimivat vastaajien mukaan parhaiten järjestöt/liitot ja Työterveyslaitos, mutta tähän kysymykseen saatiin vain muutama vastaus.



Kuva 21. Mistä ja miten tietoa olisi helpoin saada (N=54)?

Toisessa vuoden 2021 kyselyssä tiedusteltiin, olivatko vastaajat saaneet tarvitsemaansa tietoa puupölystä projektin tiedotuskampanjan aikana. Yli puolet kaikista vastaajaryhmistä oli saanut tarvittavia lisätietoja puupölystä viimeisen vuoden aikana: työsuojelupäälliköistä 73 %, yrittäjistä 67 % ja työsuojeluvaltuutetuista 54 % (taulukko 23). Vastausprosentit eivät eronneet tilastollisesti toisistaan.

Taulukko 23. Tarvittavien lisätietojen saaminen puupölystä viimeisen vuoden aikana.

	Vuosi	TS-päällikkö (n=30)	TS-valtuutettu (n=29)	Yrittäjä (n=45)	p-arvo (χ ² -testi)
Oli saanut tarvitsemaansa lisätieto puupölyasioista viimeisen vuoden aikana	2021	73 %	54 %	67 %	ns.

Oheisessa taulukossa (taulukko 24) on esitetty niiden vastausten jakautuminen, joissa on vastattu myönteisesti lisätietojen saantiin puupölystä viimeisen vuoden aikana. Eniten lisätietoja puupölyasioihin liittyen oli saatu 1) puupölyn raja-arvoista, 2) terveysvaikutuksista ja 3) lainsäädännöstä.

Työsuojeluvaltuutetuista 85 % vastasi myöntävästi kahteen ensimmäiseen kohtaan ja 77 % kolmanteen kohtaan. Työsuojelupäälliköiden ja yrittäjien osuudet jäivät hieman pienemmäksi. Mutta tilastollisesti merkitseviä eroja ei todettu.

ASA-lainsäädännön muutoksista oli saanut tietoa 77 % työsuojelupäälliköistä ja noin puolet kahden muun ryhmän vastaajista. Noin puolet vastaajista oli saanut tietoja puupölyn hallintakeinoista ja työsuojelupäälliköistä puolet oli saanut tietoa myös puupölyltä suojaavista hengityksensuojaimista ja puupölylle altistumisen arvioinnista. Puupölypitoisuuksien mittaamisesta oli saatu kaikkein vähiten tietoa kolmessa eri vastaajaryhmässä.

Taulukko 24. Asiat, joista vastaajat saaneet lisätietoja viimeisen vuoden aikana (kyllä).

Mistä asioista olet saanut tarvitsemaasi tietoa (kyllä vastanneet)	Vuosi	TS-päällikkö (n=22)	TS-valtuutettu (n=15)	Yrittäjä (n=30)	p-arvo (χ ² -testi)
Puupölypitoisuuksien mittaamisesta	2021	27 %	23 %	21 %	ns.
Puupölylle altistumisen arvioinnista	2021	50 %	23 %	28 %	ns.
Puupölyltä suojaavista hengityksen suojaamista	2021	50 %	39 %	41 %	ns.
Puupölyn hallintakeinoista	2021	50 %	54 %	45 %	ns.
ASA-lainsäädännön muutoksista	2021	77 %	54 %	45 %	ns.
Puupölyyn liittyvästä lainsäädännöstä	2021	73 %	77 %	59 %	ns.
Puupölyn raja-arvoista	2021	77 %	85 %	66 %	ns.
Puupölyn terveysvaikutuksista	2021	73 %	85 %	72 %	ns.

Taulukossa 25 on kuvattu ne lähteet, joista eri ryhmiä edustavat vastaajat olivat saaneet tarvitsemansa tiedon puupölyyn liittyen. Työsuojelupäälliköt olivat saaneet eniten tietoa sähköpostin (82 %) ja internetin (73 %) kautta samoin kuin valtuutetutkin 62 % ja 46 %. Yrittäjät saivat puupölyyn liittyvää tietoa enemmän internetistä (63 %) kuin sähköpostin kautta (40 %). Sähköpostista saannin suhteen ero oli merkitsevä ryhmien välillä (p<0,01). Työterveyshuollon kautta saatiin seuraavaksi eniten tietoa kaikissa ryhmissä.

Taulukko 25. Tiedon lähde (kyllä vastanneet).

Mistä olet saanut tarvitsemaasi tietoa (kyllä vastanneet)	Vuosi	TS-päällikkö (n=22)	TS-valtuutettu (n=15)	Yrittäjä (n=30)	p-arvo (χ ² -testi)
Jostain muualta	2021	9 %	0 %	7 %	ns.
Oman työpaikan henkilöt	2021	5 %	15 %	10 %	ns.
Webinaari	2021	23 %	23 %	0 %	0,02
Työsuojelutarkastaja	2021	27 %	15 %	20 %	ns.
Järjestöjen ym. tiedotteista ja uutiskirjeistä	2021	18 %	31 %	40 %	ns.
Työterveyshuolto	2021	46 %	31 %	40 %	ns.
Sähköposti	2021	82 %	62 %	40 %	0,01
Internet	2021	73 %	46 %	63 %	ns.

Puupölyyn liittyvän tiedon saantia projektin tiedotusvaiheen aikana tarkasteltiin myös yrityksen koon mukaan. Enemmistössä (63–68 %) tutkimukseen osallistuneissa yrityksissä oli saatu tarvittavaa lisätietoa puupölyasioista viimeisen vuoden aikana (taulukko 26). Yrityskoko ei vaikuttanut tähän tulokseen.

Taulukko 26. Lisätietojen saanti puupölyasioista viimeisen vuoden aikana.

	2021			p-arvo (χ ² -testi)
	Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskisuuri yritys ≥50 (n=30)	
Oli saanut tarvitsemaansa lisätietoa puupölyasioista viimeisen vuoden aikana	64 %	63 %	68 %	ns.

Taulukko 27. Tarvittavien tietojen saannin lähde.

Mistä olet saanut tarvitsemaasi tietoa (kaikki)	2021			p-arvo (χ ² -testi)
	Mikro yritys <10 (n=25)	Pieni yritys <50 (n=41)	Keskisuuri yritys ≥50 (n=30)	
Jostain muualta	0 %	5 %	5 %	ns.
Oman työpaikan henkilöt	4 %	7 %	5 %	ns.
Webinaari	0 %	2 %	18 %	0,038
Työsuojelutarkastaja	12 %	15 %	13 %	ns.
Järjestöjen ym. tiedotteista ja uutiskirjeistä	32 %	15 %	16 %	ns.
Työterveyshuolto	24 %	24 %	26 %	ns.
Sähköposti	24 %	34 %	47 %	ns.
Internet	36 %	39 %	42 %	ns.

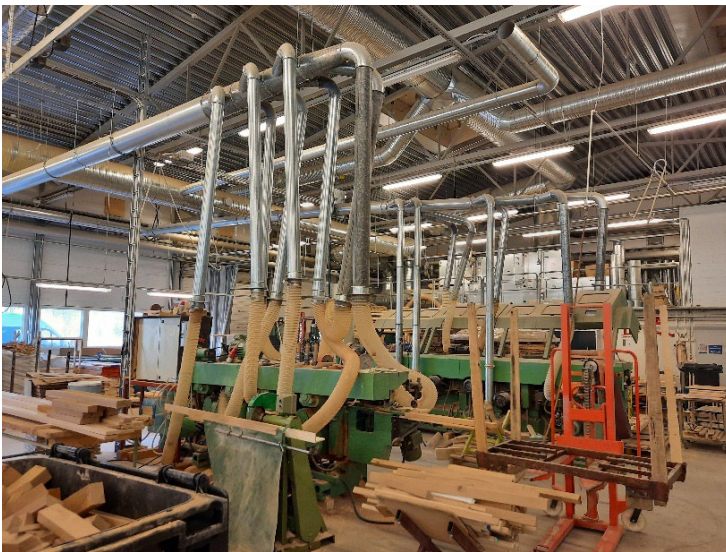
Tarvittavia tietoja puupölystä oli saatu eniten internetistä (36–42 %) ja sähköpostista (24–47 %) sekä jonkin verran myös työterveyshuollosta (24–26 %) (taulukko 27). Kolmasosa mikroyrityksistä oli saanut tarvittavaa tietoa myös järjestöjen tiedotteista ja uutiskirjeistä. Puupölyprojektin järjestämä webinaari oli tavoittanut

parhaiten keskisuurissa yrityksissä työskentelevät vastaajat, joista 18 % oli saanut sitä kautta tietoa. Pienissä alle 50 työntekijöiden yrityksissä työskentelevistä vastaajista ainoastaan 2 % oli saanut webinaarista tietoa, eikä kukaan mikroyrityksissä työskentelevä. Webinaarin osalta vastausprosentit erosivat tilastollisesti merkitsevästi.

4.2 Havaintoja työpaikkakäynneiltä

Työpaikkakäynneillä oli hienoa seurata tuotantoprosessia, miten raakalaudasta eri työstövaiheiden kautta syntyi valmis puutuote. Puusepät/työntekijät olivat taitavia, positiivisella tavalla ammattilpeitä ja kertoivat mielellään työstään. Missään kohdeyrityksessä ei sama työntekijä tehnyt tuotetta alusta loppuun, mutta he tekivät monia eri työvaiheita ja käyttivät erilaisia työstökoneita tehtävästä riippuen. Tehtävät vaihtelivat useimmiten päivittäin. Ainoastaan CNC-työstökoneilla työskenteli aina samat työntekijät kaikissa kohdetyöpaikoissa.

Työtiloissa oli koneellinen poistoilmanvaihto purunpoistojärjestelmien kautta. Joissakin kohteissa oli myös koneellinen tuloilma. Useat yritykset toimivat rakennuksissa, jotka eivät alun perin olleet suunniteltu puutuotteiden valmistusta varten, tai eivät ainakaan juuri nykyisen kaltaista tuotantoa varten. Näin ollen ilmanvaihto ei välttämättä ollut paras mahdollinen. Hyvin yleistä puutyöpaikoissa on, että konekanta uusittaessa purunpoistojärjestelmään lisätään uusi laite, jonka jälkeen virtausnopeus poistoilmajärjestelmässä pienenee ja purun/pölyn poisto heikkenee. Kun työstökoneita poistetaan, voi taas jäädä ylimääräisiä yhteitä, jotka turhaan heikentävät järjestelmän toimintaa. Kuvassa 22 on esimerkki purunpoistojärjestelmän monihaarisesta putkistosta.



Kuva 22. Puutyöpaikan purunpoistojärjestelmän putkisto

Lähes poikkeuksetta kiinteissä työstökoneissa, samoin kuin kalusteasentajien sahoissa, oli kohdepoistot. Poistojen toiminnassa oli kuitenkin usein puutteita. Yleisimmistä ongelmallisista oli purun ja pölyn ohjaaminen poistoon, joka sinänsä toimi hyvin, mm. poistoilmavirta oli useimmiten riittävä. Kuvissa 23, 24 ja 25 esitetään kolme erilaista ratkaisua kapeanauhahiomakoneen pölynpoistosta. Käsityökoneista, kuten käsihiomakoneista, osa oli varustettu poistoimureilla tai koneen pölynpoistoletku oli liitetty purunpoistojärjestelmään, mutta osassa käsityökoneista ei ollut poistoimureita. Käsinhiontaa tehtiin myös pelkällä hiomapaperilla. Joissakin kohdetyöpaikoissa oli myös käytössä poistoimureilla varustettuja hiontapöytiä.



Kuva 23. Kapeanauhahiomakone, jossa vain alapuoleinen poisto.



Kuva 24. Kapeanauhahiomakoneeseen itse rakennettu lisäohjain.



Kuva 25. Työpaikkakäyntien parhaiten koteloitu kapeanauhahiomakone edestä ja takaa.



Kaikissa kohdetyöpaikoissa työntekijät siivosivat itse työpisteensä ja koneiden ympäristöt yleensä työpäivän lopussa. Siivouksessa käytettiin harjaa ja/tai lastaa, joskus imuria. Myös purunpoistojärjestelmän imuletkuja

hyödynnettiin siivouksessa. Useimmissa kohdetyöpaikoissa ulkopuolinen toimija siivosi esim. kerran viikossa tuotantotilat perusteellisemmin, mutta koneiden ympäristöihin ulkopuoliset eivät puuttuneet. Koneita ja työstettäviä kappaleita puhdistettiin paineilmalla puhaltamalla. Myös vaatteet puhdistettiin yleisesti paineilmalla. Joskus paineilmaa käytettiin myös laajojen pintojen, kuten työpöytien ja jopa lattioiden puhdistamiseen.

Kaikilla työntekijöillä oli työvaatetus, turvajalkineet ja kuulonsuojaimet. Yhdessä kohteessa piti käyttää myös kypärää. Silmiensuojaimia ja käsineitä käytettiin vaihtelevasti. Kukaan ei käyttänyt hengityksensuojaimia, mutta ensimmäisellä käyntikerralla vuonna 2021 useimmissa kohteissa edellytettiin suu-nenäsuojan käyttöä koronapandemian takia.

Taulukossa 28 esitetään tutkimuksen kohdetyöpaikoissa selvitysten välillä tehdyt muutokset.

Taulukko 28. Kohdetyöpaikkojen keskeiset muutokset vuoden 2021 ja 2022 työpaikkakäyntien välillä.

KOHDE- TYÖPAIKKA	TEHDYT MUUTOKSET JA EROT VUOSIEN 2021 JA 2022 SELVITYSTEN VÄLILLÄ
Kohde 1	Hankittu uusi leveänauhahimakone, joka korvasi kaksi aikaisempaa hiomakonetta; yhden tuotteen valmistus oli lopetettu, mutta päätuotteet samoja; tuotantomäärät olivat 2022 suurempia kuin 2021.
Kohde 2	Tuotannossa ei muutoksia; paineilman käyttöä laajojen pintojen puhdistamiseen oli vähennetty; suojalaseja oli alettu käyttää.
Kohde 3	Halkaisusahan poistoputken ja letkun yhtymäkohtaan oli asennettu lisäkappale, joka esti letkua taittumasta ja menemästä tukkoon kääntymisvaiheessa (tukkeutuminen todettiin vuoden 2021 mittausten aikana); 2022 mittausten aikana ei halkaisusahattu; CNC-työstöä oli vähemmän 2022 kuin 2021 mittausten aikana.
Kohde 4	Täyslaminaatteja oli alettu käyttää osittain puumateriaalien sijasta vuoden 2021 jälkeen, mm. tiikin käyttö oli vähentynyt; työpöytien imuaukkoja oli jouduttu peittämään pahvilla, jotta laminaatit eivät naarmuuntuisi; poistoilmasuodatin oli vaihdettu, kaikki käsihiomakoneet oli varustettu poistoimureilla (2021 vain osassa).
Kohde 5	Tuotannossa ei muutoksia.
Kohde 6	Ilmanvaihtojärjestelmän uusintatyö oli saatu valmiiksi; otettu käyttöön koteloidulla katkaisusahalla varustettu sahauslinja; hankittu uusi CNC-työstökone; layoutia muutettu; kapeanauhahiomakoneisiin oli tehty "purunpoisto-ohjaimia"; 2021 pölyiseksi todetun työpisteen käsihiomakoneet oli kytketty ilmanvaihtojärjestelmän poistoon, mutta vaikutusta ei saatu todennettua sairaustapauksen vuoksi.
Kalusteasennus- kohteet	Vuonna 2022 asennuskohteena ollut kerrostalo oli keskeneräisempi sekä sotkuisempi ja pölyisempi kuin vuoden 2021 kohteena olleet kaksi kerrostaloa.

Työpaikkamittausten PIMEX-tarkasteluja hyödynnettiin mittausten jälkeen koulutus- ja palautetilaisuuksissa sekä toimenpidesuosituksen antamisessa kohdetyöpaikoille (kuva 26). Videokuva toimii hyödyllisenä osana viestintää antamalla työntekijöille konkreettisia esimerkkejä ja yksityiskohtaista tietoa eri työvaiheiden ja -menetelmien sekä työtapojen vaikutuksista pölyn muodostumiseen ja sille altistumiseen työssä.



Kuva 26. Esimerkkikuva työntekijästä sahaustyössä. Pölymittarilla työssä työntekijän hengitysvyöhykkeeltä mitattu pölypitoisuuden kuvaaja yhdistettynä videokuvaan. Videokuvan pysäytyshetkellä sahaus käynnissä ja pölypitoisuus kohonnut hetkellisesti 6–8 mg/m³ tasolle.

4.3 Työhygieeniset puupölymittaukset

4.3.1 Hengittävän puupölyn pitoisuudet kohdeyrityksissä

Kaiken kaikkiaan projektin kohdeyritysten ilmasta kerättiin 291 hengittävän puupölyn näytettä (taulukko 29), 150 vuonna 2021 ja 141 vuonna 2022. Näytteet saattoivat sisältää myös muuta työpaikkojen pölyä kuin puupölyä, mutta suurin osa oli kuitenkin puupölyä kaikissa näytteissä.

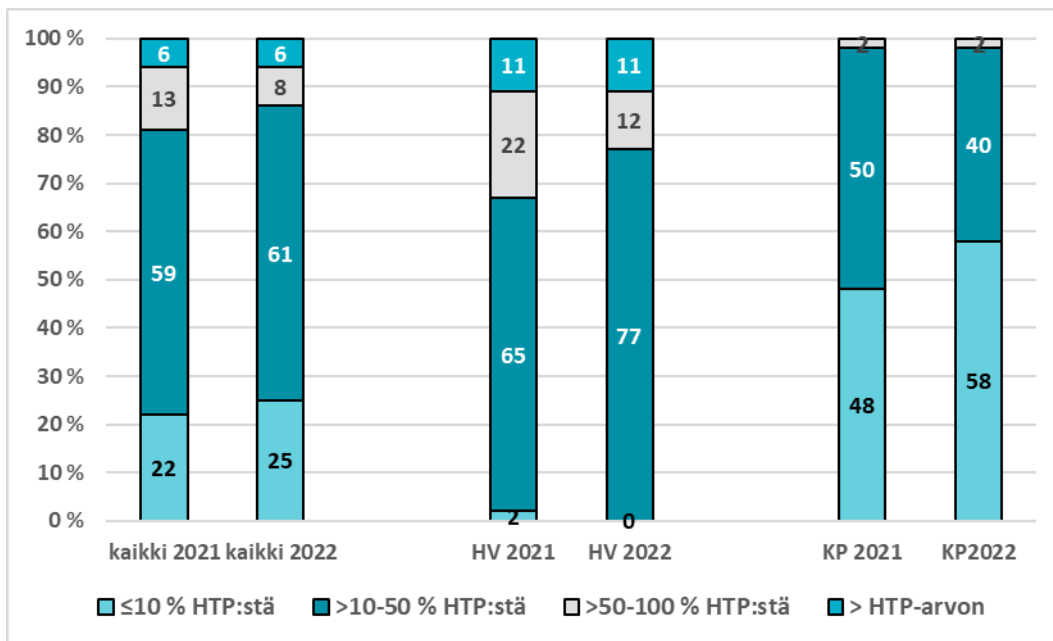
Taulukko 29. Hengittävän puupölyn pitoisuudet (mg/m³) kohdetyöpaikoilla

	N	ARITMEET- TINEN KESKIARVO (HAJONTA)	MEDIAANI	VAIHTELU- VÄLI	GEOMETRINEN KESKIARVO (HAJONTA)	GEOMETRISEN KESKIARVON 95% LUOTTA- MUSVÄLI	95- PROSENTTI- PISTE
2021- 2022	291	0,79 (1,47)	0,47	0,03-16,0	0,43 (2,98)	0,37–0,48	2,58
HV	167	1,22 (1,83)	0,71	0,03-16,0	0,79 (2,19)	0,70–0,90	2,80
KP	124	0,26 (0,222)	0,19	0,03-1,30	0,18 (2,34)	0,16–0,21	0,69
2021	150	0,77 (1,05)	0,53	0,03-10,0	0,45 (3,03)	0,38–0,54	2,48
HV	86	1,14 (1,26)	0,77	0,03-10,0	0,84 (2,15)	0,71–0,98	3,06
KP	64	0,28 (0,215)	0,22	0,03-1,30	0,19 (2,55)	0,15–0,25	0,75
2022	141	0,81 (1,81)	0,43	0,04-16,0	0,40 (2,92)	0,34–0,48	2,68
HV	81	1,24 (2,30)	0,62	0,04-16,0	0,75 (2,24)	0,63–0,90	2,80
KP	60	0,23 (0,195)	0,23	0,04-1,20	0,17 (2,12)	0,14–0,21	0,69

HV=hengitysvyöhyke, KP=kiinteä piste

Työhygieeniset mittaustulokset ovat yleensä log-normaalisti jakaantuneet, joten mediaani tai geometrinen keskiarvo kuvaa aineiston keskipitoisuutta paremmin kuin aritmeettinen keskiarvo, johon yksittäiset suuret pitoisuudet vaikuttavat enemmän. Vuosina 2021 ja 2022 kohdetyöpaikoissa mitatut hengittyvän pölyn pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa. Työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä mitatut pitoisuudet ovat vuonna 2022 hieman pienempiä kuin vuonna 2021, mutta tarkasteltaessa geometrisen keskiarvon luottamusväliä huomataan, että pitoisuudet mahtuvat tälle välille, joten pieni ero selittyy normaalilla pitoisuusvaihtelulla.

Suurin osa mitatuista hengittyvän puupölyn pitoisuuksista sijoittui pitoisuusluokkaan yli 0,2–1 mg/m³ eli ne olivat välillä yli 10–50 % HTP-arvosta 2 mg/m³. Tämä on myös vuonna 2023 voimaan tuleva lehtipuupölyn sitova raja-arvo, jota työntekijöiden altistuminen ei saa ylittää (kuva 27). Noin 11 % hengitysvyöhykkeellä mitatuista pitoisuuksista ylitti HTP-arvon 2 mg/m³, mutta kaikki kiinteissä pisteissä mitatut pitoisuudet pysyivät alle HTP-arvon. Vuonna 2021 3 % ja vuonna 2022 2 % työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä mitatuista puupölypitoisuuksista ylitti vielä voimassa olevan lehtipuupölyn sitovan raja-arvon 3 mg/m³.



Kuva 27. Hengittyvän puupölyn pitoisuudet pitoisuusluokittain.

4.3.2 Hengittyvän puupölyn pitoisuudet kalusteasennuksessa

Kalusteasennuskohteista kerättyjä näytteitä oli yhteensä 16 (taulukko 30). Näistä näytteistä puupöly oli erotettu muusta rakennuspölystä kappaleessa 3.3 esitetyllä tavalla.

Kalusteasennuskohteet olivat erilaiset vuosina 2021 ja 2022 ja eri asentajat tekivät asennustyötä. Näin ollen hengittyvän puupölyn vähäisiä mittaustuloksia ei voida vertailla eri vuosien välillä, vaan taulukossa 30 esitetyt tulokset kuvaavat yleisesti puupölyn pitoisuutta kalusteasennuksessa rakenteilla olevissa kerrostaloissa. Asentajien hengitysvyöhykkeillä keskimääräinen puupölypitoisuus ylitti työhygieenisen ohjeraja-arvon (HTP_{8h}) 2 mg/m³, joka on sama kuin vuonna 2023 voimaan tuleva lehtipuupölyn sitova raja-arvo. Puupölyn prosentuaalinen osuus rakennuksilla esiintyvistä pölystä oli kalusteasentajien hengitysvyöhykkeellä suurempi kuin yleisilmassa asennuskohteissa.

Taulukko 30. Hengittyvän puupölyn pitoisuudet (mg/m³) kalusteasennuksessa 2021 ja 2022.

	N	ARITMEET- TINEN KESKIARVO (AM)	MEDIAANI	VAIHTELU- VÄLI	GEOMETRINEN KESKIARVO (GM)	PUUPÖLYN OSUUS HENGITTYYVÄSTÄ PÖLYSTÄ	
						KESKIMÄÄRIN (AM)	VAIHTELU- VÄLI
KAIKKI	16	1,68	1,03	0,13-8,70	1,04	53 %	23-79 %
HV	8	2,75	2,10	0,96-8,70	2,20	62 %	50-79 %
KP	8	0,61	0,68	0,13-1,10	0,49	43 %	23-56 %

HV=hengitysvyöhyke, KP=kiinteä piste

4.3.3 Alveolijakeisen puupölyn pitoisuudet

Kalusteasentajia lukuun ottamatta kohdetyöpaikkojen työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä kerättiin yhteensä 46 alveolijakeisen pölyn näytettä. Niistä ainoastaan neljässä pitoisuus ylitti menetelmän määrittämissä raja-arvoissa. Nämä pitoisuudet olivat: 0,15 mg/m³, 0,16 mg/m³, 0,16 mg/m³ ja 0,20 mg/m³. Kaikki muut alveolijakeisen pölyn pitoisuudet olivat alle määrittämissä raja-arvoissa, välillä alle 0,13–alle 0,24 mg/m³. Määrittämissä raja-arvoissa vaihtelee näytteen koosta eli käytännössä näytteeseen kerätystä ilmamäärästä riippuen: mitä suurempi ilmamäärä, sitä pienempi määrittämissä raja-arvo.

Kalusteasentajilta kerättiin alveolijakeisen pölyn näytteet yhtenä päivänä sekä vuonna 2021 että vuonna 2022 (taulukko 31). Mittaustuloksista kolme oli alle määrittämissä raja-arvoissa ja niistä käytettiin laskennassa arvoa puolet määrittämissä raja-arvoista. Alveolijakeisen puupölyn osuus näytteissä on laskettu käyttäen samaa osuutta kuin hengittyvän pölyn näytteissä.

Taulukko 31. Alveolijakeisen puupölyn pitoisuudet (mg/m³) kalusteasentajien hengitysvyöhykkeillä 2021 ja 2022.

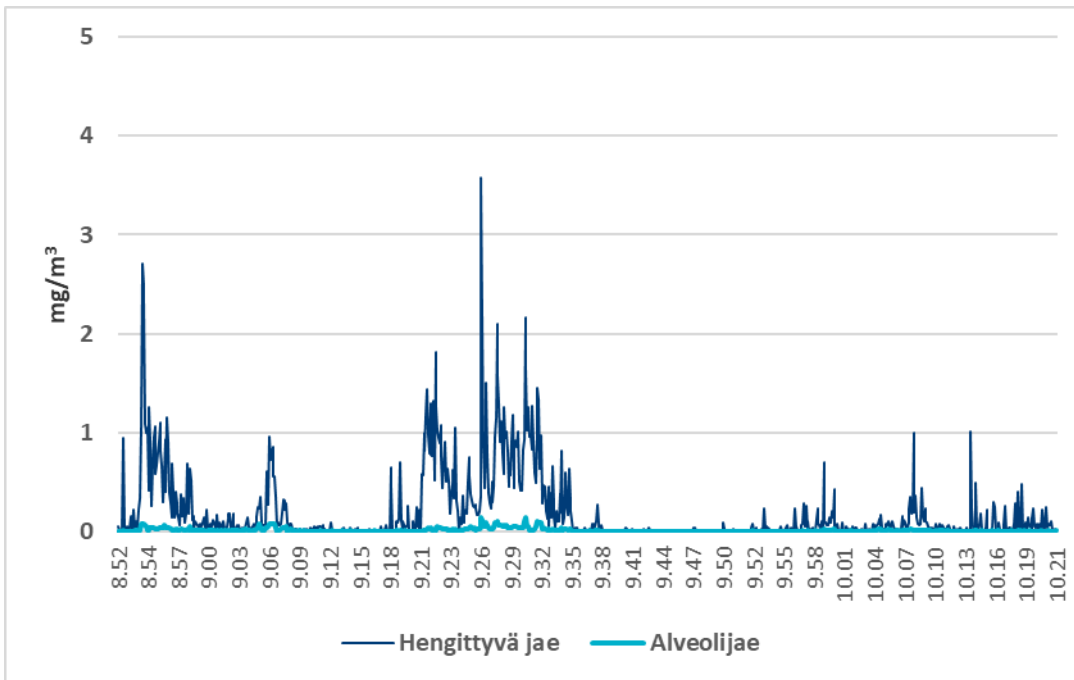
	N	ARITMEET- TINEN KESKIARVO (AM)	MEDIAANI	VAIHTELU- VÄLI	GEOMETRINEN KESKIARVO (GM)
HV	8	0,14	0,11	0,05-0,42	0,11

HV=hengitysvyöhyke

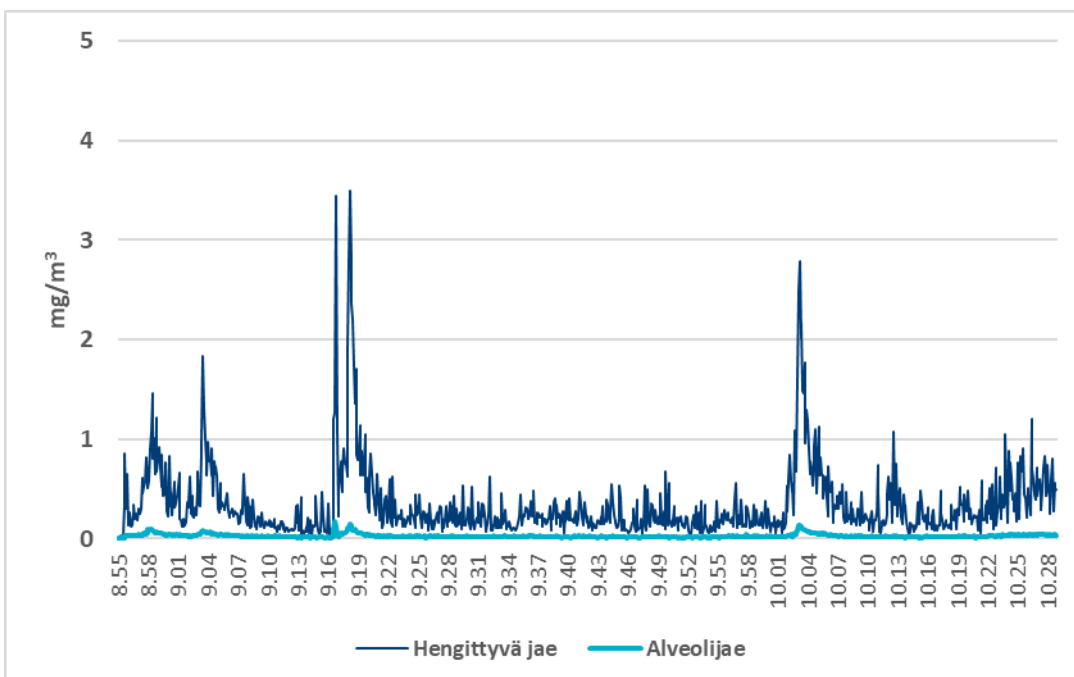
Alveolijakeiselle puupölylle työpaikan ilmassa ei ole olemassa raja-arvoja. Työterveyslaitoksen suosittelema tavoitetaso alveolijakeiselle yleiselle pölylle on 0,5 mg/m³ [Tavoitetaso 2016]. Tämä yleisen pölyn tavoitetaso on tarkoitettu vähentämään hiukkasten epäspesifisiä, kaikille hengitysteihin ja keuhkoihin pääseville partikkeleille yhteisiä terveyshaittoja. Nämä pölyjen haitat liittyvät erityisesti niukkaliukoisiin partikkeleihin, joiden poistuminen keuhkoista on hidasta.

Kuvissa 28 ja 29 on esimerkinomaisesti esitetty hengittyvän pölyn ja alveolijakeisen pölyn pitoisuuden vaihtelu kiinteissä mittauspisteissä sahaus- ja hiontatyöpisteissä noin 1–1,5 tunnin mittausjaksolla. Seurantamittaukset tehtiin GRIMM-pölyanalysointilaitteella. Pölypitoisuus voi lyhytaikaisesti nousta esimerkkikuvissa esitettyä paljon korkeammaksi työpäivän keskiarvopitoisuuden pysyessä kuitenkin raja-arvoa pienempänä. Joskus yksi hyvin suuri pitoisuuspiikki, esim. paineilmapuhalluksen aiheuttama, voi nostaa pölypitoisuuden raja-arvon tuntumaan tai sen yli. Kuvista 28 ja 29 havaitaan, että myös alveolijakeisen pölyn pitoisuus nousee

hengittyvän pölyn pitoisuuden noustessa. Kuvan 28 sahauspisteessä alveolipölyn pitoisuus oli 6 % hengittyvän pölyn pitoisuudesta ja kuvan 29 hiontapisteessä vastaava osuus oli 8 %. Yleensä hionnassa syntyy hienompaa pölyä eli alveolijakeen osuus on suurempi, mutta tässä esimerkissä eroa ei juuri ollut sahaukseen verrattuna.



Kuva 28. Esimerkki hengittyvän ja alveolijakeisen pölypitoisuuden vaihtelusta pyörösahojen välissä.



Kuva 29. Esimerkki hengittyvän ja alveolijakeisen pölypitoisuuden vaihtelusta hiontapöydän vieressä.

4.3.4 Työterveyslaitoksen palveluselvitysten puupölymittaukset vuosina 2017-2021

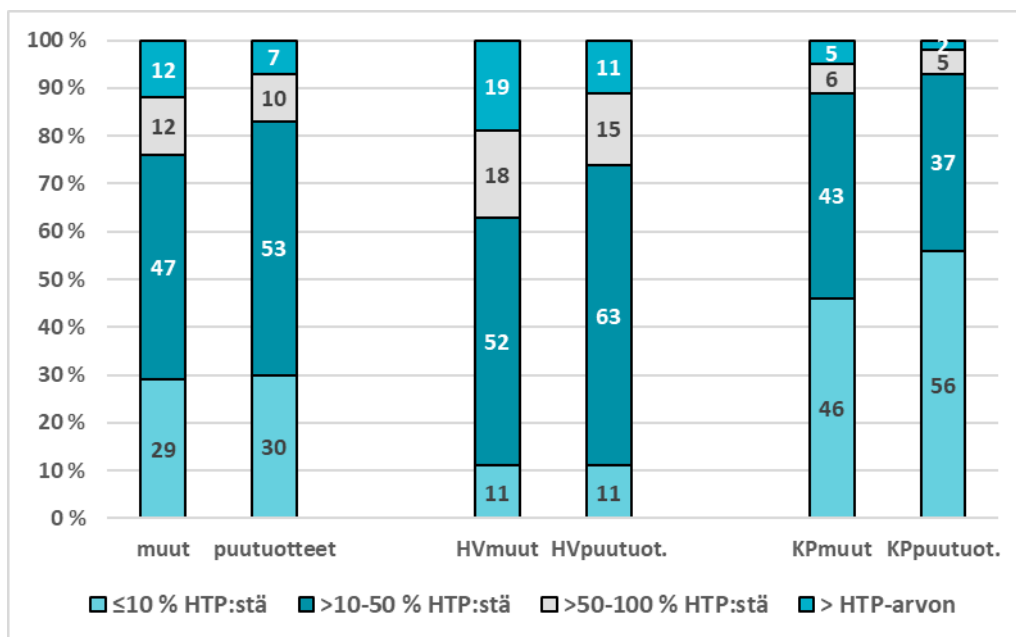
Kaikkiaan Työterveyslaitos oli kerännyt lähes 800 hengittävän puupölyn näytettä työpaikoilla tekemissään palveluselvityksissä vuosina 2017-2021 (taulukko 32). Puupölymittauksista valtaosa oli tehty suurilla sahoilla ja vaneritehtailla. Huonekalujen ja erilaisten puutuotteiden valmistuksesta mittauksia oli 220, joista yli puolet oli työntekijöiden altistumista kuvaavia hengitysvyöhykenäytteitä.

Taulukko 32. Hengittävän puupölyn pitoisuudet (mg/m³) Työterveyslaitoksen palvelumittauksissa vuosina 2017-2021.

	N	ARITMEETTINEN KESKIARVO (HAJONTA)	MEDIAANI	VAIHTELUVÄLI	GEOMETRIINEN KESKIARVO (HAJONTA)	GEOMETRISEN KESKIARVON 95% LUOTTAMUSVÄLI	95-PROSENTTIPISTE
KAIKKI MITTAUKSET	793	1,01 (3,07)	0,41	0,04–52,0	0,40 (3,47)	0,37-0,44	3,10
HV	391	1,40 (3,58)	0,67	0,06–52,0	0,70 (2,85)	0,63-0,77	3,80
KP	402	0,64 (2,41)	0,21	0,04–42,0	0,23 (3,21)	0,21-0,26	1,89
HUONEKALUJEN/PUUTUOTTEIDEN VALMISTUS	220	1,52 (5,58)	0,38	0,04–12,0	0,37 (3,23)	0,32-0,43	3,56
HV	131	1,01 (1,41)	0,59	0,06–12,0	0,61 (2,54)	0,50-0,69	3,30
KP	89	0,39 (0,92)	0,18	0,04–7,80	0,18 (2,84)	0,14-0,22	1,20
MUUT TOIMIALAT	573	1,11 (3,52)	0,42	0,04–52,0	0,42 (3,55)	0,38-0,46	3,22
HV	261	1,59 (4,25)	0,72	0,06–52,0	0,76 (2,96)	0,66-0,87	3,90
KP	312	0,71 (2,69)	0,23	0,04–42,0	0,25 (3,29)	0,22-0,29	2,05

HV=hengitysvyöhyke, KP=kiinteä mittauspiste

Sekä taulukosta 32 että kuvan 30 nähdään, että Työterveyslaitoksen mittausaineistossa hengittävän puupölyn pitoisuudet olivat pienempiä huonekalujen ja puutuotteiden valmistuksessa kuin muilla toimialoilla. Muista toimialoista suurimpia ryhmiä olivat sahat ja vaneritehtaat sekä lisäksi sellutehtaat, höyläämöt, voimalaitokset, betoni- ja metalliteollisuuden puutyöosastot ja puualan oppilaitokset.



Kuva 30. Työterveyslaitoksen vuosina 2017-2021 mittaamien hengittävän puupölyn pitoisuudet pitoisuusluokittain.

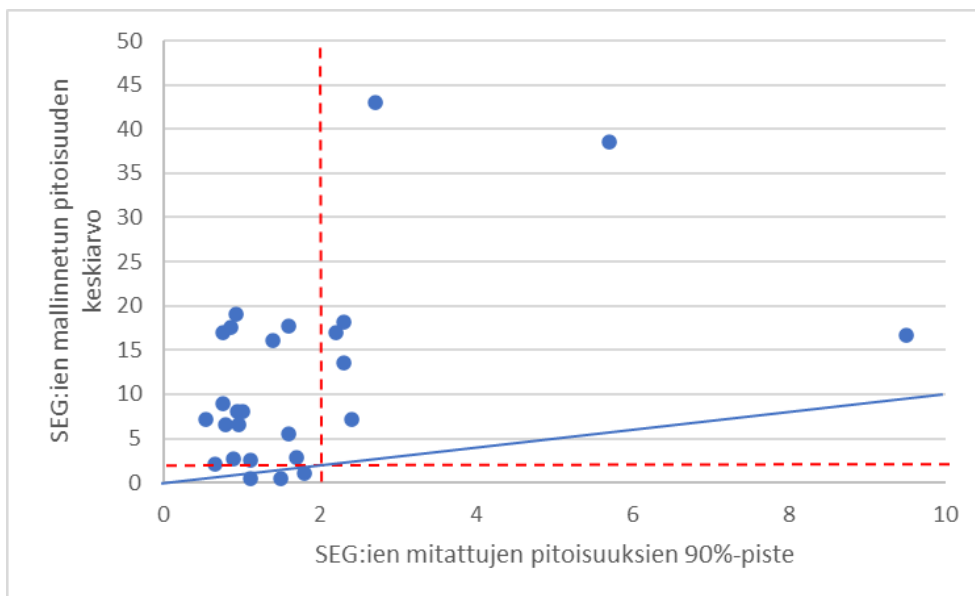
Verrattaessa puupölyprojektin aikana mitattuja puupölyn keskimääräisiä pitoisuuksia (taulukko 29, mediaani, geometrinen keskiarvo) palveluselvityksissä huonekalujen ja puutuotteiden valmistuksessa mitattuihin pitoisuuksiin, voidaan todeta, että työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä puupölyprojektissa mitatut pitoisuudet olivat suurempia kuin palveluselvityksissä vuosina 2017-2021. Kiinteissä mittauspisteissä keskimääräiset pölypitoisuudet olivat samaa tasoa, mutta palveluselvityksissä mitattiin joitakin HTP-arvon ylittäviä puupölypitoisuuksia, kun projektissa kaikki kiinteiden pisteiden pitoisuudet jäivät HTP-arvoa pienemmiksi.

4.4 Altistumisen mallintaminen

4.4.1 Mitatut ja mallinnetut puupölypitoisuudet

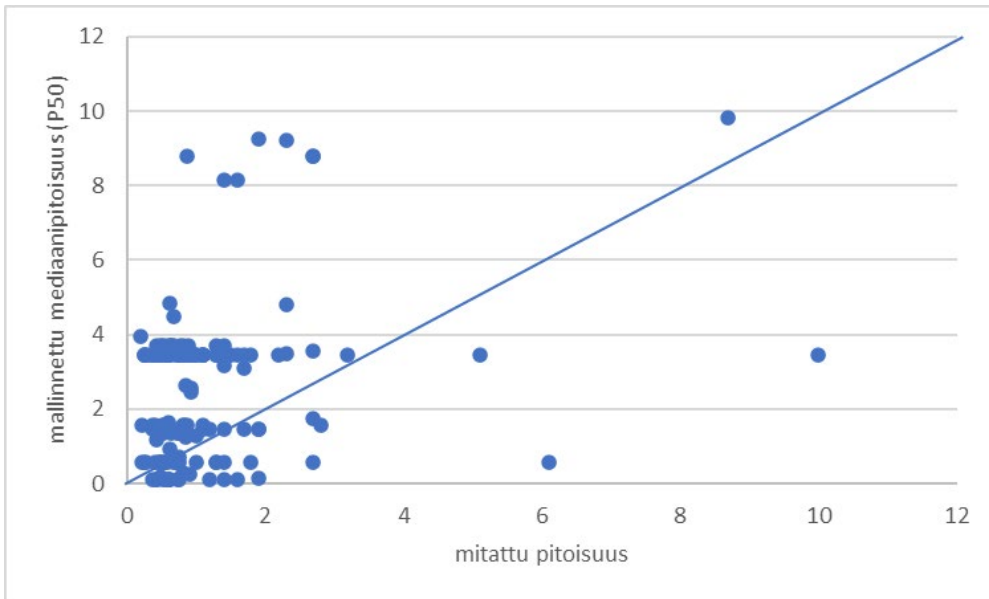
Työpaikkakäyntien aikana altistumismittauksiin osallistuneista työntekijöistä muodostettiin 26 samankaltaisesti altistuvien ryhmää (SEG). Näiden ryhmien jokaisen työntekijän altistuminen arvioitiin hyödyntäen Stoffenmanager®-mallia.

Stoffenmanager®-mallin tulokset edustavat samankaltaisesti altistuvien ryhmien (SEG) altistumisepitoisuuksien 90%-pisteen (persentiili) pitoisuusarviota eli mallin mukaan altistumisepitoisuuksista 90 % on korkeintaan arvion suuruisia. Kuva 31 esittää kunkin SEG:in mitatuista pitoisuuksista lasketut 90%-pisteet ja SEG:n Stoffenmanager®:lla mallinnettujen pitoisuuksien keskiarvojen suhdetta. Mallinnetut ennusteet altistumisen 90%-pisteestä ovat yleensä suurempia kuin mittaustulosten perusteella arvioitu altistuminen. Kuitenkin mallin perusteella pystyttiin tunnistamaan kaikki samankaltaisesti altistuvien ryhmät, joissa altistuminen myös mittausten perusteella ylitti raja-arvotason 2 mg/m^3 . Malli siis antaa konservatiivisia ennusteita puupölylle altistumisesta ja tunnistaa aidosti suuret altistumiset. Ainoastaan kolmessa CNC-koneistusta tehneiden SEG:ssä saatiin mallilla mittaustuloksiin verrattuna pienempiä altistumisen ennusteita. Selittävät tekijät tähän olivat, että CNC-koneistusta ei tehdä työntekijän hengitysvyöhykkeellä ja koneet ovat osittain koteloituja. Tällöin mallinnuksessa vaihtoehdoksi tuli valita kotelointi, sillä osittaista kotelointia ei valikossa ollut, ja tämä luonnollisesti alensi pitoisuusarviota.



Kuva 31. Samankaltaisesti altistuvien ryhmien (SEG, n=26) mitattujen pitoisuuksien 90%-pisteet (persentiili, mg/m^3) ja mallinnettujen pitoisuuksien (90%-piste) SEG-kohtaiset keskiarvot (AM, mg/m^3). Sinisellä viivalla on kuvattu 1:1 mallinnettu ja mitattu arvio. Punaisilla katkoviivoilla 2 mg/m^3 altistumistaso.

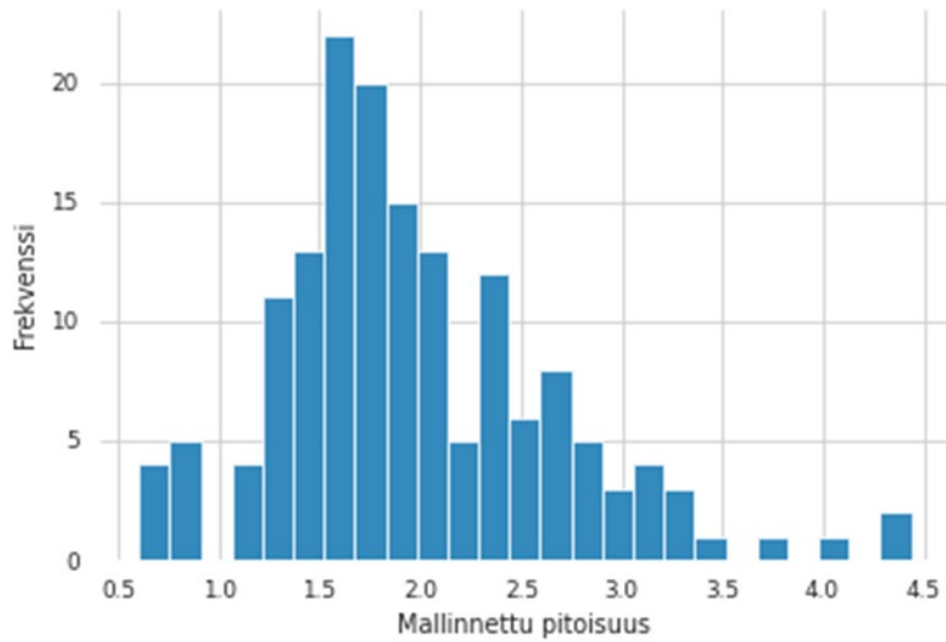
Hankkeen aikana siis tehtiin altistumismittauksia työpaikkakäynneillä työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä, joista Stoffenmanager®-mallinnus tehtiin kaikkiaan 158 tehtävälle. Näistä 65 tehtäväkokonaisuutta mallinnettiin osatehtävätarkkuudelle ja loput mallinnettiin karkeasti ainoastaan yhdellä tehtäväkokonaisuudella. Kun osatehtäviä ei eroteltu, jäivät esim. lyhytaikaiset paineilmapuhdistukset huomioimatta. Kuvassa 32 kaikkia näitä mitattuja pitoisuuksia verrataan yksitellen Stoffenmanager®-mallin antamaan mediaanipitoisuuteen (50%-piste). Kuten kuvasta 32 havaitaan, mallin antama mediaanipitoisuus on huomattavan lähellä mitattua pitoisuutta verrattuna kuvan 31 90%-pisteen ennusteisiin. Mitatut ja mallinnetut mediaanipitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa.



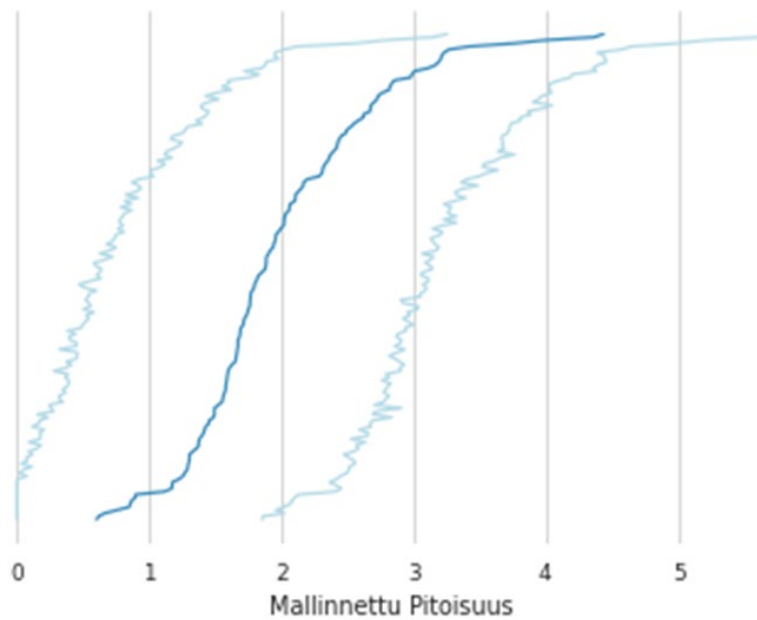
Kuva 32. Mitatut pitoisuudet (n=158) ja mallijakaumasta saadut mediaanipitoisuudet (mg/m³).

4.4.2 Kehitetty malli

Uusi malli, joka tarkoittaa Stoffenmanager®-työkalulla mallinnettuja puupölypitoisuuksia työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä mitatuilla pitoisuuksilla, on selvästi lähempänä mitattuja pitoisuuksia (kuva 33) kuin pelkkä Stoffenmanager®-malli (kuva 31). Useimmat Stoffenmanager®-arvot ovat lähellä mediaaniarvoa. Myöskin bayes-luottamusvälejä tarkastellessa huomataan, että pitoisuusarvot sijoittuvat välille 1–3 mg/m³ (kuva 34). Mallin naiivisuus selittyy pääosin mittaustulosten ja näytteiden vähäisellä lukumäärällä. Kuitenkin korkeat poikkeavat pitoisuuden lukuarvot saavat suurella todennäköisyydellä isoja lukuja. Keräämällä lisää näytteitä mallia voidaan tarkentaa.



Kuva 33. Projektissa kehitetyllä altistumisen arvioinnin mallilla mallinnetut puupölyn mediaanipitoisuuksien (mg/m³) jakauma.



Kuva 34. Projektissa kehitetyllä altistumisen arvioinnin mallilla mallinnetut puupölyn mediaanipitoisuudet (mg/m³) yhdistettynä ja 90-prosentin luottamusvälit.

5 Pohdinta

Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2020 Suomessa oli yhteensä 2267 puualan yritystä seuraavilla toimialoilla: 1610 Puun sahaus, höyläys ja kyllästys, 1621 Vaneriviulun ja puupaneelien valmistus, 1622 Asennettävien parkettilevyjen valmistus, 1623 Muiden rakennuspuusepäntuotteiden valmistus, 1624 Puupakkausten valmistus, 1629 Muiden puutuotteiden valmistus, 3102 Keittiökalusteiden valmistus ja 3109 Muiden huonekalujen valmistus. Puupölyprojektin kysely lähetettiin 531 yritykseen 669 henkilölle. Kysely kattoi siis lähes neljänneksen (23 %) kaikista puualan yrityksistä. Vastausprosentti ensimmäiseen kyselyyn vuonna 2020 oli 26 % ja toiseen kyselyyn vuonna 2021 60 %. Näin ollen kyselyn aineisto jäi melko pieneksi, 174 ensimmäiseen kyselyyn ja 104 kumpaankin kyselyyn vastannutta. Ilahduttavaa kuitenkin oli, että suurin osa kyselyyn vastaajista oli yrittäjiä ja alle 10 työntekijän mikroyrityksistä (28 % vastaajista), joista aiemmin ei juuri ollut tietoa. Työpaikkakäynnit tehtiin kuuteen puutyöpaikkaan sekä kalusteasennuskohteisiin, mikä oli vähäinen määrä. Näin saatiin kuitenkin puuttuvaa mittaustietoa puupölypitoisuuksista pienistä yrityksistä ja tietoa täydennettiin Työterveyslaitoksen palvelumittauksilla.

Tutkimushypoteesi oli, että tehostetun tiedottamisen avulla saadaan tietoisuutta työturvallisuusasioista sekä puupölystä ja sen hallinnasta lisättyä, ja siten puupölylle altistumista vähennettyä ja työskentelyoloja parannettua. Kyselyn tulosten tai työpaikkakäynneillä tehtyjen puupölymittausten tulosten perusteella ei saatu selkeästi osoitettua tutkimushypoteesin mukaista muutosta altistumisen vähenemisenä tai työturvallisuuden paranemisenä. Tämä johtui osittain siitä, että tutkimusaineisto oli verrattain pieni ja seuranta-aika lyhyt. Ylipäätään on vaikea osoittaa, että tiedottamisella saataisiin merkittävää muutosta aikaan turvallisuuskäyttäytymisessä lyhyellä, noin vuoden seuranta-ajalla. Tähän viittaavat myös aikaisemmat tutkimukset liittyen turvallisuuskulttuurin ja käyttäytymisen muutoksiin turvallisuuskampanjan ja -tiedottamisen avulla [Nævestad 2010, Spangenberg ym. 2004, Saarela ym. 1989]. Tässä puupölyprojektissa saatiin kuitenkin arvokasta tietoa työturvallisuudesta ja puupölylle altistumisesta erityisesti puutuotteita ja huonekaluja valmistavista pienistä ja keskisuurista yrityksistä, joista tietoa oli ennestään vähän. Tämä oli tutkimuksen yksi tavoite.

Tietoa uudistuneesta lainsäädännöstä, puupölyn terveysvaikutuksista ja pölyn hallintakeinoista saatiin jaettua tutkimukseen osallistuneille työpaikoille. Toisen kyselyn mukaan enemmistössä vastaajayrityksistä oli saatu tarvittavaa lisätietoa puupölyasioista kyselyiden välisenä aikana. Työsuojelupäälliköistä ja yrittäjistä noin 70 % ilmoitti saaneensa tietoa ja työsuojeluvaltuutetuista 54 %. Yrityskokoon mukaan jaoteltuna sekä mikroyrityksissä että pk-yrityksissä työskentelevistä 60–70 % oli saanut tarvitsemaansa tietoa. Puupölyprojektin järjestämä webinaari oli kuitenkin tavoittanut parhaiten keskisuurissa yrityksissä työskentelevät vastaajat, joista 18 % oli saanut sitä kautta tietoa. Pienissä alle 50 työntekijöiden yrityksissä työskentelevistä vastaajista ainoastaan 2 % oli osallistunut webinaariin, eikä kukaan mikroyrityksissä työskentelevä. Oletettavasti pienimmissä yrityksissä ei ole mahdollisuutta irtaantua työstä seuraamaan webinaaria, ja ehkä tällaiseen tiedonvälitykseen ei myöskään olla totuttu. Tilanne on erilainen suuremmissa yrityksissä, joissa mm. työsuojeluhenkilöstö voi käyttää työaikaan webinaarin kuunteluun, ja on tottunut muutenkin toimimaan verkkoympäristössä. Kaikki vastaajaryhmät olivat saaneet eniten tietoa sähköpostitse ja internetistä. Todennäköisesti sähköpostit olivat projektin aikana lähetettyjä viestejä, joissa oli linkkejä verkkosivuilla oleviin tiedotusaineistoihin. Yrittäjät olivat saaneet yhtä paljon tietoa myös järjestöjen tiedotteista. Tämä johtuu ilmeisesti siitä, että erityisesti Puuteollisuus ry oli aktiivinen tiedonvälittäjä tutkimuksen aikana.

Kyselyn mukaan yli 60 % kaikista vastaajista oli joskus kokenut puupölyn häiritseväksi työpaikalla. Kyselyn perusteella näyttää, että tietoisuus puupölyn raja-arvoista oli lisääntynyt tiedotuskampanjan aikana, mutta aineiston pienen koon takia erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kyselyn mukaan työtyötilojen siivouksessa paineilmahuuhdus oli hieman vähentynyt ja lastan käyttö harjauksen sijasta lisääntynyt, mutta ei

tilastollisesti merkitsevästi. Näitä asioita oli tiedotuskampanjassa nostettu esille pölyn vähentämiskeinoina siivouksessa. Sekä kyselyn että työpaikkakäyntien havaintojen mukaan suurin osa puuntyöstökoneista oli varustettu kohdepoistoilla, mutta havaintojen ja aikaisemman kokemuksen perusteella kohdepoistojen toiminnassa on paljon kehitettävää, jotta syntyvä pöly ja puru saataisiin tehokkaasti ohjattua poistoihin. Kyselyyn vastaajien työpaikoista 62 %:ssa palautettiin suodatettua poistoilmaa takaisin työtiloihin. Yleinen näkemys on, että syöpävaarallista ainetta, tässä tapauksessa lehtipuupölyä, sisältävää poistoilmaa ei ole suotavaa palauttaa suodatettunakaan takaisin työtiloihin. Kuitenkin Suomen oloissa energiataloudellisesti on lähes mahdotonta olla palauttamatta poistoilmaa talvikautena. Työsuojeluviranomaisten kanta on, että lehtipuupölyä sisältävää poistoilmaa saa palauttaa, kun ilmanvaihtojärjestelmät huolletaan hyvin ja suodattimien toimintaa tarkkaillaan (Satu Auno, ESAVI, suullinen tieto 12.9.2022).

Kyselyn tulosten mukaan johdon tiedottamiskäytännöissä työturvallisuuteen liittyvistä asioista olisi parantamisen varaa kaikkien kyselyyn vastanneiden mielestä. Kriittisimmin tähän suhtautuivat henkilöstön edustajat. Myöskään puupölyyn liittyvistä mahdollisista terveyshaitoista ei erityisesti työntekijöiden edustajien mielestä ole jaettu tarpeeksi tietoa. Hankkeeseen liittyvällä tiedottamisella oli kuitenkin ollut hiukan vaikutusta, ja vastaukset toiseen kyselyyn olivat jonkin verran myönteisempiä. Mikroyrityksissä tämä asia nähdään myönteisemmin ja niissä on myös vastausten mukaan jaettu enemmän tietoa puupölyyn liittyvistä terveyshaitoista kuin muiden kokoluokkien yrityksissä.

Työkaverilla näyttää kyselyn tulosten mukaan olevan merkittävä rooli turvallisiin työtapoihin kouluttamisessa pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. Mikroyrityksissä ja pienissä yrityksissä myös työnjohtajan rooli korostuu kouluttamisessa jonkin verran enemmän kuin keskisuurissa yrityksissä. Kokonaisuudessaan kyselyn vastaukset ennen ja jälkeen tiedotuskampanjan olivat hyvin samansuuntaisia. Työturvallisuuden tasoa on mitattu myös muissa tutkimuksissa samanlaisella kyselyllä ja tulokset ovat olleet joidenkin kysymysten osalta hyvin samansuuntaisia. Tällaisia kysymyksiä ovat mm. johto on viestinyt selkeät tavoitteet työturvallisuuden kehittämiseksi, johto tiedottaa säännöllisesti työturvallisuuteen liittyvistä asioista työntekijöille ja työpaikkani järjestää riittävästi turvallisuuskoulutusta [Kanerva ym. 2022].

Työpaikkakäyntien puupölymittausten tulokset olivat samaa tasoa ennen ja jälkeen tiedottamiskampanjan. Työntekijöiden hengitysvyöhykkeillä puupölyn pitoisuudet olivat keskimäärin hieman pienempiä jälkimmäisissä mittauksissa, mutta erot selittyivät normaalilla pitoisuusvaihtelulla. Pienissä ja keskisuurissakin puualan yrityksissä työtehtävät ja puuntyöstössä käytettävät koneen vaihtelevat päivittäin, joten pölypitoisuudet voivat vaihdella merkittävästi eri työpäivinä. Myös kohdetyöpaikkojen tuotantomäärät olivat yleisesti lisääntyneet seurantavuoden aikana, mm. koronapandemian ja sen helpottamisen tuomista muutoksista johtuen. Näin olosuhteet mittausten aikana vuosina 2021 ja 2022 eivät olleet täysin vertailukelpoiset, joten oli lähes mahdotonta osoittaa tiedottamisen tai muunkaan yksittäisen tekijän vaikutusta altistaviin pitoisuuksiin. Joissakin kohdetyöpaikoissa havaittiin, että ensimmäisen työpaikkakäynnin raportoinnissa annettuja suosituksia oli toteutettu. Mm. paineilman käyttöä oli vähennetty, kohdeilmanvaihtoa oli tehostettu ja suojalasien käyttöä oli lisätty.

Projektin aikana työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä mitatut puupölypitoisuudet olivat suurempia ($n=167$, $GM=0,79 \text{ mg/m}^3$) kuin Työterveyslaitoksen palveluselvityksissä huonekalu- ja puutuoteteollisuudessa vuosina 2017-2021 mitatut pitoisuudet ($n=131$, $GM=0,61 \text{ mg/m}^3$). Suurin osa tutkimuksessa ja palveluselvityksissä mitatuista altistavista puupölypitoisuuksista oli välillä $0,2-1 \text{ mg/m}^3$ eli 10–50 % HTP-arvosta 2 mg/m^3 . Projektin kohdeyrityksissä, samoin kuin Työterveyslaitoksen palveluselvityksissäkin, työntekijöiden hengitysvyöhykkeiltä mitatuista puupölypitoisuuksista 11 % ylitti HTP-arvon. Projektimittauksista 2–3 % ylitti myös tällä hetkellä voimassa olevan lehtipuupölyn sitovan raja-arvon 3 mg/m^3 . Kalusteasennuksessa puupölyn keskiarvopitoisuus asentajien hengitysvyöhykkeillä oli yli 2 mg/m^3 ($n=8$, $GM=2,2 \text{ mg/m}^3$).

Hengittävä pöly sisältää kaiken ihmisen hengityselimiin pääsevän pölyn [SFS-EN 1993]. Suurimmat hengitysteihin kulkeutuvat hiukkaset laskeutuvat ylähengitysteihin limakalvoille. Nämä hiukkaset vastaavat yleisimmistä puupölyn aiheuttamista oireista eli nenän ja nielun ärsytysoireista, mutta ne liittyvät myös puupölyn vakavimpiin terveyshaittoihin, nenän ja nenän sivuonteloiden syöpiin. Myös pienemmillä puupölyhiukkasilla on merkitystä puupölyn aiheuttamien terveyshaittojen synnyssä, sillä puupöly voi liiallisessa altistumisessa aiheuttaa haittaa myös alemmissa hengitysteissä. Ns. keuhkojakeen hiukkaset, jotka vaikuttavat keuhkoputkistossa, ovat merkityksellisiä mm. keuhkoputkentulehdusten ja astman synnylle. Keuhkojaetta ei tässä tutkimuksessa mitattu ja yleensäkin sitä mitataan harvoin. Pitkäaikaisessa altistumisessa voi syntyä mm. keuhkojen toimintamuutoksia, joten myös keuhkojen perimmäisiin osiin pääsevät alveolijakeen hiukkaset ovat merkittäviä. Painopitoisuuden määrittäminen on karkea menetelmä alveolijakeisen puupölyn pitoisuuden määrittämiseen. Usein pitoisuudet jäävät alle menetelmän määritysrajan, kuten tässäkin tutkimuksessa todettiin.

Stoffenmanager®-mallinnustyökalu on "konservatiivinen" eli antaa varovaisuusperiaatteen mukaisesti usein mitattuja altistuspitoisuuksia suurempia altistumisen arvioita ja kehottaa tarkempaan selvittämiseen. Tässä tutkimuksessa ero mitattujen ja mallinnettujen 90%-pisteen puupölypitoisuuksien välillä oli suuri ja lähes kaikissa tilanteissa olisi jouduttu turvautumaan tarkempaan selvitykseen mittauksineen. Kuitenkin näiden joukossa olivat kaikki ne tilanteet, joissa myös mittausten perusteella altistuminen ylittää raja-arvotason 2 mg/m³. Kun tarkasteltiin Stoffenmanager®-mallinnuksella saatuja mediaanipitoisuuksia, niin päästiin huomattavasti lähemmäksi mitattuja pitoisuuksia. Stoffenmanager®-mallinnustyökaluun suunnitteilla olevat nykyistä yksityiskohtaisemmat vaihtoehdot pölyn hallintamenetelmistä olisi hyvä toteuttaa. Muutoksena on esitetty mm. työstökoneen kotelointi -vaihtoehdon jakamista täys- ja osakotelointiin sekä kohdepoistojen erilaisten tyyppien esittämistä vaihtoehdoiksi pelkän kohdepoiston sijasta. Myös työmenetelmiin tulisi lisätä altistava työvaihe siivous sekä paineilmapuhalluksen käyttö.

Tässä projektissa saadun kokemuksen perusteella nykymuodossaan Stoffenmanager®-mallinnustyökalun pölyosio tuottaa konservatiivisen ennusteen puupölylle altistumisesta. Stoffenmanager® soveltuukin altistumisselvitysten alussa tehtävään seulontaan, jossa valitaan tarkempaan tarkasteluun otettavat tehtävät. Lisäksi mallin tuloksia voidaan hyödyntää a priori -tietona tarkemmissa altistumisselvityksissä hyödyntäen tässä tutkimuksessa alustavasti kehitettyä tarkentavaa mallia.

Tutkimuksessa kehitetyn tarkentavan mallin antamat arviot puupölylle altistumisesta olivat huomattavasti lähempänä mitattuja pitoisuuksia kuin alkuperäiset Stoffenmanager®-arviot. Malli on edelleen karkea pääasiassa siksi, että mittaustuloksia oli vähän mallin kehittämistä ajatellen. Mallia voidaan tarkentaa keräämällä lisää dataa esim. Työterveyslaitoksen palveluselvityksissä. Jatkossa voidaan testata mallin soveltuvuutta myös muille altisteille kuin puupölylle.

Stoffenmanager®-työkalu on erityisesti suunniteltu pienille työpaikoille. Pienissä puutyöpaikoissa työtehtävät muodostuvat lukuisista osatehtävistä, jotka vaihtelevat päivittäin. Mallinnuksessa on myös tärkeää jakaa työtehtävät osatehtäviin, pelkän päätehtävän perusteella muodostettavasta mallista voi jäädä tärkeitä altistumiseen vaikuttavia tekijöitä pois. Näin ollen mallintaminen on työlästä, joten työpaikkojen omalla väellä ei ehkä ole aikaa siihen. Sen sijaan Stoffenmanager® yhdistettynä altistumisen mittaustuloksiin Työterveyslaitoksen kehittämän alustavan mallin avulla saattaa jatkossa olla arvokas työkalu altistumismittausten ja -arvioinnin ammattilaisille.

6 Johtopäätökset

Kyselyn mukaan suurin osa vastaajista oli saanut tarvitsemaansa lisätietoa puupölyyn liittyvistä asioista tutkimusprojektin tiedotuskampanjan aikana. Yhtenä tiedonvälityskanavana tutkimuksessa käytetyt sähköpostiviestit tietolinkkeineen osoittautuivat merkittäväksi tiedonlähteeksi. Tiedottamisen vaikutusta turvallisuusjohtamiseen, työoloihin tai puupölylle altistumiseen ei kuitenkaan pystytty tutkimuksessa selkeästi osoittamaan, vaikka yksittäisissä tekijöissä muutoksia havaittiinkin. Tutkimuksessa saatiin arvokasta, aikaisemmin puuttunutta tietoa erityisesti mikroyritysten sekä pienten ja keskisuurten yritysten työsuojeluasioista ja puupölylle altistumisesta. Lisäksi kehitettiin malli puupölyaltistumisen arviointiin. Mallia pitää tarkentaa lisämittauksilla ja sen soveltuvuutta muille altisteille tulee testata jatkossa.

7 Tulosten hyödyntäminen

Tutkimuksen tuloksia hyödynnetään Työterveyslaitoksen ja yhteistyötahojen koulutustoiminnassa. Tuloksia esitellään marraskuussa 2022 järjestettävässä avoimessa webinaarissa. Työsuojelutarkastajat ovat jo käyttäneet tutkimuksen aikana päivitettyä puupölyopasta tarkastustoiminnassaan ja voivat hyödyntää myös tutkimustuloksia. Tutkimuksessa kerätty tieto puupölylle altistumisesta toimii taustatietona ja vertailuaineistona Työterveyslaitoksen puuteollisuuden palveluselvityksissä. Tutkimus on kartuttanut kokemusta altistumisen mallintamisesta, mitä voidaan hyödyntää jatkossa mallien kehittämisessä. Mallintamisen avulla pyritään arvioimaan yksittäisiä mittaustuloksia luotettavammin, mutta tuloksia hyödyntäen, altistumisen tasoa raja-arvoihin verrattuna.

Lähteet

- ASA. Syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja tekijöille ammatissaan altistuvien rekisteriin, ASA-rekisteri, Työterveyslaitos, <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluisuus/asa-rekisteri>.
- ASA-laki 2020. Laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja tekijöille ammatissaan altistuvien rekisteristä 452/2020.
- Cherrie J, Schneider T. Validation of a new method for structured subjective assessment of past concentrations. *Annals of Occupational Hygiene* 1999;43(4):235.
- IARC 1995. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Wood dust and formaldehyde. Vol. 62. IARC, Lyon, France, 1995.
- IARC 2012. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, A review of human carcinogens: Arsenic, metals, fibres, and dusts. Vol. 100C. IARC, Lyon, France, 2012.
- Heikkinen P, Martikainen R, Kurppa K, Husgafvel-Pursiainen K, Karjalainen A. Asthma incidence in wood-processing industries in Finland in a register-based population study. *Scand J Work Environ Health* 2008;34(1):66-72.
- HTP-arvot 2020. Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2020:24. Helsinki 2020. 108 s.
- Kanerva T, Hyvärinen V, Räsänen T, Sallinen M, Taxell P, Virkkala J: Työturvallisuuden hallinta 12 tunnin vuorojärjestelmässä – vireyden, turvallisuuskäyttäytymisen ja työympäristöaltisteiden väliset yhteydet pitkissä työvuoroissa. Työsuojelurahaston loppuraportti. Työterveyslaitos 2022.
- Kauppinen T, Vincent R, Liukkonen T, et al. Occupational exposure to inhalable wood dust in the member states of the European Union. *Annals of Occupational Hygiene* 2006;50:549-561.
- Koponen M, Kallio N ja Säämänen A. Stoffenmanager-Suomi - Control Banding -riskinhallintatyökalu PK-yritysten tueksi kemikaalirikien hallintaan. Työterveyslaitos, Helsinki 2012. Raportti Julkarissa
- Koppisch, D., Schinkel, J., Gabriel, S., Fransman, W., Tielemans, E. (2012). "Use of the MEGA exposure database for the validation of the Stoffenmanager model." *Annals of Occupational Hygiene* 2012;56(4):426-439.
- Marquart H, Heussen H, Le Feber M, Noy D, Tielemans E, Schinkel J, West J, Van der Schaar, D. 'Stoffenmanager', a web-based control banding tool using an exposure process model. *Annals of Occupational Hygiene* 2008;52 (6):429.
- MaNally K, Warren N, Fransman W, Klein Entink R, Schinkel J, van Tongeren M, Cherrie JW, Kromhout H, Schneider T, Tielemans E. Advanced REACH Tool: A Bayesian model for occupational exposure assessment. *Annals of Occupational Hygiene* 2014;Vol 58, No 5, 551-565.
- Nævestad, T-O. Evaluating a safety culture campaign: Some lessons from a Norwegian case. *Safety Science*, Volume 48, Issue 5, June 2010, pages 651-659.
- Puupöly. Kemikaalit ja työ -altistumistietosivusto. Työterveyslaitos 2020. <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluisuus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopaikalla/kemikaalit-ja-tyo-altistumistietosivusto>

- Rosen G, Andersson I, Walsh P, Clark R, Säämänen A, Heinonen K, Riipinen H, Pääkkönen R. A review of video exposure monitoring as an occupational hygiene tool. *Annals of Occupational Hygiene* 2005;49:201-217.
- Saarela K-L, Saari J, Aaltonen M: The effects of an informational safety campaign in the shipbuilding industry. *Journal of Occupational Accidents*, 10 (1989), pp. 255-266.
- Schlünssen V, Schaumburg I, Andersen NT, Sigsgaard T, Pedersen OF. Nasal patency is related to dust exposure in woodworkers. *Occupational and Environmental Medicine* 2002a;59:23-29.
- Schlünssen V, Schaumburg I, Taudorf E, Mikkelsen AB, Sigsgaard T. Respiratory symptoms and lung function among Danish woodworkers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2002b;44:82-98.
- Schlünssen V, Schaumburg I, Heederik D, Taudorf E, Sigsgaard T. Indices of asthma among atopic and non-atopic woodworkers. *Occupational and Environmental Medicine* 2004;61:504-511.
- Schinkel J, Fransman W, Heussen H, Kromhout H, Marquart H, and Tielemans E. Cross-validation and refinement of the Stoffenmanager as a first tier exposure assessment tool for REACH. *Occup. Environ. Med.* 2010;67:125.
- SFS-EN 1993. Standardi SFS-EN 481:1993 Workplace atmospheres – Size fraction definitions for measurement of airborne particles.
- SFS-EN 2018. Standardi SFS-EN 689:2018 + AC:2019 Työperäinen altistuminen. Hengitysteitse tapahtuvan kemiallisille tekijöille altistumisen mittaus. Strategia altistumisen raja-arvojen noudattamisen varmistamiseen.
- Spangenberg S.S., Mikkelsen K.L., Kines P., Dyreborg J., Baarts C.: The construction of the Øresund Link between Denmark and Sweden: the effect of a multi-faceted safety campaign. *Safety Science*, Volume 40, Issue 5, July 2002, pages 457-465.
- Tavoitetaso 2016. Hengittävän ja alveolijakeisen pölyn tavoitetasoperustelumuuisto. Työterveyslaitos, Helsinki 19.8.2016. <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluisuus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/tyoympariston-tavoitetasot>
- Tielemans E, Noy D, Schinkel J, Heussen H, van der Schaaf D, West J, Fransman W. Stoffenmanager exposure model: development of a quantitative algorithm. *Annals of Occupational Hygiene* 2008;52(6):443.
- Tietokortti: Puupölylle altistuminen. Työturvallisuuskeskuksen puuteollisuuden työalatoimikunta ja Työterveyslaitos, Helsinki 2021. <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/04/Puupoly-tietokortti.pdf>
- TPSR. Työperäisten sairauksien rekisteri, Työterveyslaitos. <https://www.ttl.fi/teemat/tyoterveys/tyoperaisten-sairauksien-rekisteri>.
- TTL. Työhygieenisten altistumismittausten rekisteri. Työterveyslaitos.
- TTL Stoffen. Stoffenmanager® - Työkalu kemikaaliriskien hallintaan. <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluisuus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopaikalla/stoffenmanager-tyokalu-kemikaaliriskien-hallintaan>
- Van de Ven P, Fransman W, Schinkel J, Rubingh C, Warren N, Tielemans E. (2010). "Stoffenmanager exposure model: company-specific exposure assessments using a Bayesian methodology." *J Occup Environ Hyg* 2010;7(4): 216-223.

Welling I, Eriksson G, Isakson M, Liukkonen T, Husgafvel-Pursiainen K, Rasinen O, Korhonen K, Taskinen L. Puupölyn hallinta puuteollisuudessa. Työturvallisuuskeskus ja Työterveyslaitos, Puuteollisuuden työalatoimikunta. Toinen uudistettu painos, Helsinki 2020. 40 s. <https://ttk.fi/julkaisu/puupölyn-hallinta-puuteollisuudessa/#47e6f1fe>

Vinzents P, Laursen B. A national cross-sectional study of the working environment in the Danish wood and furniture industry – air pollution and noise. *Annals of Occupational Hygiene* 1993;37:25-34

VNa 2019. Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 1267/2019 (EU-direktiivi 2017/2398).

Tutkimuksessa tiedotettiin puupölyä koskevasta uudistuneesta lainsäädännöstä, puupölyn terveysvaikutuksista, altistumisesta ja pölyn hallinnasta. Ennen ja jälkeen tiedotuskampanjan toteutetun kyselyn ja työpaikoilla tehtyjen puupölymittausten avulla selvitettiin, vaikuttiko tehostettu tiedottaminen puupölylle altistumiseen ja työoloihin. Suurin osa kyselyyn vastanneista oli saanut tarvitsemaansa lisätietoa puupölystä tiedotuskampanjan aikana, mutta selkeästi ei pystytty osoittamaan, että puupölylle altistuminen olisi vähentynyt ja työolot parantuneet seuranta-aikana. Tutkimuksessa saatiin kuitenkin arvokasta tietoa puupölylle altistumisesta ja työoloista erityisesti pk-yrityksissä, joista tietoa oli ennestään vähän. Lisäksi kehitettiin mallia puupölylle altistumisen arviointiin.



Työsuojelurahasto
Arbetskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund

Työterveyslaitos
Arbetshälsoinstitutet
Finnish Institute of Occupational Health

PL 40, 00032 Työterveyslaitos

www.ttl.fi

ISBN 978-952-391-043-0 (PDF)

