

Hengityksensuojainten toimivuus työpaikalla kylmässä (HSTK II)

LOPPURAPORTTI



Kirsi Jussila
Sirkka Rissanen
Jenni Kaisto
Heli Kähkönen
Sampsa Törmänen
Irmeli Lindström
Erja Mäkelä

Hengityksensuojainten toimivuus työpaikalla kylmässä (HSTK II)

Loppuraportti

Kirsi Jussila, Sirkka Rissanen, Jenni Kaisto, Heli Kähkönen, Sampsa Törmänen, Irmeli Lindström ja Erja Mäkelä.

Työterveyslaitos

Työturvallisuus

PL 40

00251 Helsinki

www.ttl.fi

Toimitus: Kirsi Jussila

Valokuvat: Kirsi Jussila, Sirkka Rissanen, Jenni Kaisto, Heli Kähkönen, Sampsa Törmänen

© 2023 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 978-952-391-091-1 (PDF)

Tiivistelmä

Hengityksensuojainten käyttö kylmätyössä on välttämätöntä mm. avolouhoksissa, terästeollisuudessa ja rakennustyössä. Alhainen työympäristön lämpötila aiheuttaa ongelmia hengityksensuojainten käyttöön, kuten hengitysilman mukana tulevan kosteuden huurtumista ja jäätymistä maskien, venttiilien ja suodattimien sisään. Puhaltavien hengityksensuojainten käyttö kylmässä aiheuttaa kasvojen jäähtymistä, mikä aiheuttaa epämiellyttävyyttä ja siten häiritsee keskittymiskykyä ja erittäin alhaisissa lämpötiloissa paleltumien riski kasvaa. Terveydellistä haittaa hengityksensuojainten käyttö kylmässä saattaa aiheuttaa erityisesti työntekijöille, joilla on hengitystie- tai verenkiertoelintensairauksia. Hanke on jatkotutkimus aiemmalle ”Hengityksensuojainten toimivuus kylmässä” tutkimushankkeelle (2016–2019).

Tavoitteena oli selvittää hengityksensuojainten toimivuus työpaikoilla oikeissa työtilanteissa ja validoida aiemmassa hankkeessa kehitetty malliratkaisu. Tavoitteena oli myös määrittää kylmän, tuulen ja kosteuden yhteisvaikutusta hengityksensuojainten käyttöön. Lisäksi kartoitettiin hengityksensuojainten käytön terveydellisiä vaikutuksia kylmätyössä.

Hengityksensuojainten käyttäjien käyttökokemuksia ja terveydellisiä vaikutuksia selvitettiin kyselytutkimuksen ja haastatteluiden avulla vuonna 2021. Työpaikoilla tehtiin hengityksensuojainten tiivistestejä ja työntekijöiden kasvojen jäähtymismittauksia. Hallituissa laboratorio-oloissa määritettiin tuulen vaikutusta puhallinlaitteiden suojaustehokkuuteen ja kasvojen jäähtymiseen. Lisäksi kehitettiin uusi kasvojen kylmänsuojausmenetelmä ja mitattiin eri menetelmien lämpöominaisuudet.

Tulosten mukaan kylmässä tuuli lisää kasvojen jäähtymistä entisestään, kun käytetään kypärällä tai muulla avoimella kasvo-osalla varustettua puhallinlaitetta. Tätä jäähtymistä voidaan vähentää suojaamalla kasvojen ihoalueet ihonmyötäisellä alushupulla tai vastaavalla. Hankkeessa kehitettiin uusi muiden pään alueen suojainten kanssa yhteensopiva ”TTL Kasvojen Kylmänsuoja”. Voimakas tuuli (7 m/s) heikensi tutkimuksessa testattujen kasvo-osalla varustettujen suojainten suojaustehokkuutta. Työpaikoilla erityisesti suojanaamareiden tiivistymisestä kasvoille on kiinnitettävä huomiota riippumatta työympäristön lämpötilasta. Näkölevyjen huurtumista ja jäätymistä voidaan vähentää paitsi teknisillä myös toiminnallisilla keinoilla. Uloshengitysilman kosteus voi jäätä suojanaamarin venttiileihin tai suodattimiin. Kylmään on otettava mukaan varasuojain. Terveydellisiä vaikutuksia hengityksensuojaimia käytettäessä voi aiheutua puhallinlaitteita käytettäessä, kun kasvojen iho jäähtyy (paleltumariski, verenpaineen nousu, astmakohtauksen riski), tai

puolinaamarien kanssa, kun hengitysvastus ja limaneristys lisääntyvät. Nämä tekijät on huomioitava niin työpaikan suojainvalinnoissa kuin työntekijöiden terveystarkastuksissa työterveyshuollossa.

Tutkimushankkeen tulosten pohjalta päivitettiin aiemman malliratkaisun suositukset ja ohjeistukset. Tutkimuksen tulokset on tarkoitettu hyödynnettäväksi niin työpaikoille, työterveyshuoltoon kuin hengityksensuojainten valmistajille ja myyjille sekä standardointiin.

Abstract

The use of respiratory protection is required in cold work, e.g. in open pit mines, steel industry and construction work. The low ambient temperature causes problems for the use of respirators, such as fogging and freezing of the moisture from the breathing air inside the masks, valves and filters. Using powered air-purifying respirators in the cold causes cooling of the face, which causes discomfort and thus disturbs concentration, and in very low temperatures the risk of frostbite increases. The use of respirators in the cold may cause health problems, especially for workers with respiratory or circulatory diseases. The project is a follow-up study to the previous "Functionality of respirators in the cold" research project (2016–2019).

The aim was to find out the functionality of respirators at workplaces in real work situations and to validate the Control Approach (for Risk Management) developed in the previous project. The aim was also to determine the combined effect of cold, wind and moisture on the use of respirators. In addition, the health effects of using respirators in cold work were determined.

The use experiences and health effects of respirator users were investigated using a survey and interviews in 2021. Inward leakage of the respirators and workers' facial cooling measurements were carried out at the workplaces. In controlled laboratory conditions, the effect of wind on the protective efficiency of powered air-purifying respirators and cooling of the facial skin was determined. In addition, a new face protection against cold was developed and the thermal properties of different cold protective methods were measured.

According to the results, the wind in the cold increases the cooling of the face even more when a powered air-purifying respirator with a helmet or other open face part is used. This cooling can be reduced by protecting the facial skin areas with a close-fitting balaclava or similar. In the project it was developed a new "FIOH Face Protection against Cold" that is compatible with other personal protective equipment. The strong wind (7 m/s) decreased the protective efficiency of the powered air-purifying respirators with face shield. Despite of the ambient temperature tightness of the masks on the face requires special attention at workplaces. Fogging and freezing of visors can be reduced not only by technical but also by functional means. The moisture in the exhaled air can freeze into the valves or filters of the respirator. A spare respirator is required to have with while working in the cold. Use of respirators in the cold can cause health effects due to face skin cooling by powered air-purifying respirators (risk of frostbite, increased blood pressure, risk of an asthma attack), or increased breathing resistance and mucus secretion when half-masks are used. These factors should be

taken into account both in the selection of personal protective equipment at workplace and health examinations of employees in occupational health care.

Based on the results of the research project, the recommendations and guidelines of the previous Control Approach (for Risk Management) of the Finnish Institute of Occupational Health (www.ttl.fi) were updated. The results of the study can be utilized in workplaces, occupational health care, as well as by manufacturers and sellers of respirators, and for standardization.

Sisällys

Tiivistelmä.....	3
Abstract.....	5
Sisällys.....	7
Lyhenteet.....	11
1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet.....	12
1.1 Tausta.....	12
1.1.1 Hengityksensuojainten kasvoille tiivistyminen ja tuulen vaikutus puhallinsuojainten tehokkuuteen.....	12
1.1.2 Kasvojen jäähtyminen ja kylmältä suojautuminen.....	12
1.2 Tutkimuskysymykset ja -alue.....	13
1.3 Tavoitteet.....	14
1.4 Tutkimuksen toteutus.....	14
1.4.1 Eettinen käsittely.....	15
1.4.2 Kirjallisuuskatsaus.....	15
1.5 Tutkimuksen toteuttajat ja ohjausryhmä.....	16
2 Käyttäjien käyttökokemukset.....	17
2.1 Tausta.....	17
2.1.1 Tavoitteet.....	17
2.2 Menetelmät.....	17
2.2.1 Haastattelut työpaikoilla.....	17
2.2.2 Kyselytutkimus.....	17
2.3 Tulokset.....	18
2.3.1 Haastattelut työpaikoilla.....	18
2.3.2 Kyselytutkimus.....	19
2.4 Tulosten tarkastelu.....	25
2.5 Johtopäätökset.....	26

3	Suojanaamarien kasvoille tiivistyminen ja tuulen vaikutus puhallinsuojainten tehokkuuteen	27
3.1	Tausta.....	27
3.2	Tavoitteet.....	28
3.3	Menetelmät	29
3.3.1	Suojanaamareiden henkilökohtaisten tiivistestien kuvaus.....	29
3.3.2	Haastattelu tiivistestauksen yhteydessä	30
3.3.3	Tuulen vaikutuksen mittaaminen avoimella kasvo-osalla varustettujen puhallinsuojainten suojauskykyyn	30
3.4	Tulokset.....	31
3.4.1	Suojanaamareiden henkilökohtaisten tiivistestien tulokset.....	31
3.4.2	Haastattelutulokset suojainten jääytymisestä.....	33
3.4.3	Tuulen vaikutus avoimella kasvo-osalla varustettujen puhallinsuojainten suojauskykyyn, testitulokset.....	34
3.5	Tulosten tarkastelu	36
3.5.1	Tiivistestien tulosten tarkastelu.....	36
3.5.2	Tiiviuden vaikutus suojaimen jääytymiseen arvioituna haastattelun perusteella.....	36
3.5.3	Tuulen vaikutuksen tarkastelu avoimella kasvo-osalla varustettujen puhallinsuojainten suojauskykyyn.....	37
3.6	Johtopäätökset.....	38
4	Hengityksensuojainten huurtuminen ja jäätyminen kylmässä.....	41
4.1	Tausta.....	41
4.2	Menetelmät	42
4.3	Tulokset.....	43
4.4	Tulosten tarkastelu	45
4.5	Johtopäätökset.....	46
5	Kasvojen kylmänsuojaus ja sen kehittäminen puhallinsuojainten kanssa	47
5.1	Tausta.....	47

5.1.1	Puhallinsuojainten alle soveltuvien kasvojen kylmänsuojainten tavoitteet ja vaatimukset.....	48
5.2	Materiaali ja menetelmät	49
5.2.1	Puhallinsuojainten alle soveltuvien kasvojen kylmänsuojauksen valinta ja kehitys	49
5.2.2	Kasvojen kylmänsuojien lämpöominaisuuksien mittausmenetelmät.....	52
5.3	Tulokset.....	53
5.3.1	Kasvojen kylmänsuojien lämpöominaisuudet	53
5.4	Tulosten tarkastelu	55
5.5	Johtopäätökset.....	58
6	Kasvojen jäähtyminen hengityksensuojaimia käytettäessä	59
6.1	Tausta.....	59
6.2	Menetelmät työpaikoilla.....	59
6.2.1	Työpaikoilla mittauksiin osallistuneet vapaaehtoiset	59
6.2.2	Mittausmenetelmät ja käytetyt suojaimet työpaikoilla.....	60
6.3	Tulokset työpaikoilta.....	61
6.3.1	Kasvojen jäähtymismittaukset.....	61
6.3.2	Tulosten tarkastelu	69
6.4	Mittausmenetelmät laboratoriossa.....	70
6.4.1	Tuulen suunnan vaikutus kasvojen iholämpötiloille	71
6.4.2	Kasvojen iholämpötilojen vertailumittaus erilaisia kylmänsuojia käytettäessä.....	71
6.4.3	Kylmänsuojien vertailumittaukset levossa ja keskiraskaassa työssä.....	71
6.5	Tulokset laboratoriomittauksista.....	72
6.5.1	Tuulen suunnan vaikutus kasvojen iholämpötiloille	72
6.5.2	Kasvojen iholämpötilojen vertailumittaus erilaisia kylmänsuojia käytettäessä.....	74
6.5.3	Kylmänsuojien vertailumittaukset levossa ja keskiraskaassa työssä.....	77
6.5.4	Tulosten tarkastelu	81

6.6	Johtopäätökset.....	83
7	Terveysvaikutukset.....	85
7.1	Tausta.....	85
7.1.1	Kasvojen jäähtymiseen liittyviä terveysvaikutuksia.....	85
7.1.2	Kylmän ilmaan liittyviä terveysvaikutuksia.....	85
7.2	Menetelmät.....	86
7.2.1	Terveyskysely.....	86
7.2.2	Haastattelu työpaikoilla.....	86
7.2.3	Kyselytutkimus.....	86
7.3	Tulokset.....	87
7.3.1	Terveyskysely.....	87
7.3.2	Terveysvaikutukset haastattelujen mukaan.....	87
7.3.3	Oireet hengityksensuojaimia käytettäessä kylmässä.....	88
7.3.4	Kasvojen jäähtyminen.....	90
7.4	Tulosten tarkastelu.....	91
7.5	Johtopäätökset.....	92
8	Tutkimushankkeen johtopäätökset.....	93
8.1	Tutkimustulosten vaikuttavuus kohdeorganisaatioissa.....	95
9	Suositukses.....	96
	Lähteet.....	100
	Liitteet.....	105

Lyhenteet

- FFP2, FFP3 Standardin EN 149 mukainen hiukkas- ja öljyaerosoleja suodattava puolinaamari, jonka suodatinmateriaali kattaa lähes koko suojaimen pinnan. Numerot kertovat suojaimen tehokkuusluokan. FF2:n standardiin perustuva nimellinen suojauskerroin on 12 ja FFP3:n on 50. Lyhenne FF tulee kyseisen suojaimen kasvo-osan kuvauksesta suodattava kasvo-osa, filtering face piece. P-kirjain tarkoittaa suojaimissa hiukkas- ja toisinaan myös öljyaerosolisuodatinta.
- TH3 Standardin EN 12941 mukainen puhaltimella ja kypärällä tai hupulla varustettu suodatinsuojain. TH tarkoittaa englanninkielistä ilmausta turbohelmet tai turbohood. Numero 3 on kyseisen suojaintyyppin tehokkain luokka, jonka nimellinen eli standardiin perustuva suojauskerroin on 500.
- Tkasvot Kasvojen keskimääräinen lämpötila laskettuna keskiarvona otsan, posken, nenän ja leuan paikallisista iholämpötiloista.
- TM3 Standardin EN 12942 mukainen puhaltimella ja kasvoilla tiiviisti istuvalla suojanaamarilla varustettu suodatinsuojain. TM tarkoittaa englanninkielistä ilmausta turbomask. Numero 3 on kyseisen suojaintyyppin tehokkain luokka, jonka nimellinen eli standardiin perustuva suojauskerroin on 2000.

1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

1.1 Tausta

1.1.1 Hengityksensuojainten kasvoille tiivistyminen ja tuulen vaikutus puhallinsuojainten tehokkuuteen

Suomessa ja tähän tutkimukseen osallistuneilla työpaikoilla on hengityksensuojaimena käytössä paljon luokan TH3 kypärällä tai muilla avoimilla kasvo-osilla varustettuja suodattavia puhallinlaitteita. Hyvin huollettuna ja koko ajan käytettynä laite on yleensä varsin tehokas (EN 12941). Suojaimia käytetään usein ulkona mm. pölyisissä olosuhteissa ja tietyissä työvaiheissa, kuten hitsauksessa sekä kunnossapito- ja huoltotöissä. Tuulen tuomat virtaukset kasvo-osan avointen osien läpi kasvo-osan sisään ja täten ilman epäpuhtauksien pääsy hengitysteihin kuitenkin herättää huolta, sillä TH3-luokan suojaimet testataan ilmavirtauksessa 2 m/s, joka on ulkoilman ilmavirtauksiin nähden varsin pieni. Myös teollisuushalleissa koneet saattavat aiheuttaa ilmavirtauksia, jotka on huomioitava suojainvalinnoissa.

Pakkasen kiristyessä puhallinlaitteet jätetään käyttämättä niiden aiheuttaman kasvoille tulevan viiman vuoksi. Tilalle vaihdetaan usein puolinaamareita, jotka jo lähtökohtaisesti ovat heikompia tehokkuudeltaan. Ongelmia aiheuttavat kuitenkin erityisesti suojanaamarien kasvoille tiivistyminen ja naamarien jäätyminen (Linnainmaa ym., 2019, Mäkelä ym., 2019).

Tämän tutkimuksen tehtävinä oli selvittää, onko 2 m/s ehdoton raja TH-puhallinlaitteen käytölle ja voivatko suojanaamarien venttiilit ja suodattimet jäätyä, jos suojain ei tiivisty kasvoille hyvin. Samalla saatiin arvokasta tietoa suojanaamarien tiivistymisestä kasvoille suomalaisessa teollisuudessa.

1.1.2 Kasvojen jäähtyminen ja kylmältä suojautuminen

Aiemmassa tutkimuksessa (Hengityksensuojainten toimivuus kylmässä, Mäkelä ym., 2019) todettiin, että moottoroitua puhallinsuojainta käytettäessä kylmässä (-20 °C) kasvat jäähtyvät epämukavuutta aiheuttavalle tasolle. Puhallinsuojaimet, joissa ilmavirtaus on jatkuva, ovat kylmässä ympäristössä eniten kasvoja jäähdyttäviä. Hengityksensuojaimissa, jotka säätävät ilmanvirtausta hengitysrytmin mukaan, kasvojen jäähtyminen oli vähäisempi, kun kokonaisilmavirtaus on pienempi. Kasvojen lämpötilaero oli noin 5 °C korkeampi hengitysrytmiin mukautuvia suojaimia

käytettäessä verrattuna jatkuvapuhalteisten käyttöön. Kasvoille tiivistyvät suodatinsuojaimet suojaavat suojaimen peittävältä osalta kasvoja jäähtymiseltä.

Kasvojen suojaamista kylmältä kokeiltiin kasvoille tiivistymättömien puhallinsuojainten kanssa. Ohut neuloskankainen alushuppu suojasi kasvoja jäähtymiseltä merkittävästi (Mäkelä ym., 2019).

1.2 Tutkimuskysymykset ja -alue

Tutkimuksessa pohdittiin seuraavia tutkimuskysymyksiä:

- Mitkä ovat käytännön ongelmat hengityksensuojainten käytettävyydessä työn aikana?
- Miten moninainen työympäristö vaikuttaa suojainten käyttöön ja toimivuuteen?
- Muodostuuko suojainten sisään jäätä?
- Onko edellisen hankkeen suosituksia otettu käyttöön?
- Mitä ohjeistuksia työterveyshuolto antaa työntekijöille?
- Huomioidaanko kylmässä oireilevat henkilöt, kuten astmaatikot, ohjeistuksissa?
- Aiheuttaako hengityksensuojainten käyttö terveydellisiä haittoja tai oireita?
- Lisääntyvätkö sairauspoissaolot talviaikaan työtehtävissä, joissa käytetään hengityksensuojausta ulkona?
- Mikä on sää- ja työskentelyolojen yhteisvaikutus hengityksensuojaimen toimivuuteen?
- Onko laboratorioympäristössä kehitetty malli toimiva myös käytännössä?
- Minkälaisia muutoksia malliin tulee tehdä?

Tässä tutkimuksessa keskityttiin erityisesti moottoroitujen puhallinlaitteiden käyttöön työpaikoilla kylmissä oloissa, koska niiden kasvoja haitallisesti jäädyttävä vaikutus oli tunnistettu ensimmäisen tutkimusosan aikana.

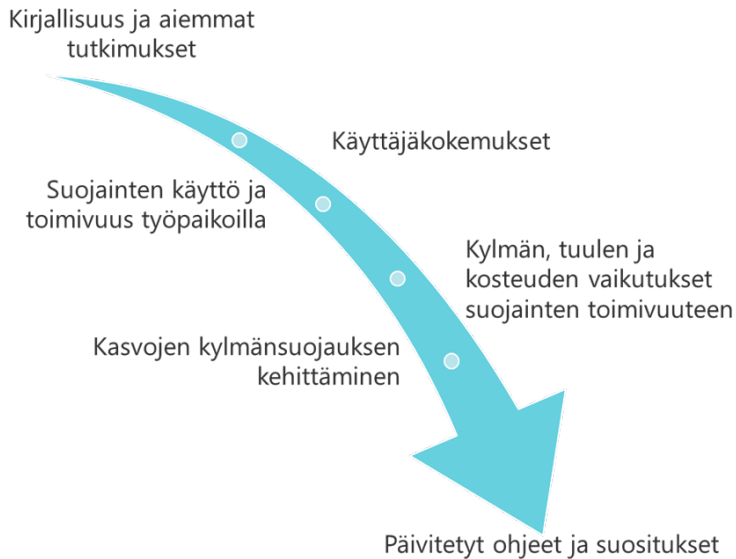
1.3 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteita olivat:

1. Kartoittaa työpaikan ongelmat hengityksensuojainten käytössä kylmissä oloissa ja ovatko ne muuttuneet aiemman hankkeen ja sen tulosten myötä.
2. Selvittää työterveyshuollon näkemykset hengityksensuojaimien kylmässä käyttöön ja terveyteen liittyvistä havainnoista.
3. Selvittää hengityksensuojainten terveydelliset vaikutukset talviaikana.
4. Selvittää kylmän, tuulen ja hengityksen mukana tulevan kosteuden käytännössä ilmenevät vaikutukset suojainten käyttöön ja mukavuuteen.
5. Validoida aiemmassa hankkeessa laboratorio-oloissa kehitetyn malliratkaisun toimivuus aidoissa työoloissa.

1.4 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksessa selvitettiin hengityksensuojainten käyttäjien kokemuksia suojainten käyttöön ja terveydellisiin vaikutuksiin liittyen kyselytutkimuksen ja haastatteluiden avulla. Hankkeen toteutuksen pääpaino oli erityisesti työpaikoilla tehtävissä tutkimusmittauksissa. Tarkentavia ja täydentäviä mittaus- ja tutkimusosioita, erityisesti koskien tuulen ja kosteuden vaikutuksia hengityksensuojainten toimivuuteen ja kasvojen kylmänsuojauksen kehitystä ja lämpöominaisuuksia, on toteutettu lämpö- ja tuulisäädeltävissä laboratoriotiloissa Työterveyslaitoksen Oulun toimipisteessä. Kuvassa 1. on esitetty tutkimuksen toteutuksen vaiheet pääpiirteittäin.



Kuva 1: Tutkimuksen toteutuksen vaiheet.

1.4.1 Eettinen käsittely

Tutkimusmenetelmien, kuten haastatteluiden ja kyselyiden runko ja toteutus, sekä testihenkilöiden kanssa tehtävät lämpöfysiologiset laboratorio- ja työpaikkamittaukset sekä hengityksensuojainten tiivistestien toteutus käsiteltiin Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin eettisessä toimikunnassa. Eettinen toimikunta piti tutkimussuunnitelmaa eettisesti hyväksyttävänä ja antoi tutkimukselle puoltavan lausunnon kokouksessaan 10.2.2021 (Asianro HUS/3158/2020).

1.4.2 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksessa hankittiin tietoa tieteellisellä tasolla. Kirjallisuutta etsittiin sähköisten hakukoneiden avulla, kuten PubMed, Sage Publication, Google.

1.5 Tutkimuksen toteuttajat ja ohjausryhmä

Työterveyslaitos toteutti tutkimuksen yhteistyössä kohderyhmän yritysten sekä hengityksensuojainten valmistajien ja myyjien kanssa.

Tutkimuksen kohderyhmään kuuluivat toimialat, joissa vaaditaan hengityksen suojausta hyvin alhaisissa ympäristön oloissa, kuten avolouhoksessa (Boliden Kevitsa Mining Oy) sekä terästeollisuudessa (SSAB Europe Oy ja Outokumpu Kemi-Tornio).

Tutkimushankkeen toimintaan osallistuvia suojainvalmistajia ja -myyjiä olivat Suomen 3M Oy, Dräger Suomi Oy, Sundström Safety Ab ja Suojalaite Oy.

Tutkimuksen toimintaa ohjasi ja valvoi ohjausryhmä, johon kuului Työterveyslaitoksen ja Työsuojelurahaston (TSR) edustajien lisäksi tutkimuksen toimintaan osallistuvien kohderyhmän yritysten sekä hengityksensuojainten valmistajien ja -myyjien edustajat. Ohjausryhmä kokoontui tutkimushankkeen aikana yhteensä kahdeksan (8) kertaa.

2 Käyttäjien käyttökokemukset

2.1 Tausta

2.1.1 Tavoitteet

Työpaikoille järjestetyn haastattelun tavoitteena oli kartoittaa hengityksensuojainten käyttöä yleensä sekä erityisesti talvella organisaatioissa ja selvittää kylmän aiheuttamia haasteita hengityksensuojainten käyttöön. Haastatteluiden tavoitteena oli myös tavoittaa työterveyshuolto ja selvittää sen näkemykset hengityksensuojaimien kylmässä käyttöön ja terveyteen liittyvistä havainnoista.

Työntekijöille kohdennetun kyselyn tavoitteena oli kerätä hengityksensuojaimia käyttävien työntekijöiden näkemyksiä suojainten käytöstä kylmässä. Kysymykset liittyivät kylmäkokemukseen yleensä ja erityisesti hengityksensuojainta käytettäessä, sekä niiden käytöstä mahdollisesti johtuviin käyttöongelmiin tai terveysoireisiin kylmässä tehdyssä työssä.

2.2 Menetelmät

2.2.1 Haastattelut työpaikoilla

Haastattelut tehtiin kaikissa kolmessa yhteistyöyhtiössä 1.3., 31.3. ja 27.4. vuonna 2021. Haastattelut toteutettiin Teams-verkon välityksellä ryhmähaastatteluna ja ne etenivät ennakolta lähetetyn kaavakkeen mukaisesti (Liite 1). Niihin osallistui 6–9 henkilö kustakin yrityksestä yhteensä 22 henkilöä, jotka edustivat yritysten työsuojeluhenkilöstä, kunnossapitoa, työterveyshuoltoa (1 yritys) ja tuotannon työntekijöitä.

Yhteistyöyhtiöissä työskentelee 550–2500 henkilöä per organisaatio sekä lisäksi organisaatioissa toimii alihankkijoiden työntekijöitä 300–1900.

2.2.2 Kyselytutkimus

Kysely yhteistyöyhtiöissä toteutettiin sähköisenä Webropol-kyselynä sekä työpaikoille toimitettuina paperilomakkeina vuonna 2021. Kyselyn sähköinen linkki toimitettiin yritysten yhteyshenkilöille, jotka jakoivat linkkiä niille osastoille, joissa työntekijät käyttävät hengityksensuojaimia. Kyselylomake oli liitteenä (Liite 2). Kyselyn linkki oli

avoinna noin kuukauden ajan. Kyselyyn vastattiin anonyymisti. Tuloksia käsiteltiin SPSS-ohjelmistolla ja Excelissä.

2.3 Tulokset

2.3.1 Haastattelut työpaikoilla

Hengityksensuojainten käyttäjien määrän organisaatioissa arvioitiin olevan satoja-tuhat henkilöä. Yleisimpiä käytössä olevia suojaimia olivat: 3M Versaflo TR315E ja M-300-sarja, Shigematsu puoli- ja kokonaamarit puhallinyksiköllä, GVS Elipse P3, 3M 6500QL sekä FFP2- ja FFP3-luokan suojaimet. Työpaikoilla esiintyviä altisteita ovat mm. asbesti-, kivi-, metalli- ja kalkkipöly, polyaromaattiset hiilivedyt, haihtuvat orgaaniset yhdisteet sekä dieselpakokaasut.

Organisaatioissa hengityksensuojaimia käytetään vaihtelevissa olosuhteissa, sekä kuumassa että kylmässä. Kylmän rajana puhallinsuojainten käytölle pidetään +5 – -5 °C, joka perustuu käyttäjien tuntemukseen. Fyysisissä tehtävissä käytetään mieluummin puhallinsuojainta, koska se ei kuormita yhtä paljon kuin puhaltimet. Pitkäkestoisessa hengityksensuojaimen käytössä (yli 2 tuntia päivässä päivittäisessä käytössä) suositellaan käytettävän puhallinsuojainta. Suosituksesta kuitenkin poiketaan kylmässä, koska kasvojen jäähtymisen takia valitaan mieluummin puhaltimet puolinaamari, kuin puhallinsuojain. On yksilöllistä, kuinka kauan suojainta pystyy pitämään yhtäjaksoisesti kylmässä. Puhallinsuojaimiin kehitetyt lämmittimet kiinnostavat työpaikoilla.

Kylmässä hengityksensuojainta käytettäessä on ilmennyt kasvojen jäähtymisen lisäksi muita ongelmia. Puolinaamareihin kertyvän kosteuden takia työssä joutuu pitämään ylimääräisiä taukoja talvella. Kondensoitunutta vettä joutuu välillä kaatamaan suojaimesta pois. Haastateltavien mukaan kovilla pakkasilla suodattimet ovat voineet jäätää kostean hengitysilman tiivistyessä ja jäättyessä suodattimeen. Myös venttiilien läppien todettiin jäätyvän, kun niihin pääsee kosteutta. Jäätymisongelmat liitettiin myös tilanteisiin, joissa työskennellään pitkään kovassa pakkasessa ulkona, ja jossa työ on raskasta (hengästyminen, kosteuden kertyminen). Suojainten reunojen kumiosat kylmenevät ja kovettuvat pakkasessa, ja tuntuvat epämiellyttävältä ihoa vasten. Uusimmat nykyaikaiset suojainmateriaalit (silikoni) on kuitenkin koettu yleisesti aika pehmeiksi. Toisaalta uusimmatkin suojaimet koetaan silti epämiellyttäväksi silloin, kun ne puetaan päälle kylmässä, valmiiksi kylmiin kasvoihin.

Tuuli ja ilmankosteus vaikuttavat suojaimen valintaan merkittävästi: visiireillä ja kypäriellä varustettuja puhallinsuojaimia ei valita mielellään kosteaan ympäristöön huurtumisen vuoksi. Vaihtoehtoina työssä eri olosuhteissa voivat olla koko- tai puolinaamarit. Kokonaamarit ja puhallinsuojaimet, joissa on kypäret, suojaavat myös silmät työn pölyiltä. Hengityksensuojaimia käytetään talvella organisaatioiden sisällä hyvin vaihtelevissa olosuhteissa (esim. kylmät ja lämpimät ulko- ja sisätilat, paljon portaita) ja varsinkin työtilasta toiseen siirtyessä ilmenee huurtumisongelmia. Puolinaamareita käytettäessä suoja- ja silmälasit huurtuvat. Silmälasit huurtuvat myös, kun niitä käytetään visiirin alla. Huurtumisenestoaineita on kokeiltu, mutta niistä saatu hyöty on ollut vain lyhytaikainen, eikä ole poistanut ongelmaa.

Yleisesti kohdeorganisaatioiden mielestä vaikuttaa siltä, että hengityksensuojain toimii pakkasellakin, kun sitä käyttää oikein, käyttöohjeen mukaan, ja muistaa tauottaa työtä. On kuitenkin ollut joitakin epäilyksiä, että hengityksensuojaimen teho heikkenisi kylmän vuoksi mm. kasvo-osan kumiosien kovettumisen sekä letkujen kovettumisen ja murtumisen vuoksi. Letku voi myös taittua liikkuesssa niin, että puhallus loppuu. Yrityksissä tunnistetaan, että huomiota tulee kiinnittää siihen, että suojaimeen on oikean kokoinen ja sopii käyttäjän kasvoille. Naisille voi olla vaikeampi löytää sopivaa suojaainta. Miehillä parta vaikeuttaa kasvoille tiivistyvien suojaainten käyttöä.

Pään alueen suojaainten yhteensopivuudessa (hengityksensuojaus, kuulonsuojaus, päänsuojaus, silmien suojaus, suojavaatetus) on koettu olevan ongelmia: joudutaan tekemään liian monta kompromissia ja toimivaa kokonaisratkaisua on hankala löytää. Puherasia hengityksensuojaimessa (esim. Shigematsu) on yhdessä kohdeyrityksessä ratkaissut kommunikointiongelmia ja todettu hyväksi käyttää.

Alushuput ovat olleet käytössä yhdessä organisaatioista kasvojen liiallisen jäähtymisen ehkäisemiseksi. Alushuppujen kanssa käytetään useimmiten korvatulppia tai yksilöllisiä muotoon valettuja kuulonsuojaimia. Jos käytetään kuppikuulosuojaimia, alushuppu puetaan niiden alle. Tällöin ongelmana on kuitenkin kuulonsuojauksen heikentyminen: kuppikuulosuojaimet eivät tiivistä riittävästi korville, kun alushuppu on välissä.

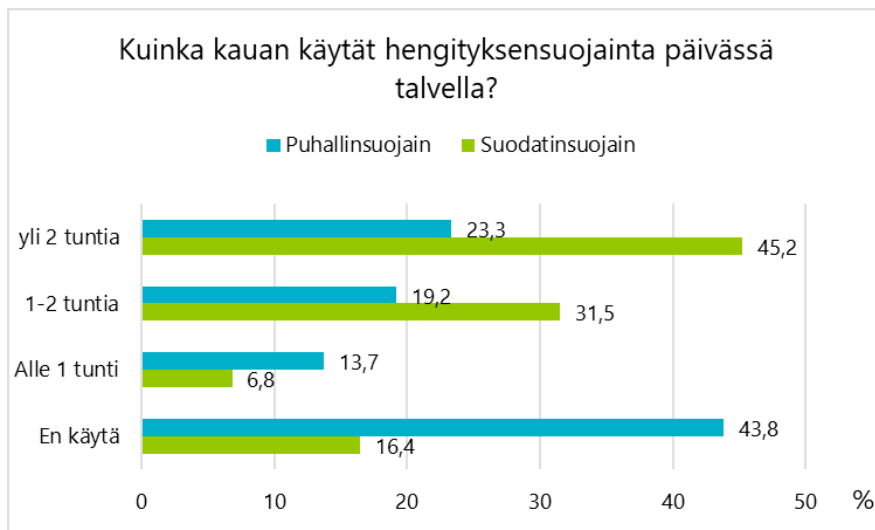
Haastatteluissa ilmenneet näkemykset hengityksensuojainten käyttöön liittyvistä terveysoireista käsitellään osiossa 7.3.2.

2.3.2 Kyselytutkimus

Kyselyyn vastasi yhteensä 73 henkilöä tutkimuksen kolmesta yhteistyöyrityksestä. Vastauksista 18 oli organisaatioiden alihankkijayrityksiltä. Vastaajamäärä vaihteli hieman kysymyksittäin. Alla on esitetty nostoja kyselyn tuloksista. Frekvenssijakaumat

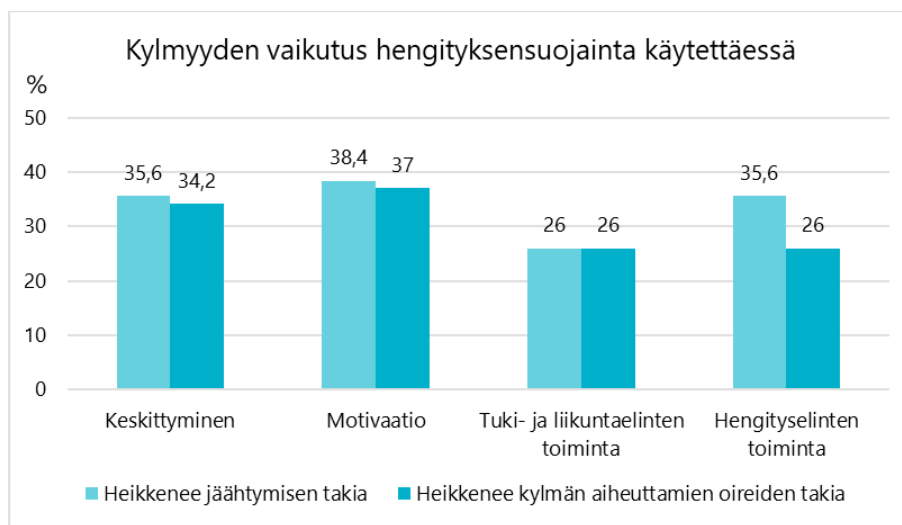
kaikista kyselyn kysymyksistä on esitetty liitteessä 3. Terveysoireet kyselyn mukaan on käsitelty tarkemmin osiossa 7.

Hengityksensuojainta käytti talvella päivittäin yli puolet (55 %) kyselyyn vastanneista. Suodattavien suojainten (puhalltimettomien puolinaamarien) käyttö oli talvella yleisempää kuin puhallinsuojainten: Vastaajista 84 % käytti puhallimetonta suodatinsuojainta ja 56 % puhallinsuojainta talvella päivittäin (Kuva 2). Puolinaamareita käytettiin myös ajallisesti pidempään. Vastaajista 77 % käytti puolinaamaria ja 43 % puhallinsuojainta yli tunnin päivässä talvella. Kyselyvastaajista 44 % ei käyttänyt puhallinsuojainta ollenkaan talvella.



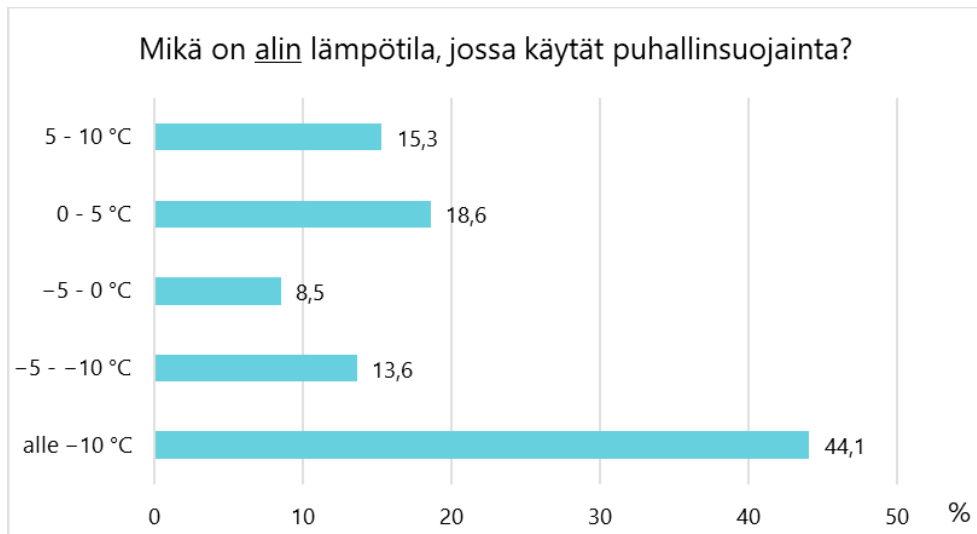
Kuva 2: Puhallinsuojainten ja suodatinsuojainten (puolinaamareiden) käyttö talvella (n=73).

Kyselyyn vastanneista 62 % koki kylmyyden heikentävän hengityselinten toimintaa joko jäähtymisen tai kylmän aiheuttamien oireiden takia hengityksensuojainta käytettäessä (Kuva 3). Hengityksensuojainta käytettäessä koettiin myös keskittyminen (70 %), motivaatio (75 %) ja tuki- ja liikuntaelinten toiminta (52 %) heikentyneeksi joko jäähtymisen tai kylmän aiheuttamien oireiden takia.



Kuva 3: Kylmässä jäähtymisen ja kylmän aiheuttamien oireiden vaikutus keskittymiseen, motivaatioon, tuki- ja liikuntaelinten sekä hengityselinten toimintaan hengityksensuojainta käytettäessä (n=73).

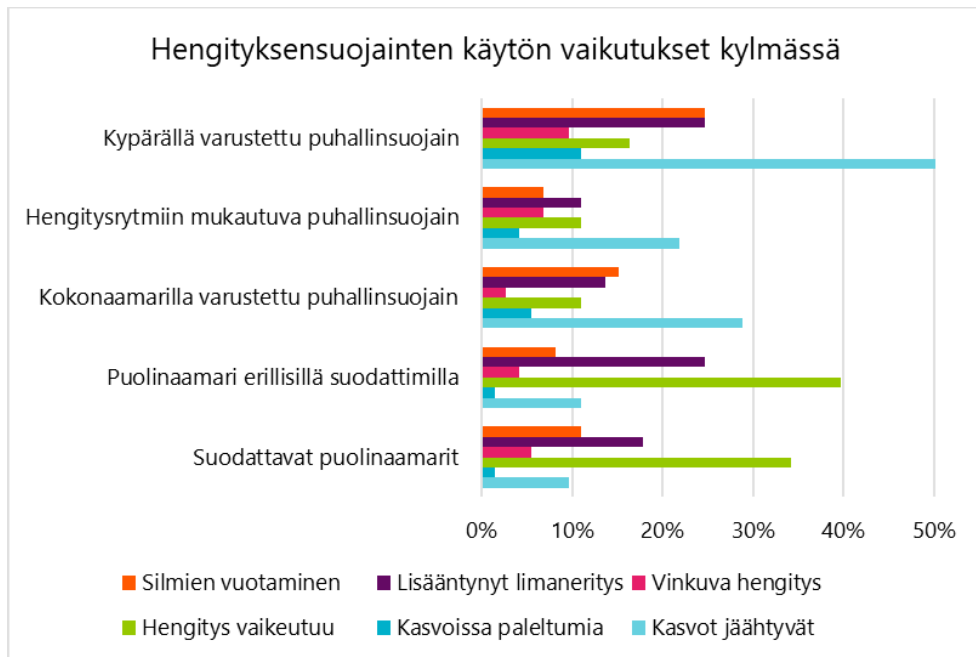
Puhallinsuojainten käytön raportoitiin useimmiten alkavan tuntua epämiellyttävältä ulkoilman lämpötilan ollessa -5 ja +5 °C välillä (55 % kysymykseen vastanneista, n=64). Vastaajista yli puolet (58 %) kuitenkin raportoi käyttävänsä puhallinsuojainta alle -5 °C lämpötilassa, ja 44 % vastaajista käytti puhallinsuojainta ulkoilman ollessa kylmempää kuin -10 °C (n=59, Kuva 4). Kysymyksessä ei otettu huomioon sitä, kuinka kauan suojainta kylmässä käytettiin.



Kuva 4: Kyselyvastaajien kokemus alimmasta ympäristön lämpötilasta puhallinsuojainten käytölle (n=59).

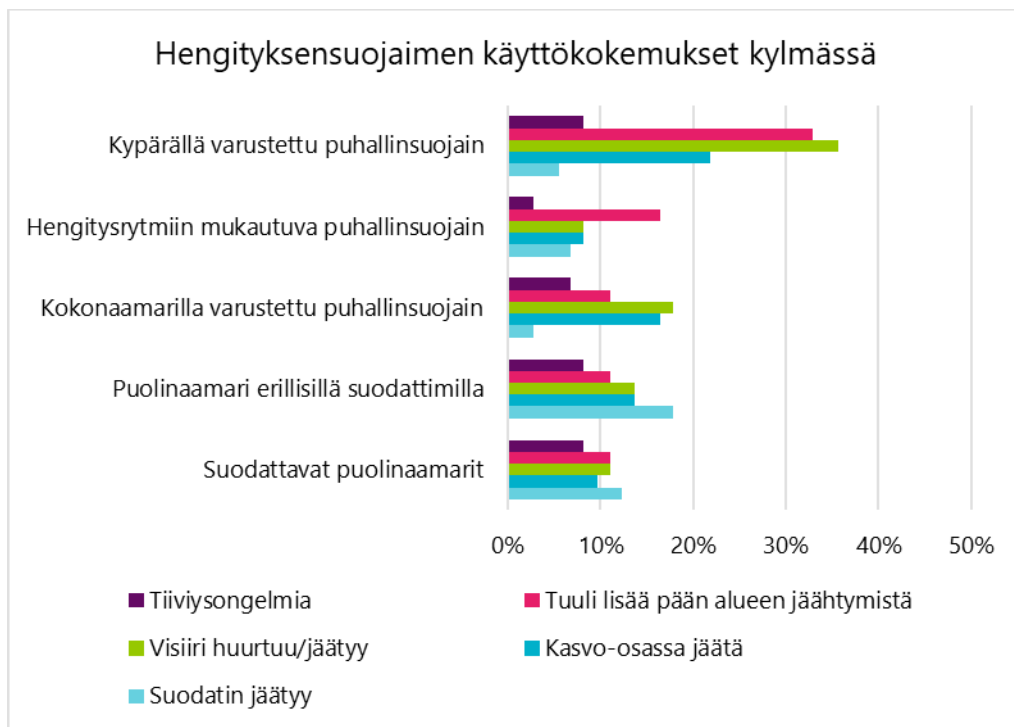
Kyselyssä kysimme hengityksensuojainten käytöstä aiheutuvia terveysvaikutuksia sekä käytön ongelmia suojaintyypeittäin. Vastausten perusteella eniten käytetyt suojaimet kohdeorganisaatioissa olivat suodattavat puolinaamarit, puolinaamarit erillisillä suodattimilla, hengitysrytmiin mukautuvat puhallinsuojaimet sekä kokonaamarilla tai kypärällä varustetut puhallinsuojaimet.

Puhallinsuojainten käytön kylmässä raportoitiin aiheuttavan kasvojen jäähtymistä (Kuva 5). Kypärällä varustetulla puhallinsuojaimen käytön koettiin aiheuttavan jonkin verran myös silmien vuotamista ja lisääntyneitä limaneritystä. Puhaltimetttömiä puolinaamarien käyttö taas liitettiin erityisesti vaikeutuneeseen hengitykseen sekä ja lisääntyneeseen limaneritykseen. Tarkempi selvitys kylmässä hengityksensuojainten käytöstä aiheutuvista oireista on esitetty kappaleessa 7.3.3.



Kuva 5: Hengityksensuojainten käytön vaikutuksia kylmässä suojaintyypeittäin (prosenttiluku on vastausten osuus kaikista kyselyvastauksista).

Puhallinsuojaimista kypärällä varustettujen suojainten kanssa raportoitiin eniten käyttöön liittyviä ongelmia. Kypärällä varustettujen puhallinsuojainten kanssa koettiin visiirin jääymistä ja huurtumista (36 % vastaajista). Lisäksi kyseisiä suojaimia käytettäessä 33 % vastaajista koki tuulen lisäävän pään alueen jäähtymistä ja 22 % ilmoitti, että kasvo-osaan on muodostunut jäätä (Kuva 6). Kokonaamarilla varustetun puhallinsuojainten käyttöön liittyen 18 % raportoi visiirin huurtumista tai jääymistä ja 16 % kasvo-osassa olleen jäätä. Hengitysrytmiin mukautuvaa puhallinsuojainta käytettäessä 16 % koki, että tuuli lisää pään alueen jäähtymistä. Puhaltimettomilla puolinaamareilla ongelmia raportoitiin melko vähän. Suodattimien jääymistä ilmoitti suodattavilla puolinaamareilla 12 % vastaajista ja puolinaamarilla, jossa erilliset suodattimet, 18 % vastaajista.



Kuva 6: Hengityksensuojainten käyttöön liittyviä ongelmia kylmässä suojaintyypeittäin (prosenttiluku on vastausten osuus kaikista kyselyvastauksista).

Valtaosa vastaajista (68 %) koki yhteensopivuusongelmia hengityksensuojaimen ja muiden suojainten kanssa (n=72). Ongelmia oli erityisesti suojalasien (53 %), kuulonsuojainten (27 %) ja suojakypärän (23 %) kanssa (Kuva 7). Muita suojaimia, joiden kanssa yhteensopivuusongelmia koettiin olevan, olivat suojavaate/-haalari, hitsausmaski ja putoamissuojaimet. Avoimissa vastauksissa raportoitiin useasti, että puolinaamarin ja suojalasien käyttö samanaikaisesti on ongelmallista, koska lasit huurtuvat ja eivät myöskään istu kunnolla päälle.



Kuva 7: Hengityksensuojainten kanssa koetut yhteensopivuusongelmat muiden suojaimeen kanssa (n=73).

Frekvenssijakaumat kaikista kyselyn kysymyksistä on esitetty liitteessä 3.

2.4 Tulosten tarkastelu

Haastatteluiden ja kyselyn perusteella puhallinsuojainten käyttö talvella alkaa tuntua epämiellyttävältä, kun ulkoilman lämpötila on +5 ja -5 °C välillä. Kyselyyn vastanneista suuri osa käytti puhallinsuojainta kuitenkin vielä kylmemmässä ympäristön lämpötilassa kuin -10 °C, joka puolestaan on useimmiten suojaimeen valmistajien ilmoittaman suojaimeen käyttölämpötilan alaraja. Puhallinsuojainten käyttö talvella aiheutti haastateltujen ja kyselyyn vastanneiden mukaan etenkin kasvojen ja pään alueen jäähtymistä. Tämän vuoksi puhallinsuojaimen sijasta talvella saatetaan käyttää puhaltimetonta puolinaamaria.

Myös puolinaamarien käyttöön kylmässä liitettiin ongelmia. Puolinaamareita käytettäessä kylmässä silmä- ja suojalasit huurtuvat. Puolinaamarin läpi hengitettäessä hengitysvastus kasvaa, ja aiheuttaa työntekijälle lisäkuormaa. Kylmässä kostea hengitysilma myös tiivistyy suojaimeen, aiheuttaen epämukavuutta, ja tarpeen tyhjentää suojaimeen kondensoituneesta vedestä. Kymmenkunta kyselyyn vastannutta ilmoitti myös suodattimien jäähtymisestä puolinaamareita käytettäessä.

Usean eri pään alueen suojaimen yhteensopivuus keskenään on yleinen ja tiedostettu ongelma. Yli puolet kyselyn vastaajista ilmoitti, että suojalasiensa kanssa koetaan eniten yhteensopivuusongelmia. Avovastauksista kävi ilmi, että suojalasiensa käyttö yhtä aikaa hengityksensuojainten käytön kanssa oli vaikeaa suojalasiensa huurtumisen vuoksi.

2.5 Johtopäätökset

Aineiston perusteella hengityksensuojaimia on tarve käyttää myös kylmemmissä ympäristön olosuhteissa, kuin valmistajien ilmoittama alaraja $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sekä puhallinsuojaimilla että puolinaamareilla koetaan kylmässä käytön ongelmia. Puhallinsuojainten kylmässä käytössä ongelmat keskittyvät kasvojen ja pään alueen jäähtymiseen, suodattavilla puolinaamareilla suojalasiensa huurtumiseen ja hengitysvastuksen kasvamisesta aiheutuvaan hengitysvaikeuteen. Hengityksensuojainten käytön kanssa koetaan myös paljon yhteensopivuusongelmia muiden suojainten kanssa.

Suodatinsuojaimien venttiilien ja suodattimien jäätyminen on kylmässä työskennellessä mahdollista. Kyselyn perusteella kaikki suojainten käyttäjät eivät kohtaa tätä ongelmaa. Ongelma on hyvin merkittävä niille, joilla sitä tapahtuu, sillä kiinni jäänyt suojain ei suojaa. Terveystieteellinen riski on erityisen suuri, jos suojanaamarin uloshengitysenttiili jäätyy auki. Suojainten jäätyminen riskistä on tiedotettava kylmässä suojaimia käyttäviä ja varasuojain tai -suojaimeita on otettava mukaan työkohteisiin. Suojanaamarin mallilla voi olla merkitystä jäätymiseen.

Kaikki yhtä aikaa käytettävät suojaimet tulisi sovittaa työntekijöille perehdytyksen yhteydessä ja varmistaa, että suojaimet istuvat päällä siten, että ne voivat olla tehokkaita, eivätkä ne estä kommunikaatiota ja näkemistä tai aiheuta kipua. Perehdytyksen jälkeen suojainten sopivuus tulee varmistaa ajoittain. Muutoksen voi aiheuttaa esimerkiksi ikänäköä korjaavien silmä- tai suojalasiensa käyttöönotto. Puolinaamarin käyttö voi haitata tällöin näkemistä, jos puolinaamari nostaa laseja kasvoille. Suojainten toimivuudesta työoloissa työpaikat voivat järjestää kyselyjä ja keskustelutilaisuuksia. Suojalasiensa huurtuminen kylmässä erityisesti puolinaamarien vuoksi voi johtua suojanaamarin yläreunan huonosta tiivistymisestä kasvoille. Suojanaamarimallin uloshengitysenttiilin puhallussuunta alas ja sivuille, ei ylös, kannattaa varmistaa.

3 Suojanaamarien kasvoille tiivistyminen ja tuulen vaikutus puhallinsuojainten tehokkuuteen

3.1 Tausta

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää suojanaamareiden venttiilien ja suodattimien jäätyminen syitä. Tämä vuoksi vapaaehtoisille kolmen työpaikan työntekijöille tehtiin suojanaamareiden tiivistestit, joiden yhteydessä työntekijöiltä kysyttiin, onko heille koskaan sattunut suojanaamarin jäätymistä. Suunnitelmana oli yhdistää tiivistestien tulos ja haastateltuna saatu tieto suojainten jäätymisestä.

Kun tiivistestit päätettiin tehdä yllä olevasta syystä, oli samalla mahdollista saada arvokas tieto, kuinka suojainten suojaavuus muuttuu, kun puhallinsuojain vaihdetaan kylmän vuoksi suojanaamariin. Tiivistestauksen tarkoitus on varmistaa, että hengityksensuojain istuu henkilökohtaisesti kunkin suojaimen käyttäjän kasvoilla tiiviisti. Tällöin suojainta käytettäessä hengitettävä ilma on hengityksensuojaimen suodattimien suodattamaa. Testin tulos tuottaa tiedon, osaako käyttäjä pukea suojaimen kasvoille oikealla tavalla ja sopiiko se käyttäjän kasvojen muodolle. Tiivistesti ei pysty varmistamaan, puukeeko käyttäjä suojaimen kasvoilleen joka kerran oikealla tavalla.

Kansainvälisesti suojanaamarien kasvoille tiivistymisen ongelmat on tunnistettu jo kauan: kun naamari ei tiivisty kasvoille, hengityselimiin tuleva ilma ei kulje suojaimen suodattimien kautta vaan hengitetään ilmaa, jonka puhdistukseen suojain on tarkoitettu. Tiivistymisongelma on yleinen ja sitä saattaa olla vaikea ratkaista siinä tapauksessa, että suojanaamarin käyttäjällä on parta, josta hän ei halua luopua. Käyttäjä ei välttämättä huomaa, että naamari ei tiivisty kasvoille (Coffey ym. 1998a, 1998b, 1999, Hyatt 1963, Knobloch 2022, OSHA video). Jotta puolinaamari suojaisi oletetusti, tiivistestaus on välttämätöntä (Duling ym. 2007). Yhdysvaltojen työterveys- ja turvallisuushallinto on asettanut standardivaatimuksen hengityksensuojainten käyttäjien tiivistestauksesta hengityksensuojausohjelman osana, kun hengityksensuojaimia on käytettävä työpaikoilla (OSHA 1910.134). Health and Safety Executive, HSE, on havainnut mm., että suojanaamarin omalla hengityksellä tehty suojanaamarin sopivuuden tarkastus ei riitä varmistamaan suojaimen suojanaamarin kasvoille tiivistymistä samalla tavoin kuin tiivistesti (Frost ym. 2015). Zhuang ym. (2003) osoittivat, että suojainten henkilökohtaiset tiiviyskertoimet ja hengityksensuojainten työpaikkasuojauskertoimet korreloivat, joten näin ollessa tiivistestauksen tuloksilla voisi olla suuri merkitys oikein käytetyn suojaimen suojaavuudessa.

Ulkoilman tuuli on usein enemmän kuin ilmavirta, missä puhaltimilla ja kypärillä tai muilla avoimilla kasvo-osilla varustettujen suodatusuojainten edellytetään toimivan. Hengityksensuojaimet mukaan mainituille puhallinsuojaimille tehdään EU-tyyppitarkastus ennen markkinoille asettamista, jotta suojaimet täyttäisivät henkilönsuojainasetuksen EU 425/2016 mukaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Ennen tyyppitarkastusta nämä suojaimet testautetaan akkreditoidussa laboratoriossa standardin EN 12941 (CEN, 1998) mukaisesti. Kypärillä tai muilla avoimilla kasvo-osilla varustetuille puhallinsuojaimille tehdään mm. kokonaistiivistesti, jossa suojaimeen kohdistetaan 2 m/s ilmavirtaus edestä, takaa ja sivulta, kultakin vuorollaan ja myös käyttämättä ilmavirtausta. Kokonaistiivistestissä koehenkilö kävelee suola-aerosolikammiossa juoksumatolla ja tekee samalla liikesarjaa päällään ja myös puhuu. Suojaimen sisäpuolta ja ulkopuolelta otetaan standardin mukaisia ilmanäytteitä. Suola-aerosolien suojaimen sisäänvuodon enimmäismäärä TH3-luokan suojaimille on 0,2 %. Standardinmukaisen vuototestin ristiriitana suojaimen käyttöolosuhteisiin on, että ulkona työskennellessä tuuli voi ylittää nopeuden 2 m/s usein. Työpaikoilla voi olla myös sisätiloissa koneiden aiheuttamia ilmavirtauksia.

3.2 Tavoitteet

1. Tässä tutkimuksen osassa pohdittiin lähtökohtana, että suojanaamarin huono tiivistyminen kasvoille voisi vaikuttaa suojaimen suodattimien tai venttiilien jäätymiseen. Huonosti tiivistyvän naamarin alle saattaisi vuotaa kylmää ilmaa ilman epäpuhtauksien lisäksi.
2. Tiiviyksiä tutkittaessa saatiin tietoa, kuinka hyvin työntekijöiden suojanaamarit suojaavat, kun puhallinsuojain on kylmyyden vuoksi vaihdettava suojanaamarin, käytännössä yleensä puolinaamarin, käyttöön.
3. Tuuli ja muut ilmavirrat voivat vaikuttaa suojaimen tehokkuuteen, kun suojaimen kasvo-osa ei ole tarkoitettu tiivistymään kasvoille eli on nk. avoin kasvo-osa, esimerkiksi näkölevyllä eli visiirillä varustettu kypärä. Tutkimuksessa selvitettiin, mikä on tuulen tai muun ilmavirran nopeus, joka vaikuttaa moderneihin avoimilla kasvo-osilla varustettuihin hengityksensuojaimiin.

3.3 Menetelmät

3.3.1 Suojanaamareiden henkilökohtaisten tiiviystestien kuvaus

Tiiviystestit tehtiin työpaikoilla TSI PortaCount 8048-laitteella (Shoreview, Minnesota, USA), joka on suojanaamareiden tiiviystestauksiin tarkoitettu kondensoiva hiukkaslaskin. Laite mittaa hiukkasten määrää ilmasta testattavan henkilön hengitysvyöhykkeeltä suojaimen ulkopuolelta sekä suojaimen sisäpuolelta. Hiukkaspitoisuuksien suhde määrittää aina kunkin testivaiheen tiivyskertoimen. Tarvittaessa testissä käytetään suola-aerosolisumutinta, jotta ilmassa on riittävästi mitattavia hiukkasia.

Testaus tehdään käyttämällä Health and Safety laboratory, HSE INDG 479-testausprotokollaa. Siinä testivaiheita on seitsemän kestoltaan n. 80 sekuntia/liike:

1. normaali hengitys,
2. syvä hengitys,
3. pään kääntö ja katsominen sivulta sivulle,
4. pään ja katseen kääntö ylös ja alas,
5. kuuluva puhuminen,
6. vartalon taivutus ja
7. normaali hengitys.

Testin tulos on kokonaistiivyskerroin eli harmonisoitu keskiarvo kaikkien vaiheiden tuloksista. Jotta kunkin työntekijän suojaimen todettaisiin istuvan kasvoilla tiiviisti, suojaintyyppien tulee saavuttaa testissä seuraavat kokonaistiivyskertoimet:

- FFP3-suojaimet ja puolinaamarit P3-suodattimella 100
- Kokonaamari, myös puhallinsuojaimessa käytetty 1000

Tiiviystestejä tehtäessä oletetaan, että tässä vaiheessa kukin suojaimen käyttäjä osaa pukea suojaimensa oikein itse. Koulutus tulee järjestää erillään tiiviystestauksesta. Tiiviystestit tulee yleensä tehdä parrattomille henkilöille, mutta tutkimuksessa haluttiin osoittaa suojainten kasvoille tiivistymisen koko ongelma. Vapaaehtoisia työntekijöitä pyydettiin tiiviystesteihin mukanaan kaikki päänalueen suojaimensa. Tiiviystesteihin osallistui 28 työntekijää.

3.3.2 Haastattelu tiivistestauksen yhteydessä

Työpaikoilta pyydettiin vapaaehtoisia koehenkilöitä tiivistestehin. Heitä oli yhteensä 28 iältään $40,9 \pm 11,4$ vuotta, pituudeltaan $179,4 \pm 7,6$ cm ja painoltaan $88,3 \pm 13,1$ kg. Tiivistestien yhteydessä työntekijöiltä tiedusteltiin, onko heillä ollut ongelmia suojainten jääymisestä. Tämä lyhyt haastattelutieto yhdistettiin suojainten tiivistestien tuloksiin, jotta saatiin tietoa, onko suojainten kasvoille tiivistymisellä ja jääymisellä yhteyttä toisiinsa.

3.3.3 Tuulen vaikutuksen mittaaminen avoimella kasvo-osalla varustettujen puhallinsuojainten suojauskykyyn

Avoimella kasvo-osalla varustettujen puhallinsuojainten suojauskykyä mitattiin tuulitunnelissa kahdella eri tuulen nopeudella, kolmella koehenkilöllä ja kahdella puhallinsuojaimella (3M™Versaflo™ M-306 ja TR-600 ja Sundström SR500 ja SR580), joissa oli avoin kasvo-osa. Mittauksissa käytetyt tuulennopeudet olivat 5 m/s ja 7 m/s. Lämpötila oli normaali sisäilmälämpötila.

Mittaukset tehtiin TSI:n PortaCount-laitteella tekemällä reikä suojaimen näkölevyyn ja liittämällä siihen näytteenotinkappale noin suu-nenäalueen kohdalle. Puhaltimien moottorin asetus oli suurimmalla nopeudella.

PortaCount mittasi suojauskertoimen jokaisessa testausprotokollan osatestissä. Näistä tuloksista laite laski kokonaissuojauskertoimen eli osatestien harmonisen keskiarvon. Standardin EN 12941 mukainen enimmäisvaatimus kokonaissisäänvuodolle on 0,2 %. Vaikka testimme erosi standarditestistä, omaksuimme standardista tarkastelumme kokonaissuojauskertoimen 500, joka on 0,2 %:n käänteisluku. Sisäänvuoto on suojauskertoimen käänteisluku yleensä prosentteina ilmoitettuna. Koska mittauksissa käytetyt kasvo-osat eivät ole kasvoille tiivistyviä, ei niiden suojauskerrointen mittauksia voi kutsua tiivistesteiksi, vaikka mittausmenetelmämme oli pitkälti samanlainen.

Testissä suojaimen suojaavuutta testattiin edestä, sivulta sekä takaa suuntautuvan tuulen aikana. Jokaisessa tuulen suunnassa toistettiin neljä testivaihetta, joka sisälsi pään- ja vartalon liikkeitä sekä kävelyä, joka toteutettiin metronomin tahtiin. Testin kokonaiskesto oli noin 25 minuuttia ja yksi testivaihe kesti noin 2 min.

Testiprotokolla oli seuraava:

1. tuuli edestä, pää sivulta sivulle
2. tuuli edestä, pää ylös ja alas
3. tuuli edestä, kumarrus
4. tuuli edestä, kävely
5. tuuli sivulta, pää sivulta sivulle
6. tuuli sivulta, pää ylös ja alas
7. tuuli sivulta, kumarrus
8. tuuli sivulta, kävely
9. tuuli takaa, pää sivulta sivulle
10. tuuli takaa, pää ylös ja alas
11. tuuli takaa, kumarrus
12. tuuli takaa, kävely

Mittauksissa käytettiin testiaineena natriumkloridiaerosolia, jota tuotettiin tuulitunneliin TSI 8026 -hiukkasgeneraattorilla sekä ilmankostuttimella (Boneco Ultrasonic U7146), jotka olivat sijoitettuna testihenkilöön nähden ylätuuleen noin 70 cm korkeuteen. Ennen testien aloittamista tarkastettiin, että tuulitunnelin hiukkaspitoisuus oli vähintään 2000.

3.4 Tulokset

3.4.1 Suojanaamareiden henkilökohtaisten tiiviystestien tulokset

Työpaikoilla käytettiin yleensä kypärällä varustettuja puhallinsuojaimia, mutta kun puhallinsuojaimia ei voinut käyttää esimerkiksi kylmän vuoksi, käytettiin yleensä puolinaamareita. 28 henkilöstä 12 läpäisi testin hyväksytysti omalla suojaimellaan. Kahdella suojain vaihdettiin toiseen kokoon ja yhdellä uuteen samanlaiseen suojaimen ja nämä kolme tiiviystestiä tehtiin uudelleen (Taulukko 1). Työntekijä, jolta suojain vaihdettiin uuteen, ei ollut itse havainnut suojaimensa toimineen heikosti. Yksi työntekijä, jonka testitulokset olivat hylätyt, ei ollut koskaan käyttänyt puolinaamariaan ja häntä kehoitettiin olemaan sitä käyttämättä. Osalla työntekijöistä oli suojanaamarin

reunavuotoa jo ennen testin alkua niin runsaasti, ettei testiä kannattanut aloittaa. Näiden tapausten kokonaistiiviyserroin on merkitty ”-” taulukossa 1.

Kokeneen testaajamme näkökulmasta puutteet suojaimen kasvoille tiivistymisestä todennäköisesti johtuivat siitä, että suojaimen malli tai koko ei sopinut heidän kasvoilleen, mutta osalla oli myös partaa. Suojainten käyttöohjeiden mukaan suojaimen tiivistymisreunan ja suojaimen väliin jäävä karvoitus heikentää suojainten tehokkuutta. Parran aiheuttaman tiiviysongelman vuoksi suojaimen oikean mallin ja koon sopivuudesta ei myöskään siten saatu varmuutta.

Tiivistestien tekijä kiinnitti huomion myös siihen, että monen työntekijän suojaimen ja kommunikaatiolaitteen yhdistäminen on hankalaa. Puolinaamaria harvoin pystyi pukemaan alimmaiseksi suojaimeksi, kuten se tulisi pukea, jotta naamarin nauhasto asettuisi kasvoille oikein. Suojaimina tarvitaan kypärää, kuulonsuojaimia, hengityksensuojainta ja silmiensuojaimia. Myös päähine tarvitaan kylmässä.

Yksi työntekijöistä tiedosti, että suojain vuotaa, mutta käytti sitä silti, koska kasvoille sopivampi suojain ei mahtunut taskuun.

Taulukko 1: Tiivistestien tulokset. Henkilöiden nimet on poistettu listasta. "-" merkitys: reunavuotoa oli niin runsaasti, että testiä ei voitu tehdä.

SUOJAINMALLI, KOKO	KOKONAISTIIVIYSKERROIN	TESTI HYVÄKSYTTY/ HYLÄTTY
GVS ELLIPSE, M/L	-	Hylätty
GVS ELLIPSE, M/L	21	Hylätty
SUNDSTRÖM SR900, M	3268	Hyväksytty
SUNDSTRÖM SR900, L	1602	Hyväksytty
SUNDSTRÖM SR900, M	1492	Hyväksytty
3M 6500, M	66	Hylätty
GVS ELLIPSE, M/L	257	Hyväksytty
SUNDSTRÖM SR900, M	93	Hylätty
GVS ELLIPSE, M/L	-	Hylätty
GVS ELLIPSE, M/L	-	Hylätty
GVS ELLIPSE, M/L	-	Hylätty
3M 6500, L	412	Hyväksytty
3M 6500, M	44	Hylätty
3M 6500, L	178	Hyväksytty
3M 6500, M	-	Hylätty
3M 6500, S	199	Hyväksytty
Koko vaihdettu		
3M 6500, L	7678	Hyväksytty
3M 6500, L	-	Hylätty
3M 6500, M	219	Hyväksytty
Koko vaihdettu		
3M 6500, L	-	Hylätty
3M 6500, L	476	Hyväksytty
3M 6500, M	164	Hyväksytty
Shigematsu Sync.01, M	10932	Hyväksytty
Suojain vaihdettu uuteen		
Shigematsu Sync.01, L	4763	Hyväksytty
Shigematsu Sync.01, M	-	Hylätty
Moldex 5430, yksi koko	365	Hyväksytty
Moldex 5430, yksi koko	447	Hyväksytty
Moldex 5430, yksi koko	-	Hylätty

3.4.2 Haastattelutulokset suojainten jäätymisestä

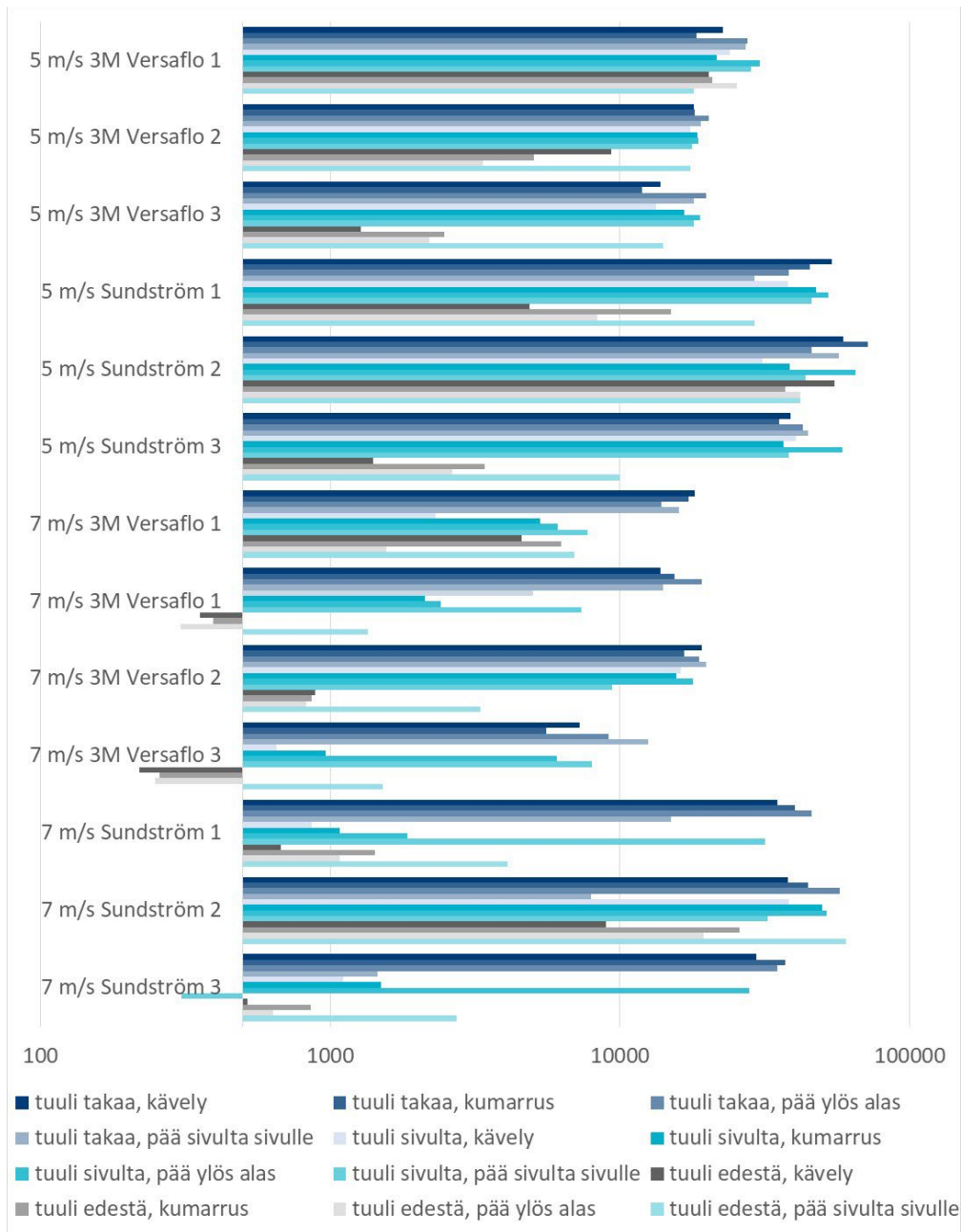
Tiivistesteissä oli yhteensä 16 työntekijää, joiden tiivistestitulosta ei hyväksytty. Lukuun on laskettu mukaan heidät, joiden alkuperäinen suojain vaihdettiin ennen testiä, koska alkuperäinen vuoti. Näistä 16 työntekijästä yksi ilmoitti, että hän on havainnut venttiilien läppien jääntyneen kiinni, kun suojain on ollut ulkona pois kasvoilta pakkasessa. Suojaimen läpi ei pystynyt tällöin hengittämään. Kaksitoista ilmoitti, että ei

ole kokenut suojaimeen venttiilien tai suodattimien jääymistä. Kolme ei kommentoinut jääymisongelmia. Kaksi 16:sta vastasi jääymiskysymykseen, että suojaimeen kerää runsaasti kosteutta, mutta suojaimeen jääymistä ei ollut havaittu.

Kahdestatoista työntekijästä, joiden tiivistesti meni läpi omalla suojaimeella, kolme kertoi, että uloshengityksen venttiilit olivat joskus jäätyneet työssä. Yksi näistä kertoi, että suojaimeen venttiilien läpät pitävät röpötysääntä pakkasella. Yksi kertoi, että venttiilien läpät olivat jäätyneet auki työn aikana. Kaksi, jotka eivät olleet havainneet venttiilien jääymistä, totesi, että suojaimeen kertyy paljon kosteutta. Toinen totesi käyttävänsä kauluria, koska suojaimeesta neste valuu pitkin kaulaa. Kaksi työntekijästä, joiden tiivistesti hyväksyttiin, ei kertonut suojaimeen jääymiseen liittyneen ongelmia.

3.4.3 Tuulen vaikutus avoimella kasvo-osalla varustettujen puhallinsuojainten suojauskykyyn, testitulokset

Tuulitunnelissa mitatut protokollan osatestien suojauskertoimet avoimilla kasvo-osilla varustetuille olivat ilmapirrassa 5 m/s aina enemmän kuin 1000 (Kuva 8). Harmoninen osatulosten keskiarvo eli kokonaissuojauskerroin oli enemmän kuin 500 kussakin testissä. Kun tuulta oli 7 m/s, kokonaissuojauskerroin oli edelleen 500, mutta joissain osatesteissä suojauskerroin oli vähemmän kuin 500. Koehenkilöillä 1 ja 3 tuulen tullessa edestä toisen suojaimeen suojauskerroin alitti arvon 500 osatesteissä, joissa päätä ei liikuteltu hitaasti sivulta sivulle. Toisella suojaimeella yhdessä osatestissä havaittiin suojauskerrointa 500 pienempi arvo, kun tuuli tuli sivulta ja tehtiin pään liikettä sivulta sivulle.



Kuva 8: Kahden TH3P-luokan puhallinsuojaimen suojauskertoimet 5 m/s ja 7 m/s ilmavirrassa kolmella koehenkilöllä. Kukaan 12 pylvään ryvä edustaa yhtä testiä yhdellä henkilöllä ja suojaamalla. Koehenkilö on ilmaistu numerolla suojaimeen tunnisteen perässä. Logaritmisella asteikolla vaaka-akselin tarkastelutasoksi on valittu suojauskerroin 500, jotta sen alittavat tulokset erottuvat selvästi.

3.5 Tulosten tarkastelu

3.5.1 Tiiviystestien tulosten tarkastelu

Vapaaehtoisia suojanaamareiden käyttäjiä saatiin tutkimukseen melko pieni määrä, yhteensä 28. Työpaikoilla oli yleensä puhallinsuojaimet käytössä. Talvella kylmässä työssä avoimella kasvo-osilla varustettuja suojaimia kuitenkin vaihdettiin puolinaamareihin. Työpaikalla C oli käytössä hengitysrytmiin mukautuvia puhaltimella varustettuja suodatinsuojaimia, joissa oli kokonaamarit. Näiden käyttäjistä kolme saatiin mukaan tiiviystesteihin. Puolinaamareiden tiiviyyttä testattiin 25 työntekijällä. Kokonaamareita käytettäessä kokonaissuojauskerroin tulee olla 1000, jotta testi katsotaan hyväksytyksi. Puolinaamareilla tämä luku on 100.

Tulos oli hylätty 16 tiiviystestissä 28:sta eli suojaimen sisään vuoti hiukkasia reunoilta 57 prosentilla enemmän kuin kyseiselle suojaimelle asetettu raja-arvo. Varsin monella testattavista testiä ei voitu aloittaa voimakkaan suojaimen reunavuodon takia. Tiiviystestausten aikana kolmelle henkilölle saatiin heti vaihdettua uusi tai kooltaan sopiva suojain, jolloin hylättyjen tulosten määrä väheni 13:een eli 46 prosenttiin. Tarkkaa määrää, kuinka monella parta ja kuinka monella suojaimen väärä koko tai malli vaikutti huonoon testitulokseen, ei pystytty laskemaan, koska testaajan arvio oli monen osalta, että parta tai suojaimen malli olivat vaikuttavia tekijöitä. Työpaikka A päättyi vaihtamaan yhden suojainmallin kokonaan uuteen huonojen testitulosten vuoksi.

3.5.2 Tiiviyyden vaikutus suojaimen jääymiseen arvioituna haastattelun perusteella

Kolme työntekijöistä, joiden tiiviystesti oli hyväksytty, kertoi, että suojain oli joskus jäänyt. Yksi työntekijöistä, joilla tiiviystesti oli hylätty, kertoi, että suojain oli joskus jäänyt. Hylättyjä testituloksia oli ennen suojainten vaihtoja 16 ja hyväksytyjä 12. Tiiviystestien kokonaismäärä oli vähäinen.

Haastattelujen perusteella puolinaamarit keräävät runsaasti nestettä sisäänsä. Neste voi valua venttiileihin, jotka sopivissa olosuhteissa jäätyvät. Saatujen huomioiden mukaan, jos määrän suojaimen ottaa kasvoilta pakkasessa, venttiilit jäätyvät kiinni ja suojaimen läpi ei pysty hengittämään. Osittain jäänyt venttiili voi pitää ääntä. Saimme yhden raportin, jossa suojaimen venttiilit olivat jäätyneet auki. Suojain oli puolinaamari, jossa oli erillinen suodatin.

3.5.3 Tuulen vaikutuksen tarkastelu avoimella kasvo-osalla varustettujen puhallinsuojainten suojauskykyyn

Kuvasta 8 voidaan havaita, että, kun tuuli on 5 m/s, TH3P-suojainten suojauskertoimet ovat suurempia kuin 1000 säännöllisesti. Tutkimuksessa käytetyt suojaimet suojaavat käyttäjäänsä oletetusti 5 m/s tuulesta huolimatta. Kun tuulennopeutta lisättiin 7 m/s:iin, tuulen vaikutus voitiin havaita kuvaajan pylväikön profiilissa. Kuvaajassa on selkeästi pienempiä suojauskertoimia ja jotkut osatestien suojauskertoimet jäävät kriteeriksi valittua suojauskerrointa 500 pienemmiksi. Tuulen vaikutus suojainten suojaustehokkuuteen oli selkeä. Standardin EN 12941 mukaan suojainten on saman 500 suojauskertoimen kriteerin, mutta toisen testausmenetelmän mukaan, toimittava, kun tuuli on 2 m/s. Molempien suojainten suojaustehokkuus tuulessa oli testausmenetelmällämme parempi kuin, mitä standardi EN 12941 edellyttää.

Kuvasta 8 voidaan myös havaita, että tuloksissa on koehenkilö- ja suojainkohtaista eroa. Pään muodolla ja koolla on todennäköisesti tuloksiin. Suojainkohtaisesta erosta on todettava, että nämä tulokset ovat juuri näiden suojainten tuloksia ja eri suojaintuotteiden tulokset voivat erota merkittävästi näistä tuloksista. Vähäisestä havaittavasta erosta näiden suojainten välillä ei voi todeta, että jompikumpi suojaimesta olisi parempi suojaustehokkuuden osalta. Sellainen tutkimus vaatisi huomattavan määrän testausta. Suojaustehokkuuden lisäksi suojainvalinnoissa on huomioitava aina myös suojainten soveltumiseen käyttöympäristöön ja käyttäjille.

Mittaustuloksiin tulee sitä merkittävämpi virhe, mitä suurempia mittaustuloksia PortaCountilla mitataan. Virheen suuruus johtuu siitä, että jaettaessa suojaimen käyttäjän hengitysvyöhykkeellä oleva aerosolipitoisuus suojaimen sisäpuolella olevalla pitoisuudella saattaa jakajana olla hyvin pieni, vaihteleva määrä hiukkasia käytettäessä tehokkaita hengityksensuojaimia. Tämän vuoksi tuloksia kannattaa tarkastella lähinnä lähellä sitä suojauskerrointa, joka on valittu tuloksen kriteeriksi ja johon on arvioitu ilman aerosolipitoisuuksien riittävän (TSI, 2018). Mitä tehokkaampi suojain siis on, sitä todennäköisempää on, että PortaCountilla mitatuissa tiiviys- tai suojauskertoimissa on suuria virheitä. Hyvin suurista tuloksista kannattaa huomioida lähinnä, että tulokset ylittivät asetetut kriteerit.

Suuren virheen mahdollisuus hyvin suurissa suojauskertoimissa aiheuttaa sen, että kokonaissuojauskerroin ei ole hyvä kriteeri suojaimen suojauskyvyn arvioinnissa, kun osatestien tuloksissa on mukana kriteeriksi valittua kerrointa pienempiä kertoimia. Jos kaikkien osatestien tulokset ovat enemmän kuin valittu kriteeri, tulos on selkeä.

Koehenkilöllä 1 tehtiin uusintatesti Versaflo-suojaimella, kun tuuli oli 7 m/s. Uusintatestissä ensimmäisessä testissä havaittuja 500 alittavia osatestien

suojauskertoimia ei havaittu. Tämä liittyy testin epävarmuuteen, jonka aiheuttaa monet tekijät. Yksi tekijöistä on, millä tavoin tarkasti ottaen suojain on yllä. Toinen tekijä saattaa olla, miten mahdollisimman laminaarisessa tuulitunnelin tuulessa on kuitenkin turbulenttisia pienvirtauksia. Testilaitte ja mittausten aikaiset suolapitoisuudet aiheuttavat omat osuutensa mittauksen epävarmuuteen. Laitte mittaa ilman hiukkaspitoisuuden ennen jokaista osatestiä, mikä vähentää mittauksen epävarmuutta. Suojauskertoimen vaihtelu suojaimen eri pukemiskerroilla on tyyppillistä suojanaamarien tiivistesteissä.

Tuulitunnelimittauksissa koehenkilön hengitysvyöhykkeellä ilman aerosolipitoisuudet vaihtelivat mittauksesta toiseen alueella 2000–7600. Hiukkaspitoisuudet tuulitunnelissa olivat riittäviä osoittamaan, ylittyikö suojauskerroin 500 (TSI, 2018).

3.6 Johtopäätökset

Pieni otos eli 28 työntekijän tiivistestit, jonka saimme edustamaan tiivistestien tuloksia tämän tutkimuksen työpaikoilta, osoittaa, että työpaikoilla on paremmin huomioitava suojanaamareiden tehokkuus työssä. 57 %:lla suojanaamareiden käyttäjistä suojain vuoti liiallisesti tiivistesteissä. Jos hengityksensuojainta on riskinarvion perusteella käytettävä, on suojaimen oltava niin tehokas, että sitä käyttäen työn riskit pienenevät turvalliselle tasolle. Kasvoille huonosti tiivistyvään suojaimeen hengitettävää ilmaa tulee suodattamattomana suojaimen ja kasvojen välistä. Työnantajalla on yleinen velvollisuus huolehtia työntekijän terveydestä ja turvallisuudesta työssä. Tämä velvollisuus täyttyy huonosti, jos riskinhallinnan niin kutsuttu viimeinen keino, eli suojaimet, eivät ole riittävän tehokkaita.

Tiivistestien kokenut tekijämme arvioi, että syy suojainten huonolle kasvoille istuvuudelle oli joko käyttäjälle epäsopiva suojainmalli, väärä koko tai käyttäjän parta. Yksi testatuista suojaimista oli huonokuntoinen. Tarkkaa arviota, kuinka monessa tapauksessa syynä huonoon tulokseen oli parta ja kuinka monessa suojaimen väärä malli ja koko ei voitu antaa. Osalla testatuista hylätyn testituloksen syy saattoi johtua molemmista tekijöistä. Yksi työpaikoista teki johtopäätöksen, että huonosti monilla istuva suojainmalli oli poistettava suojainvalikoimasta.

Käyttöohjeet ovat olennainen osa suojaimia ja suojaimia tulee käyttää käyttöohjeiden mukaisesti. Suojainten teknisistä vaatimuksista, standardeista, seuraa, että jokaisessa suojanaamarin käyttöohjeessa tulee olla vähintään huomautus, että kasvojen karvoitus voi heikentää suojauskykyä. Osassa suojanaamareiden käyttöohjeita on suoranainen kieltä käyttää suojainta, jos parta jää tiivistymisreunan alle.

Suojanaamarien tiivistesteistä raportoivan tieteellisen kirjallisuudesta ja tämän ja Asbestitutkimuksemme johtopäätöksistä seuraa eittämätön tosiasia, että kun suojanaamareita on käytettävä varmistamaan työntekijän terveys ja turvallisuus, suojanaamarien tiiviyys käyttäjän yllä on testattava (ks. kohta 3.1 mukaan lukien Linnainmaa, 2019). Testeillä varmistetaan, että työntekijä ymmärtää suojaimen kasvoille tiivistymisen merkityksen, mahdollisen parran vaikutuksen ja suojaimen mallin sopimisen kasvoille. Esiin nousi myös tässä tutkimuksessa, että kokenutkaan suojaimen käyttäjä ei välttämättä huomaa suojaimensa olevan tehoton, kun vanha suojain ei tiivistynytäkään kasvoille ja se piti vaihtaa uuteen. Työnantaja voi käyttää testituloksia etsiessään kasvoille hyvin sopivia suojaimia sekä määrittellessään, ketkä työpaikalla voivat tehdä tehtäviä, joissa on altistumisriski suuri.

Tiivistestien yhteydessä vain neljä työntekijää raportoi havainneena suojaimen jäätymistä. Kolmella heistä suojain tiivistyi kasvoilla hyvin. Emme saaneet esiin tietoa, voiko suojaimen runsas vuotaminen olla jäätyneen syy. Tiivistestien ohessa neljä työntekijää kertoi jäätyneestä kysyttäessä, että suojanaamariin kertyy paljon nestettä, kun sitä käytettiin pakkasella. Neste on todennäköisesti pääosin uloshengitysilma suojainten kylmille seinämille tiivistyvää vettä. Se jäätyy, jos se pääsee jäähtymään tarpeeksi venttiilissä tai suodattimella. Yksi työntekijöistä kertoi, että suojain oli jäähtynyt, kun hän otti sen pois kasvoiltaan kommunikaation vuoksi. Toinen syy mären suojaimen jäähtymiseen saattaa liittyä naamarin rakenteeseen, työasentoon, työn fyysiseen kuormittavuuteen ja työaikaan. Yksi työntekijöistä raportoi potentiaalisesti hyvin vaarallisen tilanteen, jossa uloshengitysventtiili oli jäähtynyt auki. Tämä tarkoittaa sitä, että ilma suojaimen sisään pääsee suoraan uloshengitysventtiilistä. Ilma ei todennäköisesti tule lainkaan suodattimien kautta suojaimen hengitysvastuksen vuoksi. Jos työntekijä ei huomaisi venttiilin jääntyneen auki, hän altistuisi suoraan ympäröivän ilman epäpuhtauksille. Röpötysääni venttiileistä viittaa huonosti toimivaan venttiilin läppään. Se saattoi olla osittain jäähtynyt. Venttiilien läpät ovat keskeisiä suojaustehokkuutta varmistavia osia puolinaamareissa. Niiden on toimittava hyvin ja ilman ääniä.

Tuulen voimakkuudella on merkitystä suojaustehokkuuteen käytettäessä puhallinsuojaimia, joiden kasvo-osa on avoin. Merkitys testatuilla 3M Versaflo TR-602E puhallinyksiköllä ja M-300 kasvo-osalla sekä Sundström SR500 puhallinyksiköllä ja SR580 kasvo-osalla näkyy, kun tuulen voimakkuus on 7 m/s. Tuulella 5 m/s ei mittausmenetelmällämme näillä suojaimilla vielä havaita merkittävää suojaustason heikkenemistä suojauskertoimeen 500 verrattaessa. Standardin EN 12941 vaatimus tuulen osalta suojauskyvyssä on 2 m/s tuuli eli huomattavasti vähäisempi tuuli kuin mittauksissamme. Huomioiden mittaukseen liittyvä epävarmuus, mm. vain kahden

suojaimen mittaus, ehdotamme, että tuulen vaikutus suojaustehokkuuteen on huomioitava riskinarvioinnissa, kun tuulee yli 5 m/s. Ilman muuta tietoa, kuin standardin vaatimustaso suojaavuudesta ilmavirtauksessa 2 m/s tuulta, suojaimia on hyvin vaikea käyttää tuulessa. Suojainten tarkempia tietoa suojauskyvyn tuulenkestävyydestä olisi hyvä saada suojainten käyttöohjeissa.

4 Hengityksensuojainten huurtuminen ja jäätyminen kylmässä

4.1 Tausta

Työterveyslaitos tutki aiemmassa tutkimuksessaan HSTK I hengityksensuojainten huurtumista ja jäätymistä kylmässä (Mäkelä ym. 2019). Tässä tutkimuksessa selvitettiin edelleen suojanaamareiden venttiilien ja suodattimien jäätyminen syitä samalla, kun myös suojanaamareiden kasvoille tiivistymisen testeihin yhdistettiin jäätymistä koskeva kysymys (ks. luku 3 tiivistesteihin liittyvästä haastattelusta).

HSTK I -tutkimuksessa oli havaittu, että suojaimeen kertyy kylmässä kosteutta, joten tutkittaviin suojaimeen ruiskutettiin vähän vettä (Mäkelä 2019). Jäätymistestiin valittiin eri materiaaleista koostuvia puolinaamareita, 3M 8835+ FFP3, GVS Elipse, Sundström SR900 ja Moldex 5430. Puhallinlaitteista testattiin hengityksen rytmiin mukautuva kokonaamarilla varustettu puhallinsuojain CleanSpace Ultra. Suojaimet vietiin -20°C:een lämpötilaan ja tarkasteltiin niiden jäätymistä sekä testattiin niiden toimivuutta pukemalla ne kasvoille. 20 minuutin kuluttua Elipse- ja Moldex-puolinaamarien venttiilit olivat jäätyneet kiinni. Cleanspace Ultran sisäventtiilit olivat jäätyneet 20–25 minuutissa siten, että sisäventtiilit eivät auenneet, kun suojain puettiin ylle. FFP3-suojaimen koko suodatinmateriaalipinta ja venttiili olivat jäätyneet umpeen noin 30 minuutissa. Ongelman ratkaisuna ehdotettiin, että suojaimeita ei tule ottaa pois kasvoilta pakkasellakaan ja työntekijöillä tulisi olla mahdollisuus välillä vaihtaa kuiva hengityksensuojain tai suodattimet kylmässä työskennellessä. Suojainta on myös hyvä huoltaa taukojen aikana kuivaamalla siihen kertynyttä kosteutta.

HSTK I -raportissa osoitettiin valokuvien ja todettiin myös, että kokonaamarin tai puhallinsuojaimen linssin tai visiirin huurtumista voidaan vähentää pukemalla viileä suojain jo maltillisesti viilennetyille kasvoille. Kokonaamarin sisänaamarin tarkoitus on vähentää näkölevyn huurtumista (Hyatt 1963), mutta HSTK I -tutkimuksen mukaan näyttää siltä, että sekään ei auta pakkasessa tarpeeksi (Mäkelä ym. 2019).

4.2 Menetelmät

- 1) Esitesti. Kokeiltiin, kostuuko puolinaamari märäksi, kun liikutaan puolinaamari yllä pakkasessa.
- 2) Puolinaamareihin 3M 3600 ja Sundström SR 900 ruiskutettiin sumutuspullolla vettä muutama millilitra (Kuva 9). Naamari puettiin päälle ja mentiin testikammioon, jossa lämpötila oli -15 °C. Kokeiltiin 10 min, jäätykö naamari.
- 3) Naamari kostutettiin sumutuspullolla ja vietiin lämpötilaan -15 °C ja pidettiin sisäpuoli ylöspäin.
 - a) Tarkastettiin 3 minuutin kuluttua, olivatko venttiilit jäätyneet ja puettiin kasvoille ja kokeiltiin, pystyikö suojaimen kanssa hengittämään.
 - b) Kokeiltiin 6 minuutin kuluttua, olivatko venttiilit jäätyneet ja puettiin kasvoille ja kokeiltiin, pystyikö suojaimen kanssa hengittämään. Jäätyneestä naamarista otettiin kuva 10 testin jälkeen.



Kuva 9: Pari millilitraa vettä Sundström SR 900 puolinaamarin sisällä testien alkaessa.



Kuva 10: Sundström SR 900 puolinaamari koehenkilön yllä.

4.3 Tulokset

- 1) Esitesti. Puolinaamari kostuu märäksi, kun se yllä liikutaan kylmässä.
- 2) Puolinaamarin 3M 3600 tai Sundström SR 900 venttiilit tai suodattimet eivät jäädy, kun naamari laitetaan kosteana kasvoille ja mennään -15 °C:n pakkaseen ja ollaan siellä 10 min.
Puolinaamariin 3M 3600 ruiskutetusta vedestä osa valuu ulos edessä alhaalla olevan uloshengitysenttiilin kautta. Sisäänhengitysenttiilit ovat sivulla (Kuva 11). Puolinaamarin Sundström SR 900 sisäänhengitysenttiili ja suodatin ovat keskellä edessä suojainta. Uloshengitysenttiilit ovat sivuilla (Kuvat 11 ja 12).
- 3) Naamari kostutettiin sumutuspullolla ja vietiin lämpötilaan -15 °C.
 - a) Kokeiltiin 3 minuutin kuluttua kasvoilla. Toinen sisäänhengitysenttiileistä oli jäänyt kiinni. Venttiili aukesi kokeilun aikana ja suojaimella pystyi hengittämään (Kuva 11).
 - b) Kun märkä 3M 3600- puolinaamari oli ollut 6 minuuttia lämpötilassa -15 °C sisäpuoli ylöspäin, kaikki venttiilit olivat jäätyneet kiinni ja suojaimen läpi ei pystynyt hengittämään.
Kun märkä Sundström SR 900 oli ollut pakkasessa 6 min, sen suodatin oli

jäätynyt osittain kiinni tiivistereunoihinsa ja suodattimen ulkoreunan päällä oli jääkertymää. Suojaimen sisällä ollut vesi oli valunut sisäänhengitysventtiin läpi suodattimelle ja jäätynyt suodattimen muoviritilän päälle. Suojain puettiin päälle testin jatkuessa edelleen -15 °C:een lämpötilassa. Suojaimen läpi pystyi hengittämään, mutta jääkertymä ei sulanut suodattimesta ainakaan 10 min aikana. Testaaja totesi, että ongelma voi muodostua suuremmaksi, jos päättä on pidettävä kumarassa, jolloin kosteus pääsee valumaan sisäänhengitysventtiilistä suodattimeen.

- 4) Vesi pääsee sisäänhengitysventtiin kautta suodattimelle ja suodattimen päälle muodostuu jäähilettä (Kuva 12).



Kuva 11: Puolinaamari 3M 3600 jäädytystestin jälkeen. Ohut jääkerros sulii nopeasti suojainta kuvattaessa.



Kuva 12: Jäähilettä suodattimen päällä, kun suojaimeen oli ruiskutettu hieman vettä ja pidetty pakkasessa sisäpuoli ylöspäin.

4.4 Tulosten tarkastelu

Laboratorio-olosuhteissa märkä puolinaamari ei jäänyt eli jäädyttänyt venttiileitä tai suodattimia, kun suojainta pidettiin kasvoilla kylmässä. Jos märän suojaimeen jätti pakkaseen sisäpuoli ylöspäin, venttiilit jäätyivät. Esitesti, jossa askellettiin lämpötilakammiossa suojain yllä, osoitti, että suojaimeen voi tiivistyä uloshengitysilmaasta vettä. Jos suojaimeen osa, jossa tiivistynyttä vettä on, altistuu alle 0 °C:een lämpötiloille, vesi jäädyttää kyseisen suojainosan. Vesi jäätyy etenkin, jos suojain otetaan pois kasvoilta. Eri puolinaamarimallit ovat herkkiä jäätymään eri osistaan. Osa voi valuttaa vettä pois uloshengitysventtiilistään, jolloin vesi todennäköisesti päätyy kaulalle, mikä on kylmässä vähintään epämiellyttävää.

4.5 Johtopäätökset

Puolinaamarin kasvoilta ottaminen työn aikana voi altistaa työntekijän aineille, joita vastaan suojain on valittu. Pakkasella kasvoilta pois otettu hengitysilman kosteuden tiivistymisen vuoksi märkä suojain voi jäätymä. Eri puolinaamarimallit ovat herkkiä jäätymään eri osistaan. Osa voi valuttaa vettä pois uloshengityksventtiilistään, jolloin vesi todennäköisesti päätyy kaulalle. Kaulalla käytetty kauluri voi vähentää ihon jäähtymistä kylmän ja valuneen veden vuoksi.

Tehtyjen testien lisäksi muunlaiset olosuhteet voivat vaikuttaa suojanaamarien jäätymiseen. Suojaimen käytön asennolla (esimerkiksi etukumara), työskentelyn pituudella, hengitystilavuudella, lämpötilalla ja suojaimen mallilla voi olla merkitystä jään kerääntymiseen suojaimen keskeisiin osiin, kuten venttiileihin ja suodattimiin.

Työolosuhteet tulee suunnitella ensisijaisesti siten, että puolinaamaria ei joutuisi ottamaan kesken työtä pois. Kun työssä tunnistetaan suojaimen jäätymisriski, tulee työn tauotus suunnitella siten, että suojaimen jäätyminen ei aiheuta altistumisriskiä. Työntekijällä tulisi olla työssä mukanaan myös varasuojain tai useampia.

Emme tässä tutkimuksessa kerranneet HSTK I -tutkimuksessa tehtyjä suojainten huurtumistutkimuksia, mutta tutkimuksen aikana näkölevyjen huurtuessa tuli usein esiin HSTK I -tutkimuksen johtopäätös, että kylmätyötä varten viilentynyt suojain tulisi pukea maltillisesti viilennetyille kasvoille (Kuva 13).



Kuva 13: Huurtumisen ehkäisemiseksi viileä suojain tulisi pukea maltillisesti viilentyneille kasvoille kylmätyössä.

5 Kasvojen kylmänsuojaus ja sen kehittäminen puhallinsuojainten kanssa

5.1 Tausta

Kasvojen ihoalueet jäähtyvät epämiellyttävälle ja haitallisen kylmälle tasolle, erityisesti kun käytetään moottoroituja jatkuvapuhaltteisia hengityksensuojaimia kylmissä oloissa (-20 °C) (Mäkelä ym., 2019). Ihon lämpötilan lasku alle 15 asteen aiheuttaa kylmäkipua (Davis, 1998) ja epämukavuutta. Lisäksi kasvojen ihon jäähtyminen ja kylmä ilmavirta kasvoilla aiheuttaa haasteita erityisesti astmaatikoille ja verenkiertoelimistön sairauksia poteville (Koskela ja Tukiainen, 1995; Schlader ym. 2016). Kuitenkin puhallinsuojainten ilmanvirtaus vähentää hengitysvastusta, joka passiivisissa hengityksensuojaimissa on merkittävä aiheuttaen lisäkuormitusta etenkin keskiraskaassa tai raskaassa työssä (Johnson 2016). Tarkemmin kasvojen jäähtymistä ja sen terveydellisiä vaikutuksia tarkastellaan tämän raportin kappaleissa 6 ja 7.

Tässä hankkeessa tehdyn kyselytutkimuksen (n=73) mukaan (ks. tarkemmin tämän raportin kappale 2 ja Liite 3) puhaltimella varustettuja hengityksensuojaimia käyttää talviaikana 56 % ulkotyöntekijöistä. Lisäksi 33 % koki, että tuuli lisää kasvojen ja pään alueen jäähtymistä puhallinlaitetta käytettäessä. Kun ympäristön lämpötilat laskevat liian kylmäksi, yleisimmin puhallinsuojain vaihdetaan ei-puhaltavaan suodattavaan hengityksensuojaimeen. Kyselytutkimukseen vastanneiden kokemusten mukaan puhallinsuojaimen käyttö on epämiellyttävää -5...+5 °C lämpötilassa (55 %) ja kun lämpötila laskee -10 °C tai alle, niin puhallinsuojainta ei enää käytetä. Kun lämpötila koetaan liian kylmäksi, suojaimeksi valitaan esim. puolinaamari, johon on integroitu yhdistelmäsuodatin tai P3-suodatin. Tällöin saavutettu suojaustehokkuus on alhaisempi kuin puhallinlaitetta käytettäessä (TH-luokka).

Työpaikoilla tehtyjen tiiviysmittausten mukaan (ks. tarkemmin tämän raportin kappale 3), 57 %:lla työntekijöistä käytössä ollut puolinaamari ei tiivistynyt kasvoille riittävän hyvin. Kasvoille tiivistymätön kypärällä varustettu puhallinsuojain vähentää yksilöllisten kasvojen mallista riippuvia tiiviysongelmia ja vastaavasti parran vaikutus suojaustehokkuuteen ei ole yhtä merkitsevä.

Puhallinsuojaimet ovat laajasti käytössä työpaikoilla myös talviaikana. Mikäli näiden suojainten siedettävää käyttölämpötila-aluetta voitaisiin laajentaa, voitaisiin lisätä puhallinsuojainten käyttöä kylmässä ja siten parantaa työntekijöiden suojaustasoa ja työturvallisuutta. Puhallinsuojainten virtausilman lämmittäminen sähköisesti vaatii karkeasti arvioiden vähintään 85 W lämmitystehon (Rissanen ym. 2013). Kemiolliseen

reaktioon perustuvat sekä akulla toimivat lämmittimet eivät ole tarpeeksi tehokkaita lämmittämään kylmää ilmaa. Näin ollen tässä hankkeessa keskityttiin tutkimaan ja kehittämään ratkaisuja kasvojen kylmänsuojaimiseen kankaisten asusteiden avulla.

5.1.1 Puhallinsuojainten alle soveltuvien kasvojen kylmänsuojainten tavoitteet ja vaatimukset

Tavoitteena oli löytää ja kehittää ratkaisuja puhallinsuojaimen käytön mahdollistamiseksi kylmässä työympäristössä. Puhallinsuojaimen alle käytettävälle kasvojen kylmänsuojaukselle asetettiin seuraavat tavoitteet:

- Vähentää kasvojen jäähtymistä kasvoille tiivistymättömiä puhallinsuojaimia käytettäessä
- Ei saa aiheuttaa lisäriskiä, esim. heikentämällä näkyvyyttä tai estämällä kommunikaatiota.

Lisäksi kasvojen kylmänsuojaukselle asetettiin seuraavat vaatimukset:

- Suojaa nenän ja posket, mutta ei estä hengityksen mukana tulevan kosteuden siirtymistä
- Huollettavuus vähintään 40 °C konepesussa
- Yhteensopivuus kuulonsuojainten kanssa
- Kommunikaation onnistuminen
- Ei saa tukkia suojaimen puhallusilman ulostuloaukkoja.

5.2 Materiaali ja menetelmät

5.2.1 Puhallinsuojainten alle soveltuviin kasvojen kylmänsuojauksen valinta ja kehitys

Markkinakartoitus

Tavoitteiden ja vaatimusten mukaisten kasvojen kylmänsuojien löytämiseksi tehtiin markkinakartoitus, jonka perusteella valittiin testattavat tuotteet. Kasvojen kylmänsuojauksen eri vaihtoehtoja ja niiden toimivuutta selvitettiin käytettäväksi yhdessä puhallinsuojainten kanssa, joihin on integroitu kypärä ja kasvovisiiri ja jotka eivät tiivisty kasvoille. Aiemman HSTK I tutkimuksen (Mäkelä ym., 2019) mukaan alushupun käyttö kypärällä ja visiirillä varustetun puhallinlaitteen alla ei heikennä suojaustehokkuutta.

Markkinakartoituksen perusteella laboratoriotesteihin valittiin seuraavat kylmänsuojausmenetelmät: 1) ohut tuubihuivi, 2) tuulensuojakauluri, 3) tuulensuoja-alushuppu, 4) merinovillainen alushuppu, joka peittää kasvojen ihoalueet, ja 5) kasvotiepit, joita yleisimmin nähdään kilpahiihdossa käytettävän kylmän ja tuulen suojana.

TTL Kasvojen Kylmänsuojan kehitys

Markkinakartoituksessa ei löydetty sellaisia kasvojen kylmänsuojia, jotka olisivat aidosti yhteensopivia muiden henkilönsuojainten kanssa, kuten erityisesti kupumallisten kuulonsuojaimien. Tämän vuoksi hankkeessa kehitettiin oma TTL Kasvojen Kylmänsuoja, joka peittää ainoastaan kasvojen ihoalueen kokonaisuudessaan, kuitenkin jättäen hengitystiet avoimiksi ja siten mahdollistaen hengitysilman vapaan kulun ja vähentäen kosteuden tiivistymistä kylmänsuojaan. Kylmänsuoja ei peitä muita pään alueita, minkä vuoksi se on aidosti yhteensopiva kypärämallisen puhallinlaitteen ja kupumallisten kuulonsuojainten kanssa (Kuva 14).

TTL Kasvojen kylmänsuojan ajatuksena on, että se voidaan kiinnittää kypärämallisen puhallinsuojaimen otsapantaan, vaikkakin tutkimuksessa käytetyssä versiossa kylmänsuoja kiinnitettiin otsapannan kohdalle kuminauhakiinnityksellä pään ympärille. TTL Kasvojen Kylmänsuojan kasvo-osa kiinnitetään kuminauhakiristyksellä leuan alle, jolloin se jää käytännössä kokonaan kypärämallisen puhallinlaitteen kasvo-osan sisälle.

Aiemmassa hankkeessa (Mäkelä ym., 2019) verrattiin ohuen neulosalushupun ja paksun tuulenpitävän alushupun vaikutusta kasvojen iholämpötiloihin kylmässä jatkuvapuhaltaisen hengityksensuojaimen kanssa. Tulokset osoittivat, että ohut

neulosalushuppu oli riittävä estämään kasvojen liiallista jäähtymistä puhallinlaitteen kanssa. Tämän vuoksi materiaalin valintaan ei kiinnitetty erityisesti huomiota tässä vaiheessa, vaan mallin ominaisuuksilla katsottiin olevan suurempi merkitys.



Kuva 14: Hankkeessa kehitetty TTL Kasvojen Kylmänsuoja on yhteensopiva muiden pään alueen suojainten kanssa.

Lämpöominaisuusmittauksiin valitut kasvojen kylmänsuojat

Puhallinsuojaimen alle testattaviksi valitut kylmänsuojat ja niiden materiaali ja valmistajatiedot on kuvattu taulukossa 2 ja kuvassa 15. Kasvojen kylmänsuojat testattiin kypärällä varustetun moottoroidun hengityksensuojaimen M-306 ja Versaflo-puhallinlaitteen (3M) kanssa.

Taulukko 2: Tutkimuksessa käytetyt kasvojen kylmänsuojat, niiden rakenteet, materiaalit ja valmistajat.

KASVOJEN KYLMÄNSUOJA	RAKENNE JA MATERIAALI	VALMISTAJA
TUUBIHUIVI	Sileä neulos: 100 % polyesteri	Ei tiedossa
TUULENSUOJAKAULURI	Windbreaker fleece (tuulenpitävä ja hengittävä): 78 % polyesteri, 22 % Polyurethane	Scott
TUULENSUOJA-ALUSHUPPU	Goretex Infinium Windstopper fleece: 50 % polyesteri, 41 % polyamidi, 7 % elastaani, 2 % Polytetrafluorieteeni	Buff Balaclava
MERINOVILLA-ALUSHUPPU	Kaksikerrosneulos: 75 % merinovilla (ulompikerros), 22 % polypropyleeni (sisäkerros), 3 % polyamidi	Svala
TTL KASVOJEN KYLMÄNSUOJA KASVOTEIPIT	Ei määritetty	Hankkeessa kehitetty Anti-Freeze



Kuva 15: Testatut kasvojen kylmänsuojausmenetelmät. Yläriivi: Tuulensuojakauluri, tuubihuivi, tuulensuoja-alushoppu. Alariivi: Merinovilla-alushoppu, TTL Kasvojen Kylmänsuoja ja kasvoteipit. Hengityksensuojaimena oli kypäräsuojain M-306 ja Versaflo-puhallin (3M).

5.2.2 Kasvojen kylmänsuojien lämpöominaisuuksien mittaamenetelmät

Materiaalin paksuuden mittaus

Kasvojen kylmänsuojien paksuus mitattiin standardin EN ISO 5084:1997 mukaisesti tekstiilimateriaalin paksuusmittarilla Shirley Thickness Gauge (Shirley Developments Ltd, Manchester UK). Paksuusmittarin lukematarkeus on 0,1 mm.

Materiaalin ilmanläpäisevyyden mittaus

Kasvojen kylmänsuojien ilmanläpäisevyys mitattiin standardin EN ISO 9237:1995 mukaisesti Textest-ilmanläpäisymittauslaitteistolla. Mittaukset tehtiin vakiokoeolosuhteissa, joissa lämpötila oli 20 °C ja ilman suhteellinen kosteus 65 %. Mittauksessa käytetty alipaine oli 100 Pa (1,0 mbar). Ilman läpäisevyys ilmoitetaan yksikössä mm/s.

Kylmänsuojien lämmöneristävyyden mittaus

Kasvojen kylmänsuojien lämmöneristävyydet mitattiin pään lämpömallilla lämpötilasäädeltävässä laboratoriotilassa. Mittausympäristön lämpötila oli +10 °C, ilman suhteellinen kosteus 50 % ja tuulen nopeus 0,4 m/s. Pään lämpömallin

pintalämpötila oli +34 °C. Lämmöneristävyttä tarkasteltiin kasvojen alueella. Lämmöneristävyys ilmoitetaan SI-järjestelmän mukaisella m²K/W yksiköllä.

5.3 Tulokset

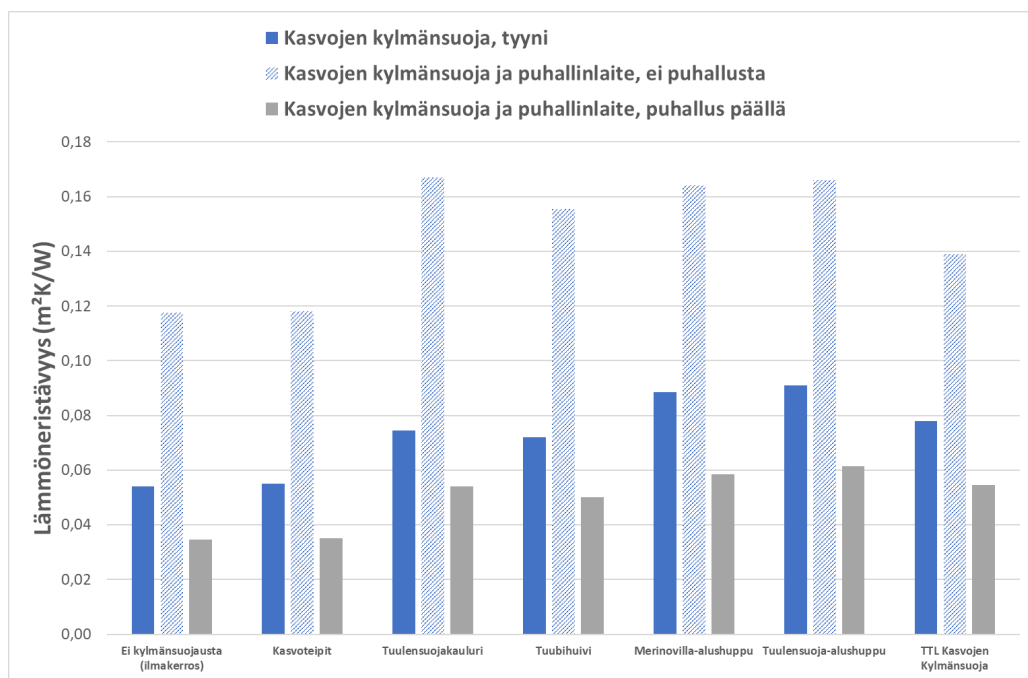
5.3.1 Kasvojen kylmänsuojien lämpöominaisuudet

Mittauksissa käytettyjen kylmänsuojien lämpöominaisuudet, kuten paksuus, ilmanläpäisevyys ja lämmöneristävyys tyynessä sekä puhallusilman vaikutus lämmöneristävyyteen, ovat taulukossa 3. Testattujen kasvojen kylmänsuojien materiaalit vaihtelivat paksuudeltaan 0,6–2,3 mm, ilmanläpäisevyydeltään 4,5–1202,4 mm/s ja lämmöneristävyydeltään 0,055–0,091 m²K/W välillä. Kun puhallinsuojain laitettiin päälle, puhallusilma maskin sisällä laski kokonaislämmöneristävyttä 63–70 %. Kuvassa 16 on esitetty testattujen kasvojen kylmänsuojausmenetelmien lämmöneristävydet kasvojen alueella tyynessä ilman puhallinlaitetta, puhallinlaitteen kanssa ilman puhallusta ja puhallinlaitteen kanssa, kun puhallus on päällä.

Materiaali, jonka ilmanläpäisevyys on <5 mm/s, suojaa erittäin hyvin tuulelta. Kun materiaalin ilmanläpäisevyys on 5–100 mm/s, se suojaa kohtalaiselta tuulelta, ja materiaali, jonka ilmanläpäisevyys on yli 100 mm/s, ei suojaa juurikaan tuulelta (EN342: 2017). Testatuista kylmänsuojista tuulensuojakauluri ja -alushuppu eivät läpäise juurikaan ilmaa materiaalin läpi ja suojaavat näin ollen hyvin tuulelta. Kun taas eri paksuiset neulosmateriaaleista valmistetut tuubihuivi, merinovilla-alushuppu ja TTL Kasvojen Kylmänsuoja läpäisivät ilmaa yli 100 mm/s. Kasvotepiipien ilmanläpäisevyttä ei pystytty mittaamaan liimapinnan takia.

Taulukko 3: Testattujen kasvojen kylmänsuojien lämpöominaisuudet.

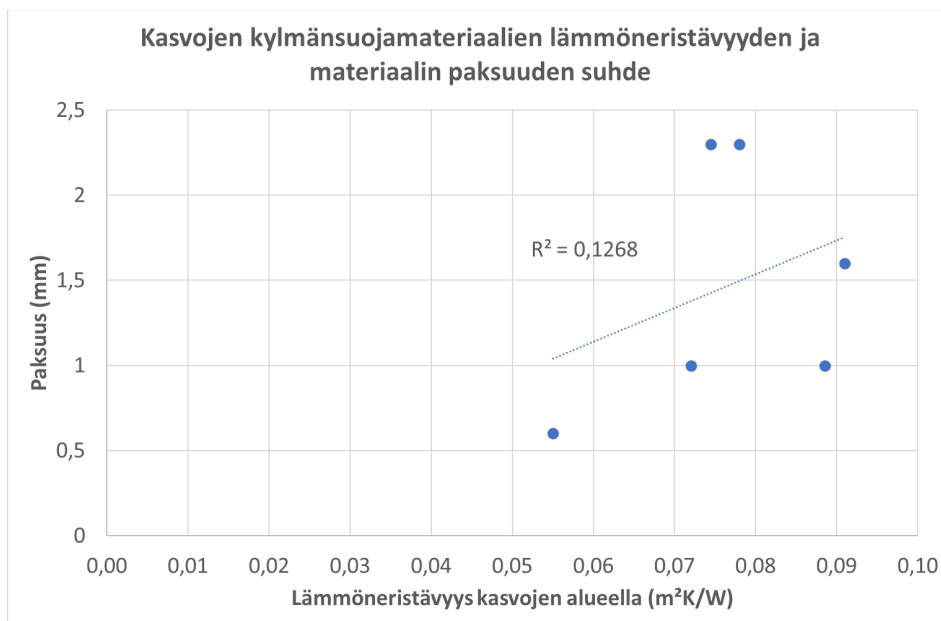
KASVOJEN KYLMÄNSUOJA	PAKSUUS (MM)	ILMAN-LÄPÄISEVYYS (MM/S)	LÄMMÖNERISTÄVYYS (M ² K/W)	PUHALLUSILMAN VAIKUTUS LÄMMÖNERISTÄVYYTEEN (%)
TUUBIHUIVI	1,0	883,0	0,072	-67,8
TUULENSUOJAKAULURI	2,3	4,5	0,075	-67,7
TUULENSUOJA-ALUSHUPPU	1,6	5,6	0,091	-63,0
MERINOVILLA-ALUSHUPPU	1,0	1202,4	0,089	-64,3
TTL KASVOJEN KYLMÄNSUOJA	2,3	503,5	0,078	-60,8
KASVOTEIPIIT	0,6	-	0,055	-70,3



Kuva 16: Testattujen kasvojen kylmänsuojausmenetelmien lämmöneristävydet kasvojen alueella tyyneissä ilman puhallinlaitetta, puhallinlaitteen kanssa ilman puhallusta ja puhallinlaitteen kanssa, kun puhallus on päällä.

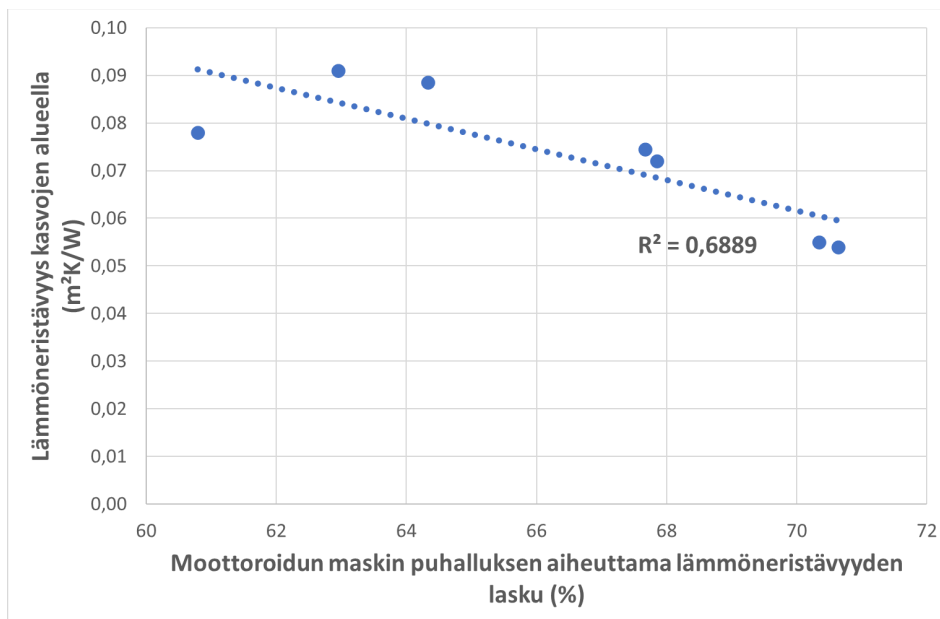
5.4 Tulosten tarkastelu

Kirjallisuuden perusteella kankaan paksuudella on osoitettu olevan vaikutusta kankaan lämmöneristävyyteen (Havenith 2002). Kuitenkaan hankkeessa testattujen kasvojen kylmänsuojien materiaaleilla ei havaittu merkittävää korrelaatiota materiaalin paksuuden ja lämmöneristävyyden suhteen ($R^2 = 13 \%$, Kuva 17). Tähän on syynä todennäköisimmin kankaiden paksuuden pieni variaatio ja vastaavasti lämmöneristävyyssarvojen erot ovat pieniä. Vastaavasti yhteyttä lämmöneristävyyden ja ilmanläpäisevyyden välillä ei havaittu.

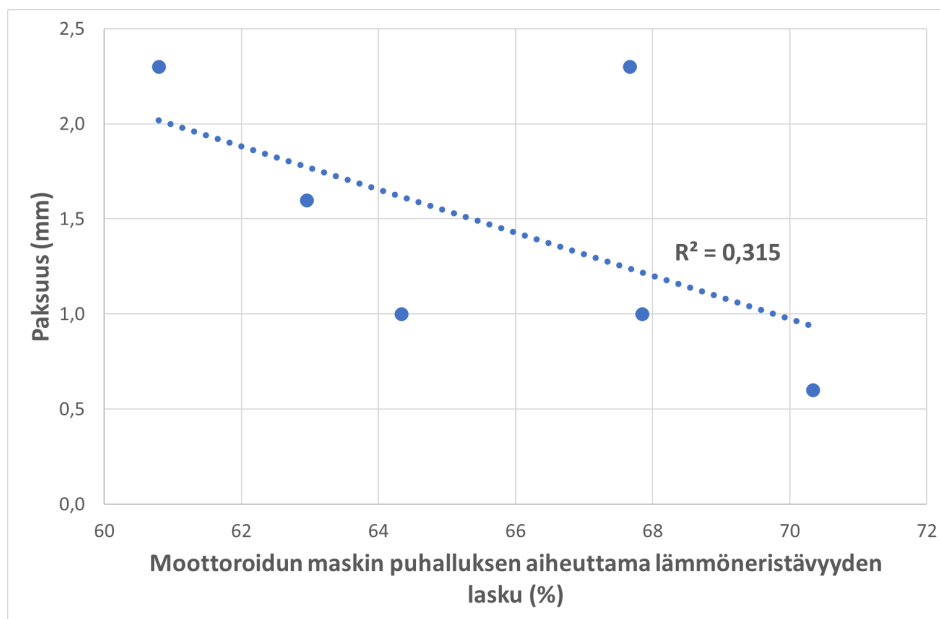


Kuva 17: Testattujen kasvojen kylmänsuojamateriaalien välinen korrelaatio paksuuden ja lämmöneristävyyden suhteen.

Puhallusilman liike maskin sisällä laskee kasvojen kylmänsuojien lämmöneristävyyttä samaan tapaan kuin tuuli heikentää tekstiilimateriaalien lämmöneristävyyttä kuljettamalla lämpöä ja poistamalla ihoa ympäröivän ilmakerroksen (Anttonen ja Hiltunen 20023; Havenith ja Nilsson 2004). Lämmöneristävyyden lasku puhalluksen ollessa päällä oli sitä suurempaa mitä alhaisempi lämmöneristävyys kylmänsuojausmenetelmällä oli tyynessä ($R^2 = 69 \%$, Kuva 18). Paksuudella ja lämmöneristävyydenmuutoksella puhallinlaitteen ollessa päällä havaittiin olevan yhteyttä ($R^2 = 32 \%$, Kuva 19).

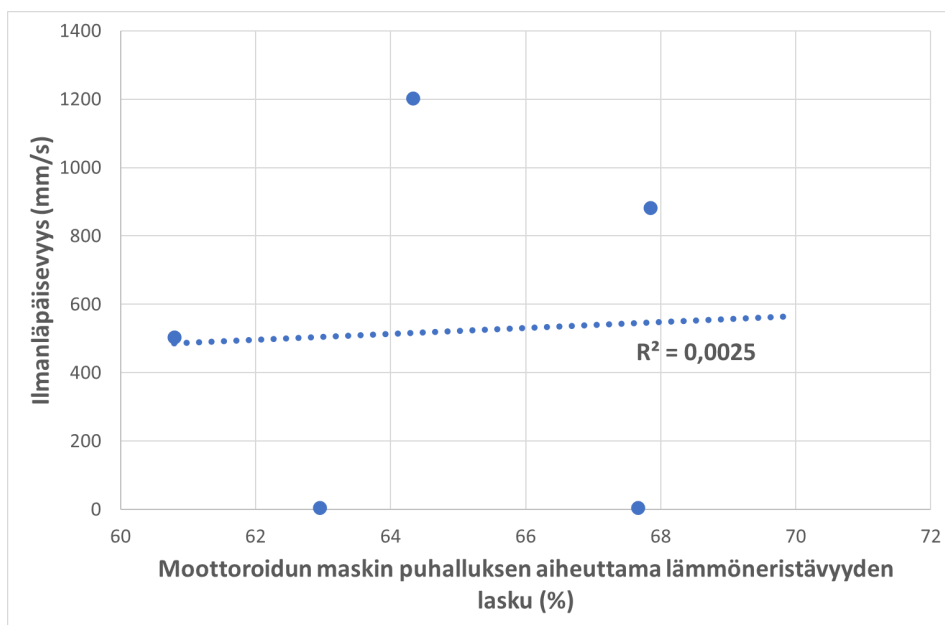


Kuva 18: Kasvojen kylmänsuojausmenetelmien lämmöneristävyyden ja puhalluksen aiheuttaman lämmöneristävyyden laskun välinen suhde.



Kuva 19: Kasvojen kylmänsuojausmenetelmien paksuuden ja puhalluksen aiheuttaman lämmöneristävyyden laskun välinen suhde.

Ilmanläpäisevyydellä on osoitettu olevan yhteys vaatetuksen ja kankaiden lämmöneristävyyden muutokseen erityisesti korkeissa tuulen nopeuksissa (Anttonen ja Hiltunen 2003). Ilmaa läpäisemättömien tai hyvin vähän läpäisevien materiaalien lämmöneristävyys laskee vaatetuksessa merkittävästi vähemmän, kuin paljon ilmaa läpäisevien materiaalien. Tämän hankkeen mittauksissa ilmanläpäisevyydellä ei kuitenkaan havaittu olevan suoraa yhteyttä lämmöneristävyyden laskuun, kun puhallinlaite oli päällä ($R^2 = 0,03 \%$, Kuva 20). Tähän voi olla syynä kasvojen kylmänsuojausmenetelmän malli ja istuvuus kasvoilla, mikäli puhallinlaitteen ilmavirtaus pääsee alushupun alle silmäaukoista, laskee lämmöneristävyys, vaikka materiaalilla olisikin alhainen ilmanläpäisevyys arvo. Hankkeessa kehitetyn TTL Kasvojen Kylmänsuojan lämmöneristävyys laski puhallusilmavirtauksen vuoksi vähiten verrattuna muihin testattuihin tuotteisiin.



Kuva 20: Kasvojen kylmänsuojausmenetelmien ilmanläpäisevyyden ja puhalluksen aiheuttaman lämmöneristävyyden laskun välinen suhde.

Tyynessä mittaustilanteessa päätä ympäröi paikallaan oleva ilmakerros, jonka lämmöneristävyys kasvojen alueella tarkasteltuna on $0,054 \text{ m}^2\text{K/W}$. Tämä on vastaava kuin kasvoteippien lämmöneristävyys. Kun suojaimen puhallus laitetaan päälle, sekä pelkän ilmakerroksen että kasvoteippien lämmöneristävyys laskee 70,6 ja 70,3 %, tässä järjestyksessä. Tämä tulos osoittaa, että kasvoteipeillä ei ole merkittävää vaikutusta

kasvojen alueen lämmöneristävyyteen. Kasvotieppien ilmanläpäisevyyttä ei voitu mitata niissä olevan liimapinnan vuoksi.

5.5 Johtopäätökset

Kasvojen kylmänsuojausmenetelmien lämmöneristävyys oli korkeampi, kun suojatun ihon alue oli suurempi. Lämmöneristävyttä laski merkittävästi puhallinlaitteen ilmavirtaus maskin sisällä. Materiaalin ilmanläpäisevyydellä ei löydetty yhteyttä ilmavirran aiheuttaman lämmöneristävyyden laskuun, vaan erityisesti tähän vaikutti kylmänsuojan malli. Kasvojen ja pään myötäinen kylmänsuojaus esti tuulen pääsyn suojauksen alle ja pienensi siten tuulen vaikutusta lämmöneristävyyteen. Myös materiaalin paksuudella ja sen lämmöneristävyydellä tyynessä löydettiin yhteys lämmöneristävyyden muutokseen, kun puhallinlaite oli päällä.

6 Kasvojen jäähtyminen hengityksensuojaimia käytettäessä

6.1 Tausta

Kasvojen jäähtymistä käytettäessä hengityksensuojainta kylmässä tutkittiin kolmessa yhteistyöyrityksessä sekä laboratoriossa.

Aiempien tutkimusten (Johnson ym., 1992; Mäkelä ym., 2019) perusteella tiedetään kylmien olojen vaikutukset hengityksensuojainten toimivuuteen sekä kasvojen lämpötilaan vaikuttavat tekijät. Tässä tutkimuksessa hengityksensuojainten käyttöä ja kasvojen jäähtymistä tutkittiin aidoissa työskentelyoloissa kolmessa tutkimuksen yhteistyöyrityksessä. Tavoitteena oli saada puhallinsuojainta käyttäviä työntekijöitä osallistumaan tutkimukseen. Tutkimukseen osallistunut sai halutessaan kokeilla erillisen kylmänsuojauksen käyttöä hengityksensuojaimen kanssa.

Laboratoriossa kontrolloiduissa oloissa tehtiin kolme mittausarjaa, joissa kaikissa hengityksensuojaimena oli kypärällä varustettua suojain 3M Versaflo™ M-306 ja puhallinlaite 3M Versaflo™ TR602E ja lämpötilana -10 °C. Tuulen nopeus oli 5 m/s kahdessa ensimmäisessä sarjassa ja 2 m/s kolmannessa. Ensiksi selvitettiin erisuuntaisen tuulen vaikutus kasvojen jäähtymiseen käytettäessä kasvoille tiivistymätöntä puhallinsuojainta kylmässä. Toisessa mittauksessa viidellä kylmänsuojamallilla ja kasvoteppeillä (kuva 15 edellä) sekä ilman erillistä kylmänsuojausta tehtiin vertailumittaukset, joissa testattava oli levossa seisten. Kolmanteen mittausarjaan valittiin kolme kylmänsuojaa edellisten mittausten perusteella ja vertailtiin niitä keskenään sekä ilman kylmänsuojausta rasiuksen ja levon aikana.

6.2 Menetelmät työpaikoilla

6.2.1 Työpaikoilla mittauksiin osallistuneet vapaaehtoiset

Sekä kasvojen jäähtymis- että hengityksensuojainten tiiviysmittauksiin ja samalla terveystarkastukseen osallistui yhteensä 49 työntekijää, joista kaksi oli naista (Taulukko 4).

Taulukko 4: Työpaikoilla vapaaehtoisten terveystarkastukseen ja mittauksiin osallistuneiden antropometriset mitat. (keskiarvot ja (keskihajonta)).

MITTAUS	IKÄ (V)	PITUUS (CM)	PAINO (KG)	LKM
KAIKKI	40,8 ± 11,4	179,4 ± 7,0	91,2 ± 14,4	49
KASVOJEN JÄÄHTYMINEN	41,3 ± 11,2	178,8 ± 6,3	93,0 ± 15,9	26

6.2.2 Mittausmenetelmät ja käytetyt suojaimet työpaikoilla

Kasvojen jäähtymismittauksia tehtiin kaikissa kolmessa kohdeyrityksessä ja työtehtävissä, joissa altistutaan sekä ilman epäpuhtauksille että kylmälle. Tutkimukseen osallittuvat vapaaehtoiset saivat kokeilla halutessaan kylmänsuojausta kasvoille tiivistymättömän puhallinsuojaimen kasvo-osan alla. Tällöin suojainta käytettiin työssä ensin ilman kylmänsuojaa ja noin puolen tunnin ajan kylmänsuojan kanssa. Yhteensä tehtiin 26 mittausta työpaikoilla. Yhdessä mittauksessa työntekijä ei käyttänyt hengityksensuojainta.

Hengityksensuojaimina käytettiin kunkin työpaikan omia suojaimia, joista kypärällä varustettuja kasvoille tiivistymättömiä puhallinsuojaimia (A) oli neljä, yksi kasvoille tiivistävä puhallinsuojain (B), yksi hengitykseen reagoiva puhallinsuojain (C), kasvoille tiivistyviä puolinaamarisuojaimia (D) oli kaksi ja kertakäyttöisiä FFP3-puolinaamarisuojaimia (E) oli kaksi (Taulukko 5).

Taulukko 5: Mittauksissa käytetyt suojaimet ja käyttäjien määrä sekä alushupun käyttäjät.

TYYPPI	HENGITYKSENSUOJAIN JA PUHALLIN	ALUSHUPUN KÄYTTÖKOKEILU	
		KÄYTTÄJIEN MÄÄRÄ	JA KÄYTTÄJIEN MÄÄRÄ
A	3M™Versaflo™ M-306 ja TR-600	7	svala 3
A	Sundström SR580 ja SR500	5	svala 2
A	3M™ Scott Speedglas™ Hitsausmaski ja 3M™ Adflo™/Scott Proflow 2	2	oma tuubihuivi 1
A	3M™ Versaflo™ M-306 ja 3M™Jupiter	2	timeless 2
B	3M™ Scott FM3 Promask + 3M™Proflow 2 SC	3	ei
C	Shigematsu Sync01VP3	1	ei
D	GVS Eclipse P3RD, puolinaamari	1	ei
D	Sundström SR100, puolinaamari	1	ei
E	Dräger X-plore 1320 V, FFP2 NR D	1	ei
E	Dräger X-plore 1930 V, FFP3 NR D	2	ei

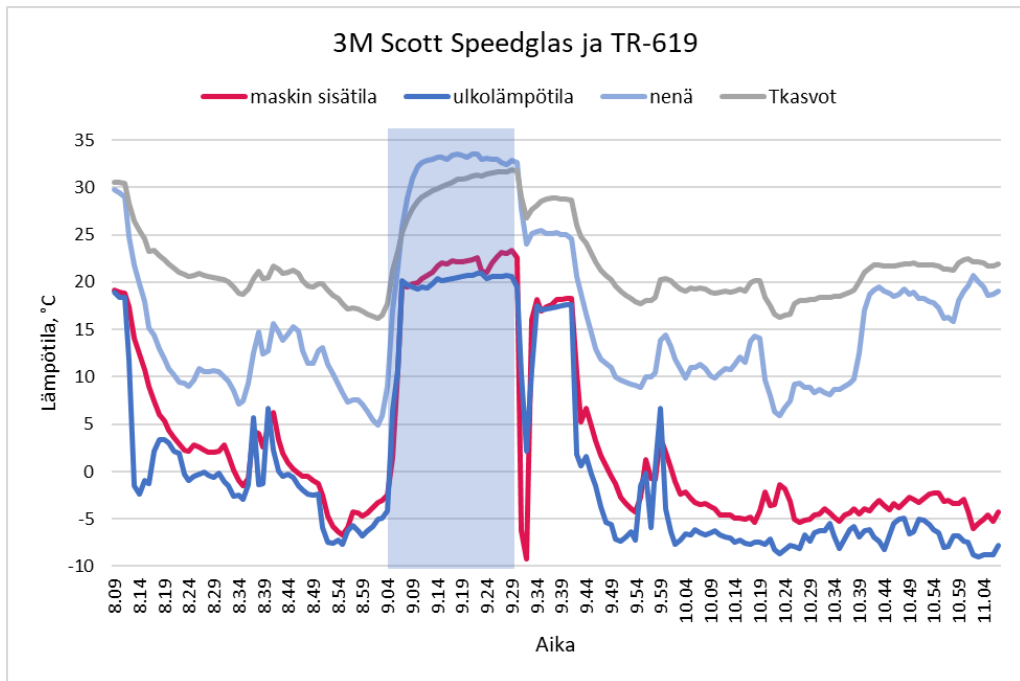
Kasvojen iholämpötilaa mitattiin neljästä kohtaa: otsasta, poskesta, nenästä ja leuasta sekä niskasta. Lämpötila-antureina käytettiin joustavaa termistoria (2M21916, Dräger, Saksa) ja anturi kiinnitettiin teipillä ihoon. Hengityksensuojaimen sisälämpötilaa mitattiin kasvo-osan sisältä poskipään kohdalta ja ulkolämpötilaa kypärään kiinnitetyllä termistorilla. Tiedonkeruuyksikköön (SmartReader7Plus, ACR Systems, Kanada) lämpötilat tallentuivat 60 sekunnin välein. Kasvojen lämpötuntemus kysyttiin käyttäen standardiasteikkoa (ISO 10551).

6.3 Tulokset työpaikoilta

6.3.1 Kasvojen jäähtymismittaukset

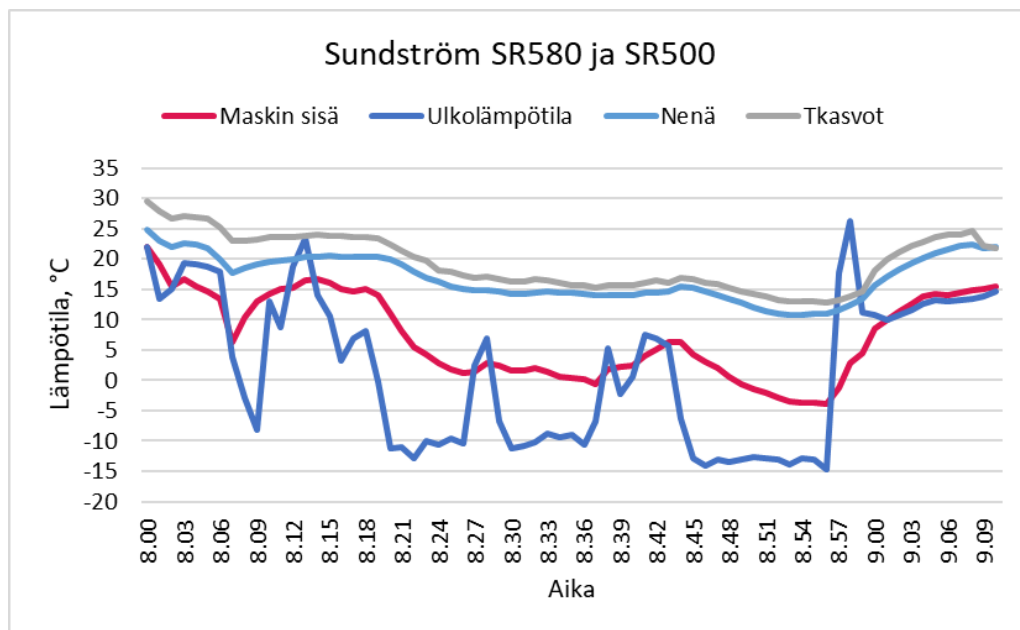
Kasvojen jäähtymismittauksia tehtiin kolmessa organisaatiossa kussakin useilla osastoilla. Koska työpaikoilla kukin mittauksiin osallistunut työntekijä teki omaa työtään ja olosuhteet saattoivat poiketa, keskimääräisiä tuloksia ei pystytty esittämään. Seuraavassa kustakin organisaatiosta ja työtehtävästä esitetään esimerkkikuvaaja. Kuvaajissa on kasvojen keskimääräinen iholämpötila (Tkasvot) ja kylmin iholämpötila. Kuvissa 21–26 hengityksensuojaimena on kypärällä ja puhallinlaitteella varustettu suodattava suojain, kuvassa 27 on puhallinlaitteella varustettu kasvoille tiivistyvä kokonaamari ja kuvassa 28 on kasvoille tiivistyvä suodattava puolinaamari. Osassa mittauksissa on käytetty osan aikaa alushuppua kylmänsuojana.

Työpaikka C:ssä huoltotehtävien aikana (Kuva 21) kasvat jäähtyvät hieman alle 20 °C:een, kylmin alue oli nenä (5 ja 15 °C välillä pääosin). Ulkolämpötila oli noin -11 °C ja kypärään kiinnitetty lämpötila-anturi seurasi työympäristön mukaan vaihtelevaa lämpötilaa (-5 - -10 °C). Suojaimen sisäosan lämpötila oli noin -5 °C. Työn kuormitus nostaa myös kasvojen lämpötilaa, mikä näkyy työjakson lopussa nenän lämpötilan nousuna.



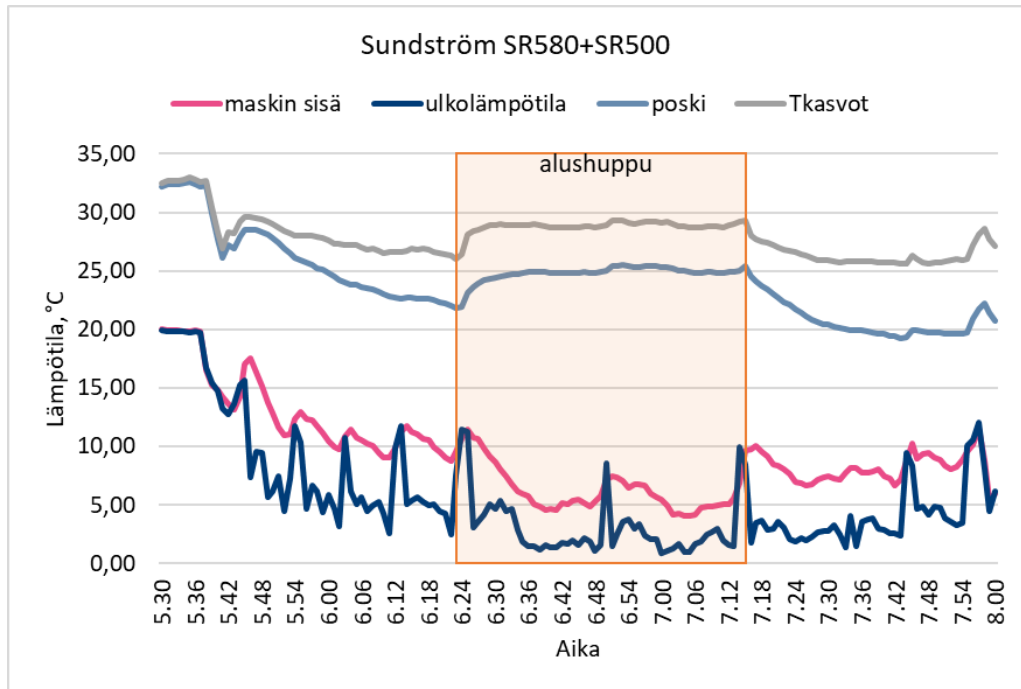
Kuva 21: Keskimääräinen iholämpötila (Tkasvot) ja kylmin iholämpötila sekä kasvo-osan sisäinen lämpötila ja ilman lämpötila (kypärään kiinnitetty). Kypärällä ja puhallinlaitteella varustettu suodattava suojain. Sininen alue: ruokatauko. Työpaikka C. Ulkoilman lämpötila noin -11 °C.

Työpaikalla A (Kuva 22) kasvojen lämpötila laskee enimmillään alle 15 °C:een työn aikana. Ulkolämpötila oli alimmillaan -15 °C.



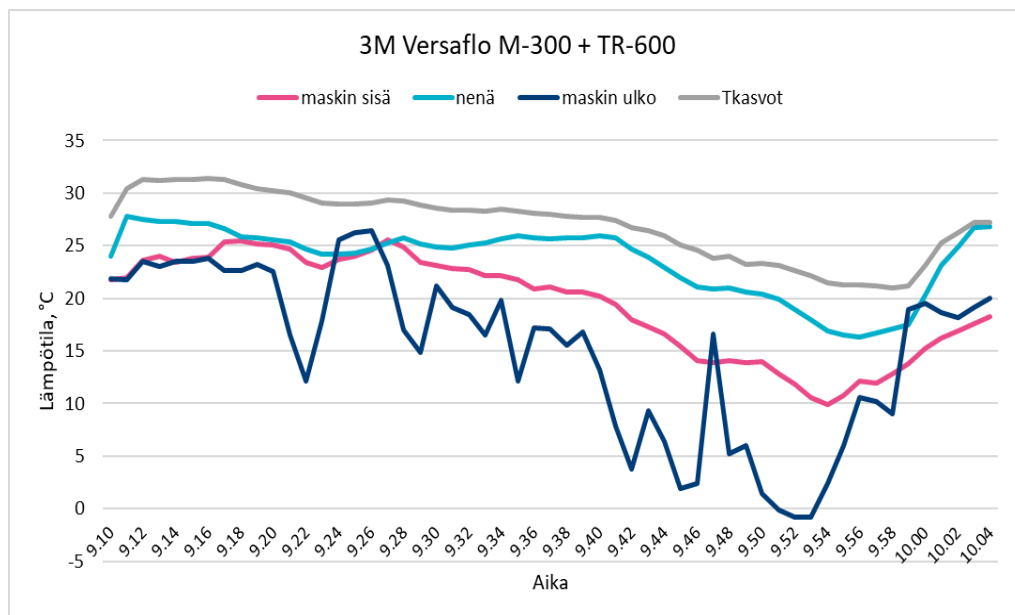
Kuva 22: Keskimääräinen iholämpötila (Tkasvot) ja kylmin iholämpötila sekä kasvo-osan sisäinen lämpötila ja ilman lämpötila (kypärään kiinnitetty). Kypärällä ja puhallinlaitteella varustettu suodattava suoja. Työpaikka A. Ulkoilman lämpötila alimmillaan -15 °C.

Työpaikalla A (Kuva 23) työntekijän käyttämä merinovillainen alushappu nosti kasvojen iholämpötiloja, vaikka kasvo-osan ilmalämpötila ja ulkolämpötila olivat alimmillaan. Ilman kylmänsuojausta iholämpötilat laskevat 20 – 25 °C:een.



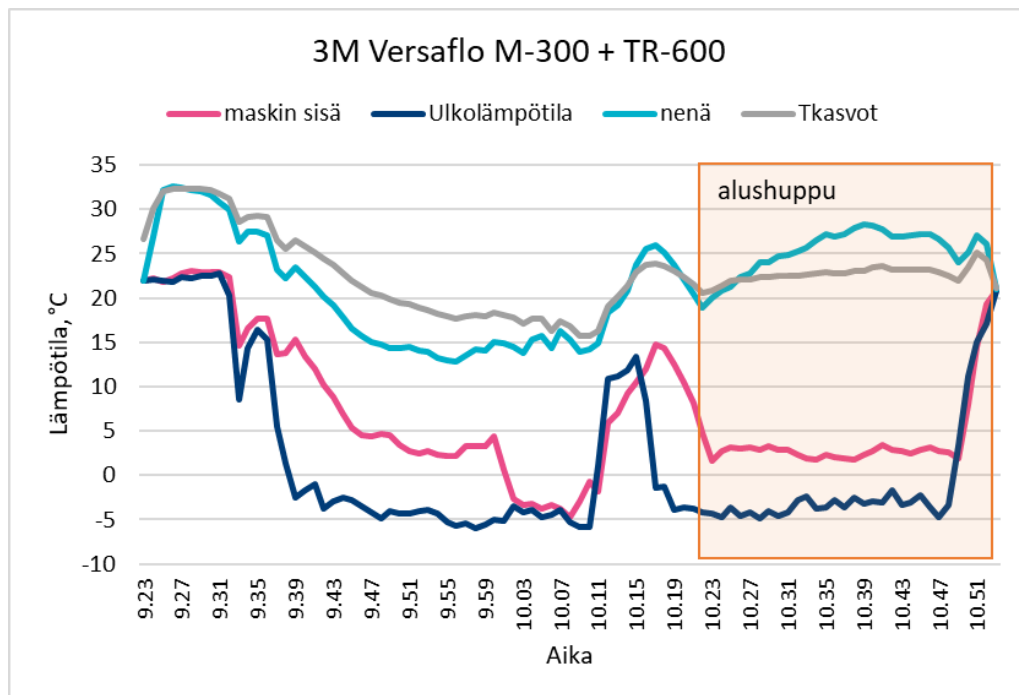
Kuva 23: Keskimääräinen iholämpötila (Tkasvot) ja kylmin iholämpötila sekä kasvo-osan sisäinen lämpötila ja ilman lämpötila (kypärään kiinnitetty). Kypärällä ja puhallinlaitteella varustettu suodattava suojain. Työpaikka A. Kylmänsuojana merinovillainen alushappu. Ympäristön lämpötila alimmillaan +2 °C.

Työpaikalla B hengityksensuojaimen sisällä ilman lämpötila samoin kuin kasvojen iholämpötila laskee työympäristön lämpötilan laskun mukaisesti (Kuva 24).

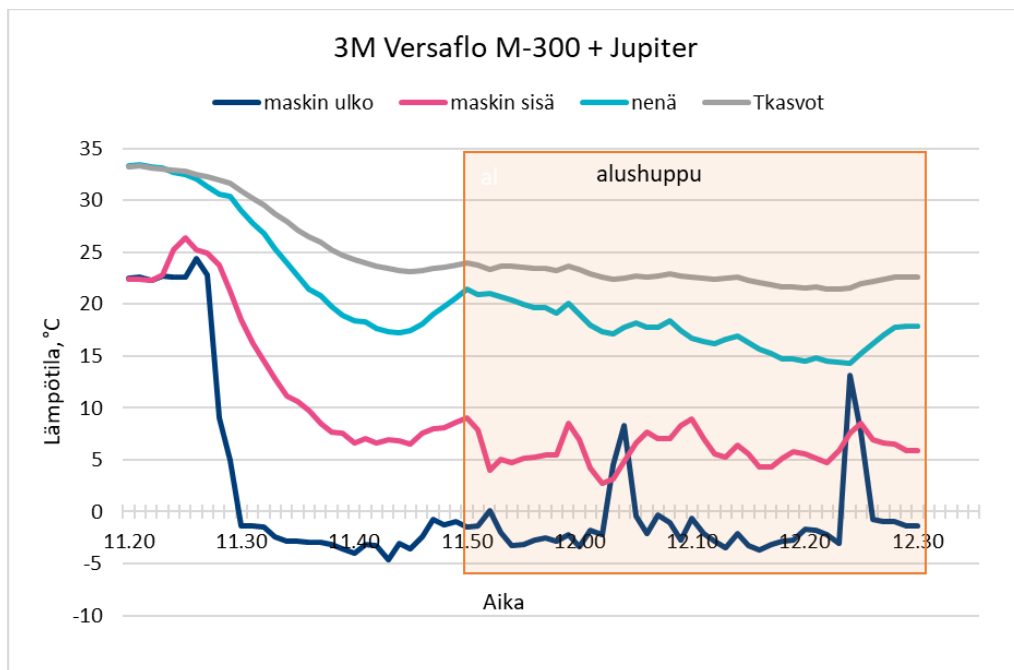


Kuva 24: Keskimääräinen iholämpötila (Tkasvot) ja kylmin iholämpötila sekä poskipään kohdalta suojaimeen sisälämpötila ja ulkolämpötila (kypärään kiinnitetty). Kypärällä ja puhallinlaitteella varustettu suodattava suojaimeen. Työpaikka B, kunnossapitotyöt. Ympäristön lämpötila alimmillaan 0 °C.

Merinovillaisen alushupun käyttö nostaa nenän lämpötilaa noin 15 °C (Kuva 25).
Alushuppu ei kuitenkaan kaikissa tilanteissa estänyt kasvojen jäähtymistä (Kuva 26).

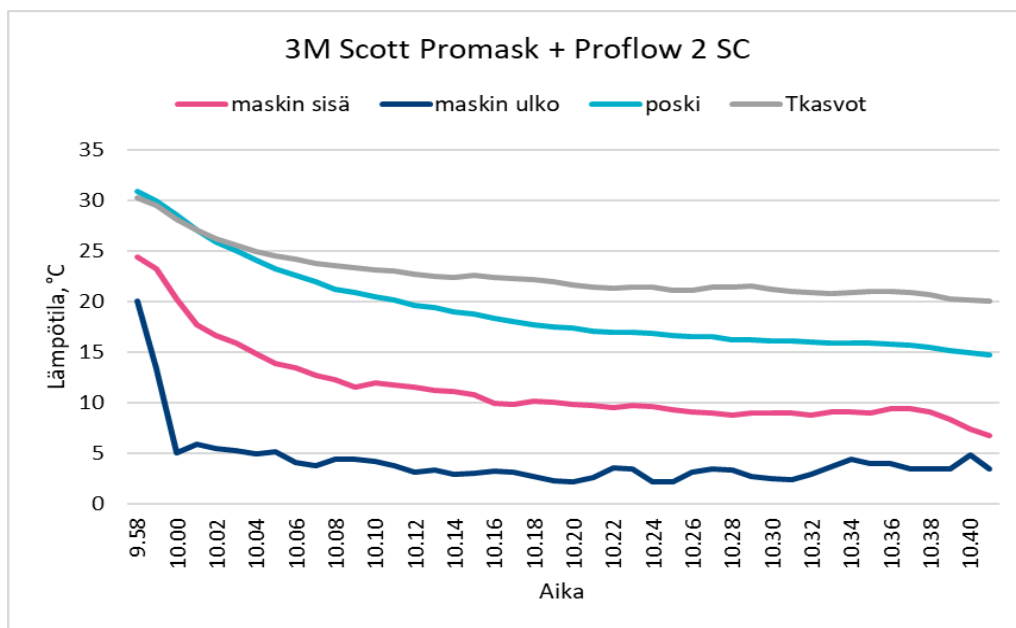


Kuva 25: Keskimääräinen iholämpötila (Tkasvot) ja kylmin iholämpötila sekä poskipään kohdalta suojaimen sisälämpötila ja ulkolämpötila (kypärään kiinnitetty). Kypärällä ja puhallinlaitteella varustettu suodattava suojain. Työpaikka B, kunnossapitotyöt. Kylmänsuojana merinovillainen alushuppu. Ympäristön lämpötila alimmillaan -5 °C.



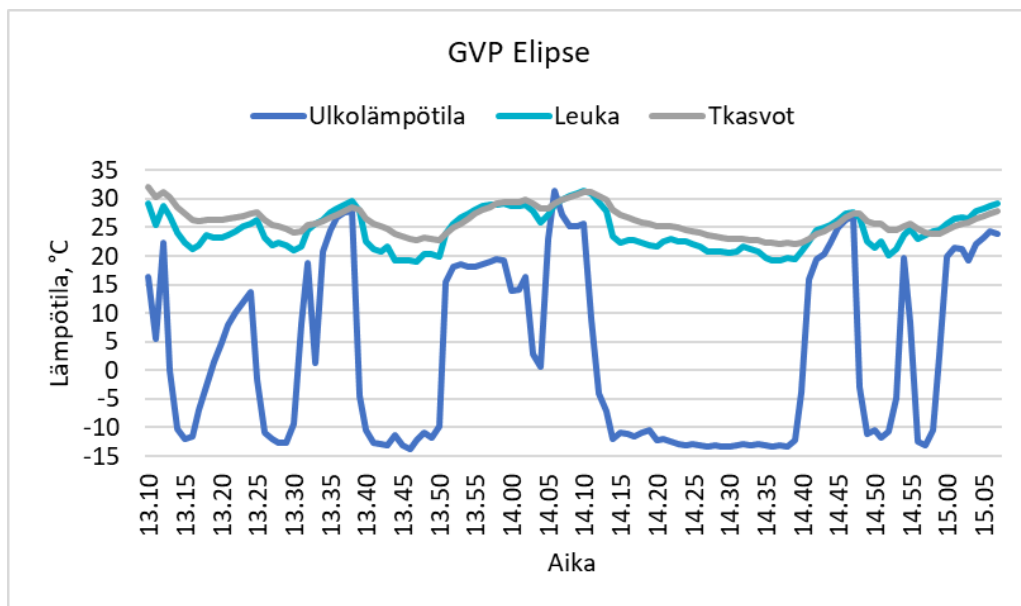
Kuva 26: Keskimääräinen iholämpötilä (Tkasvot) ja kylmin iholämpötilä sekä poskipään kohdalta suojaimeen sisälämpötilä ja ulkolämpötilä (kypärään kiinnitetty). Kypärällä ja puhallinlaitteella varustettu suodattava suoja. Työpaikka B. Kylmänsuojana silkkinen alushuppu. Ympäristön lämpötilä alimmillaan -5 °C.

Kasvoille tiivistyvää puhallinsuojainta (3M Scott Promask ja Proflow 2 SC) käytettäessä kasvat jäähtyvät noin 20 °C:een ja poski kylmimpänä noin 15 °C:een vajaassa 40 min työn aikana ympäristön lämpötilan ollessa +2 °C (Kuva 27).



Kuva 27: Keskimääräinen iholämpötila (Tkasvot) ja kylmin iholämpötilä sekä poskipään kohdalta suojaimeen sisälämpötilä ja ulkolämpötilä (kypärään kiinnitetty). Kasvoille tiivistyvä kokonaamari puhaltimella varustettuna. Työpaikka B. Ympäristön lämpötilä alimmillaan +2 °C.

Suodattavaa puolinaamari käytettäessä kasvojen iholämpötilat ovat 20 °C tai yli vaikka ulkolämpötila on -14 °C (Kuva 28).



Kuva 28: Keskimääräinen iholämpötila (Tkasvot) ja kylmin iholämpötila sekä ulkolämpötila (anturi kypärään kiinnitettyinä). Kasvoille tiivistyvä puolinaamari, ei puhallinta. Työpaikka A. Ympäristön lämpötila alimmillaan -14 °C.

6.3.2 Tulosten tarkastelu

Puhallinsuojaimissa moottori avustaa ilman virtausta suodattimien läpi, jolloin suojaimeen sisälle muodostuu positiivinen paine mikä puolestaan helpottaa hengitystyötä. Lämpimässä ympäristössä ilmanvirtaus kasvoille myös vähentää lämpökuormittumista (Khoo ym., 2005). Kylmässä ympäristössä moottorin puhaltama kylmä ilma jäädyttää kasvoja voimakkaasti. Tässä tutkimuksessa työpaikoilla käytetyt puhallinsuojaimet jäädyttivät kasvojen iholämpötiloja 15 – 20 °C:een ulkolämpötilan ollessa +2 - -5 °C. Kylmemmässä lämpötilassa (-10 - -15 °C) iholämpötilat laskivat alimmillaan 10 °C ja jopa hetkellisesti 5 °C:een. Kasvojen ihon jäähtyminen noin 20 °C:een voi aiheuttaa epämiellyttävyyttä ja jäähtyminen noin 10 – 15 °C:een voi tuntua kipuna (Gavhed ym., 2000). Paleltuma syntyy, kun ihon lämpötila laskee alle 0 °C. Iho ja kudokset alkavat jäätyä niiden lämpötilan laskiessa -2 °C:een tai matalammalle. Terveysvaikutuksista enemmän kappaleessa 7.

Alushupun käyttö kylmänsuojana puhallinsuojaimen kasvo-osan alla joko nosti kasvojen iholämpötilaa tai hidasti iholämpötilojen laskua. Työpaikoilla vaihtelevien työympäristöjen ja työn kuormituksen vuoksi kasvojen jäähtyminen puhallinsuojainta käytettäessä ei ole jatkuvaa vaan voi tasaantua tai väliaikaisesti lämpötila voi nousta. Kasvojen jäähtymistä voi siten rajoittaa tekemällä, mahdollisuuksien mukaan, ajoittain töitä lämpimämmässä, jolloin kasvot ehtivät lämmetä. Pitkäkestoista ja yhtäjaksoista puhallinlaitteen käyttöä ilman kylmänsuojausta tulisi rajoittaa kylmässä.

Suodattava koko- tai puolinaamari ilman puhallinta suojaa suojaimen alle jäävää kasvojen osaa. Hengitysvastus näissä suojaimissa on jossain määrin ongelmallinen ja voi raskaimmissa töissä heikentää jaksamista ja työntekoa (Louhevaara ym., 1985). Suodattavien suojainten käyttäjä hengittää ympäröivää ilmaa hengitysilhasten voimalla suodattimen läpi. Suojaimen aiheuttama ylimääräinen hengitysvastus vähentää keuhkotuuletusta. Etenkin raskaassa dynaamisessa lihastyössä hengityksensuojain alkaa tuntuvasti haitata riittävää ilman saantia ja aiheuttaa hengitysilhaksille lisätyötä. Hengitystiesairauksia poteville suodattavan suojaimen käyttö työssä voi olla liian rasittavaa normaaleissa lämpöoloissa puhumattakaan kylmissä oloissa, joissa hengitysteiden supistumistaipumus on vielä suurempi (Johnson ym., 2016). Kasvojen muodolla (kapeat/leveät) ei ole todettu olevan merkittävää vaikutusta hengitysvastuksen suuruuteen, vaikka suodattavien suojaimien välillä on eroja (Rebar ym., 2004)

6.4 Mittausmenetelmät laboratoriossa

Kylmälle altistumisten aikana kasvojen iholämpötilaa mitattiin neljästä kohtaa: otsasta, poskesta, nenästä ja leuasta sekä niskasta. Lämpötila-antureina käytettiin joustavaa termistoria (2M21916, Dräger, Saksa) ja anturi kiinnitettiin teipillä ihoon. Tiedonkeruuyksikköön (SmartReader7Plus, ACR Systems, Kanada) lämpötilat tallentuivat 20 sekunnin välein. Kasvojen keskimääräinen iholämpötila laskettiin keskiarvona paikallisista iholämpötiloista, ilman niskan mittauspistettä. Kasvojen lämpötuntemus kysyttiin käyttäen standardiasteikkoa (ISO 10551).

Lämpötila-antureiden ihoon kiinnittämisen jälkeen koehenkilö puki kypärän aluspäähineen (fleece) ja suojaimen. Yksi lämpötila-anturi kiinnitettiin suojaimen sisälle poskipään kohdalle mittaamaan ilman lämpötilaa. Anturin mittaava pää oli vapaana. Lisäksi mitattiin kypärän sisältä ilman pinnan ja päänauhaston lämpötilaa sekä pään ja kypärän väliltä ilman lämpötilaa. Yksi lämpötila-anturi kiinnitettiin kypärän ulkopuolelle. Vaatetukseen kuului pitkä alus- ja välivaatetus sekä päällysvaatetuksena takki ja housut (Würth). Kaulan suojana oli ohut tuubihuivi (polyesteri).

Hengityksensuojaimena käytettiin kypärällä varustettua 3M Versaflo™ M-306-suojainta ja 3M Versaflo™ TR602E-puhallinlaitetta.

6.4.1 Tuulen suunnan vaikutus kasvojen iholämpötiloille

Altistusmittaus tehtiin tuulitunnelissa -10 °C lämpötilassa ja 5 m/s tuulessa seisten 30 min kääntyen 7–8 min välein 45° vasemmalle. 1) Aluksi kasvot olivat tuuleen päin, 2) oikea puoli tuuleen päin, 3) selkä tuuleen ja 4) kerran vielä vasemmalle 45°, jolloin vasen puoli tuuleen päin 7–8 min ajan. Sama järjestys suoritettiin myös ilman tuulta mittauksissa. Lämpötuntemukset (yleinen ja kasvot) kysyttiin altistuksen alussa ja ennen jokaista kääntymistä.

Mittauksiin osallistui neljä vapaaehtoista koehenkilöä (3 naista ja 1 mies), ikä 44,2 ± 14,1 v, pituus 166,3 ± 6,2 cm ja paino 58,8 ± 6,9 kg.

6.4.2 Kasvojen iholämpötilojen vertailumittaus erilaisia kylmänsuojia käytettäessä

Erilaisten kylmänsuojien kylmältä suojaavaa vaikutusta vertailtiin kasvojen jäähtymismittauksilla. Mittausolosuhteet, -menetelmät ja vapaaehtoiset koehenkilöt olivat samat kuin kohdassa 5.4.1. Testattavat kasvojen kylmänsuojausmenetelmät on esitelty kuvassa 15.

6.4.3 Kylmänsuojien vertailumittaukset levossa ja keskiraskaassa työssä

Kolme kylmänsuojamallia valittiin levossa ja keskiraskaassa työssä tehtävään mittaukseen. Kylmänsuojat olivat TTL Kasvojen Kylmänsuoja, merinovilla- ja tuulensuoja-aluspäähinettä (kuva 15). Myös ilman kylmänsuojausta tehtiin mittaukset. Mittauksiin osallistui viisi vapaaehtoista koehenkilöä (3 naista ja 2 miestä): ikä 45,6 ± 12,6 vuotta, pituus 168,0 ± 6,6 cm ja paino 63,6 ± 12,4 kg. Mittausolosuhteet olivat: lämpötila -10 °C ja tuuli 2 m/s.

Kasvojen iholämpötilojen ja suojaimen sisälämpötilan mittausmenetelmä oli sama kuin kohdassa (5.2.3). Kypärän ilmakehän lämpötiloja ei mitattu. Vaatetuksena oli sama kuin edellä esitetty.

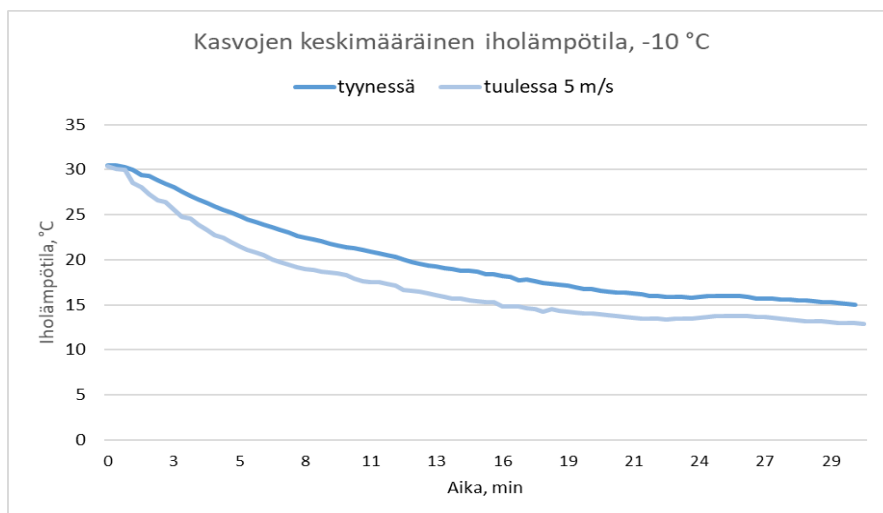
Altistusmittaus suoritettiin -10 °C:ssa ja 2 m/s tuulessa. Koehenkilö seiso i aluksi 10 min kasvot tuuleen päin. Tämän jälkeen koehenkilö käveli juoksumatolla nopeudella 4 km/h

25 minuuttia. Lopuksi koehenkilö seiso paikallaan 15 min. Lämpötuntemukset (yleinen ja kasvot) kysyttiin 10 minuutin välein. Sykettä mitattiin kävelyn aikana.

6.5 Tulokset laboratoriomittauksista

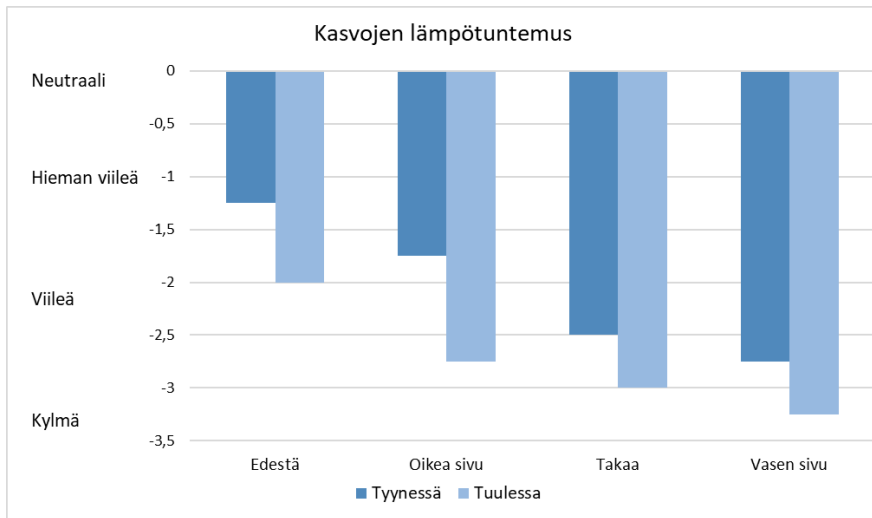
6.5.1 Tuulen suunnan vaikutus kasvojen iholämpötiloille

Tuulen (5 m/s) merkitys kasvojen keskimääräiseen iholämpötilaan kasvo-osan sisällä ilman erillistä kasvojen kylmänsuojausta näkyy kuvassa 29. Eri suunnalta puhaltava tuuli jäähdytti kasvoja enimmillään noin 3,5 °C enemmän kuin tyynessä. Kasvojen jäähtymisnopeus oli 0,51 °C/min tyynessä ja 0,58 °C/min tuulessa.



Kuva 29: Kasvojen keskimääräinen iholämpötila ilman erillistä kasvojen kylmänsuojausta 30 min mittauksen aikana tyynessä ja tuulessa -10 °C:ssa.

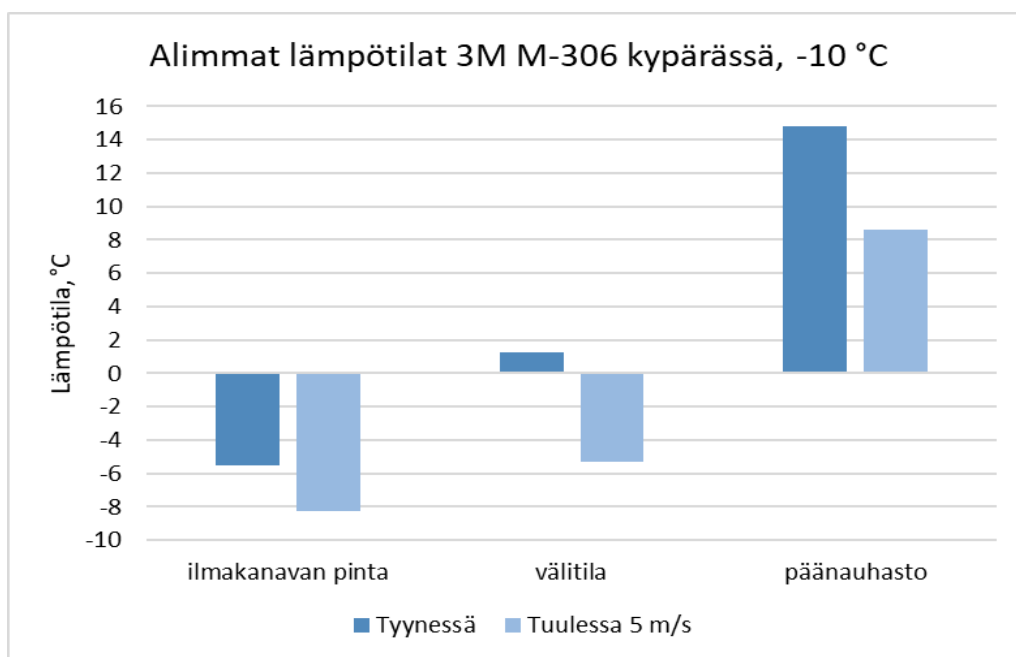
Kasvojen lämpötuntemukset olivat viileämmät ja kylmemmät tuulisissa oloissa kuin tyynessä (Kuva 30). Takaa tuleva tuuli osalla koehenkilöitä jäähdytti takaraivoa enemmän.



Kuva 30: Kasvojen keskimääräinen lämpötuntemus ilman erillistä kasvojen kylmänsuojausta 30 min mittauksen aikana tyynessä ja tuulella -10 °C:ssa. Tuuli edestä, oikea sivu, takaa ja vasen sivu. Tyynessä kääntyminen samassa järjestyksessä.

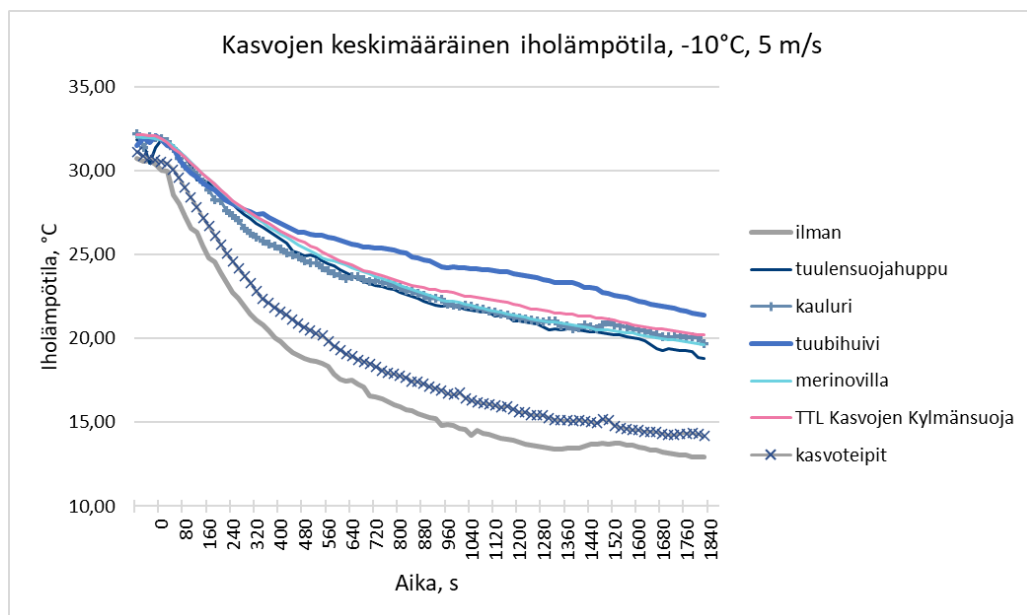
6.5.2 Kasvojen iholämpötilojen vertailumittaus erilaisia kylmänsuojia käytettäessä

Ilman lämpötila kasvo-osan sisäpuolella oli keskimäärin $-7,8 (\pm 1,0)$ °C tuulella ja $-6,2 (\pm 0,4)$ °C tyynessä, kun ilman lämpötila ympäristössä oli $-10,0$ °C ja tuulen nopeus on 5 m/s. Hengityksensuojaimen kypärän sisällä alimmat lämpötilat olivat tuulisissa oloissa ilmakehän pinnalla $-8,3$ ja kypärän ja pään välitilassa $-5,3$ °C (Kuva 31). Päänauhaston lämpötilaa lämmittää pää, mutta tuulella sen lämpötila jäähtyy noin 6 °C enemmän tyynitilaan verrattuna.



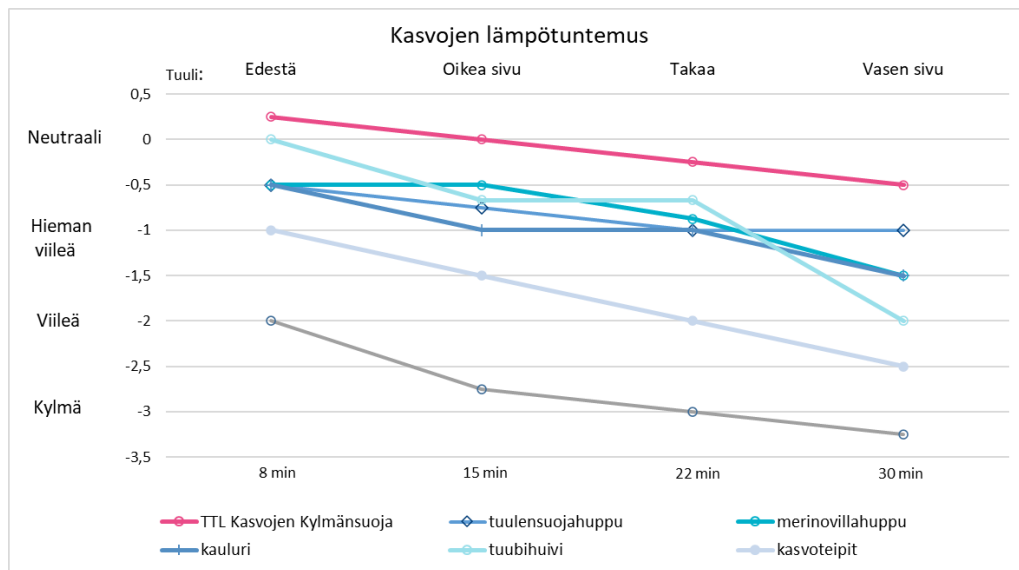
Kuva 31: Hengityksensuojaimen integroidun kypärän sisäosien lämpötilat tyynessä ja tuulella -10 °C:ssä.

Erilaisten kylmänsuojien käyttö vähensi kasvojen keskimääräisen iholämpötilan laskua 5–8 °C tuulessa (Kuva 32). Kylmänsuojien vertailussa tuulessa ero kasvojen keskimääräisessä lämpötilassa oli noin 3 °C (tuubihuivin ja tuulensuojahupun välillä). Tuulensuojakauluri, tuulensuojahappu, merinovillahappu ja TTL Kasvojen Kylmänsuoja hidastivat jäähtymistä samansuuruisesti. Urheilijoiden kasvotteipit eivät juuri suojanneet kasvoja jäähtymästä.



Kuva 32: Kasvojen keskimääräinen iholämpötila ilman kasvojen kylmänsuojausta sekä kylmänsuojien ja kasvotteippien kanssa.

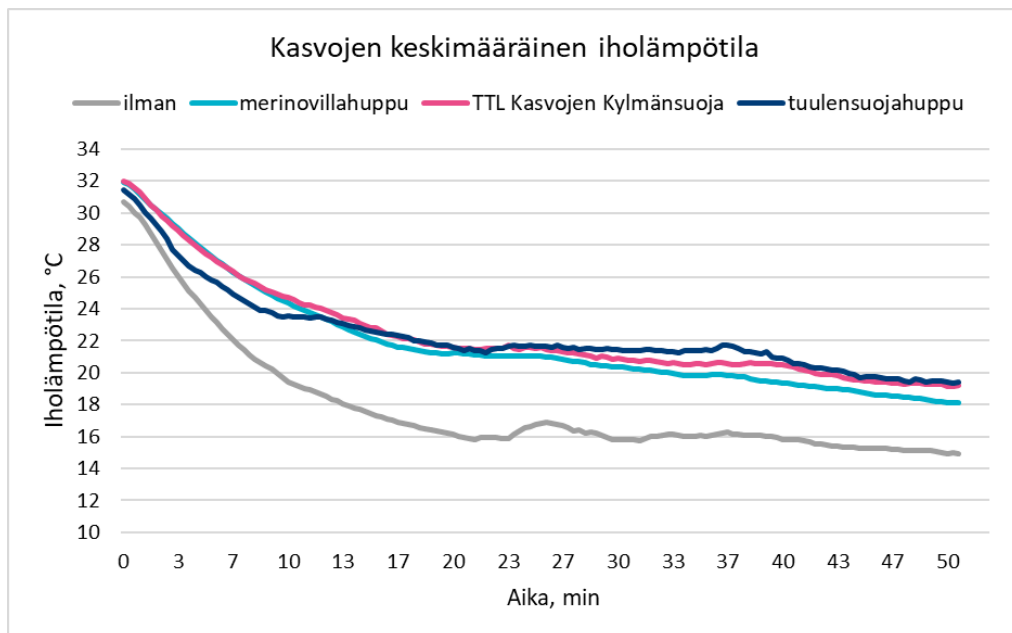
Kasvojen lämpötuntemus oli "neutraali" TTL Kasvojen Kylmänsuojaa käytettäessä (Kuva 33). Muilla kylmänsuojilla lämpötuntemus oli "hieman viileä" ja tuubihuivia käytettäessä "viileä" lopussa. Tuubihuivi suojaa vain leukaa. Kasvoteppejä käytettäessä tuntemukset olivat viileimmät. Ilman kylmänsuojausta kasvojen lämpötuntemus laski "viileästä" "kylmään".



Kuva 33: Kasvojen lämpötuntemus eri kylmänsuojausta käytettäessä sekä ilman. Lämpötila -10 °C, tuuli 5 m/s (suunta edestä, molemmilta sivuilta ja takaa).

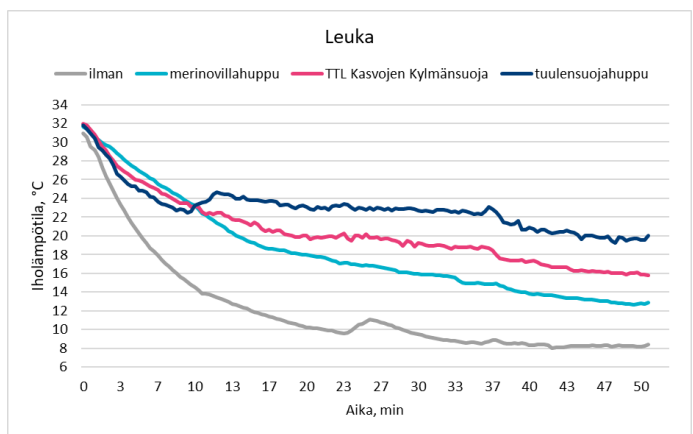
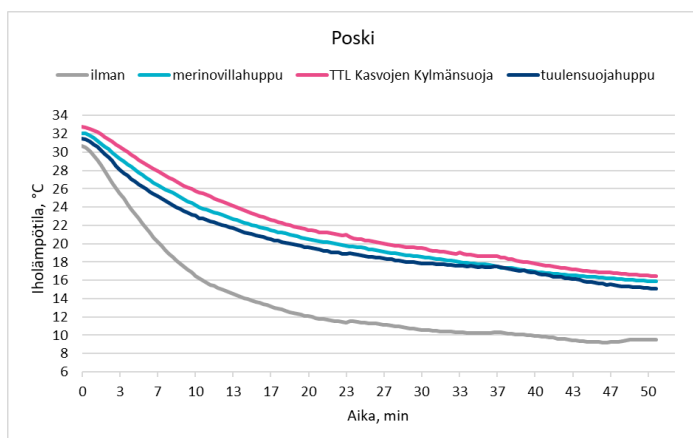
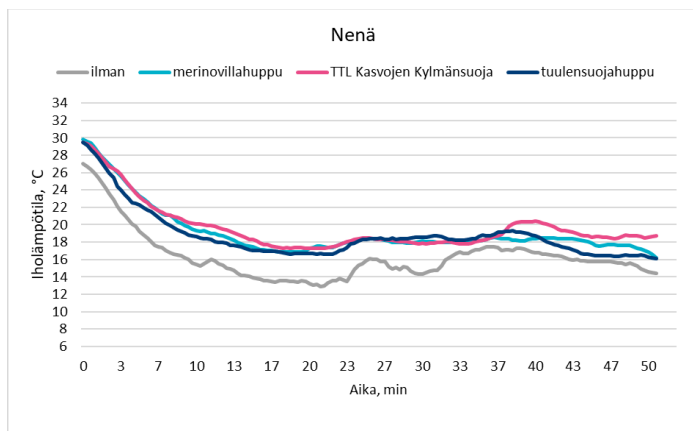
6.5.3 Kylmänsuojien vertailumittaukset levossa ja keskiraskaassa työssä

Testattujen kylmänsuojien välillä ei ollut merkittäviä eroja kasvojen keskimääräisessä iholämpötilassa (Kuva 34). Kylmänsuoja hidastaa jäähtymistä verrattuna ilman kylmänsuojausta tehtyyn mittaukseen. Ero on noin 4-5 °C.



Kuva 34: Kasvojen keskimääräinen iholämpötila ilman suojausta ja kolmen erilaisen kylmänsuojan kanssa eri aktiivisuustasoilla. Seisten 0 – 10 min, kävely 10 – 35 min ja seisten 35 – 50 min. -10 °C ja 2 m/s tuuli.

Kun tarkastellaan paikallisia kasvojen iholämpötiloja (Kuva 35) lämpötilaero on noin kahden asteen sisällä eri kylmänsuojien välillä. Tuulensuojahuppu lämmitti eniten ja merinovillainen huppu vähiten leukaa keskiraskaan kävelyn aikana. Keskiraskaan työn aikana (25 min) nenän ja leuan iholämpötilat nousivat lisääntyneen koko kehon lämmöntuoton ja kasvojen ihon verenkierron vilkastumisen seurauksena. Nenän lämpötilaan kylmänsuojalla ei ollut suurta lämmittävää vaikutusta etenkin rasiuksessa. Otsan lämpötila oli kaikissa tilanteissa 25 – 30 °C välillä.



Kuva 35: Kasvojen iholämpötilät eri kasvosuojaa käytettäessä ja ilman kylmänsuojausta -10 °C:ssa ja 2 m/s tuulessa.

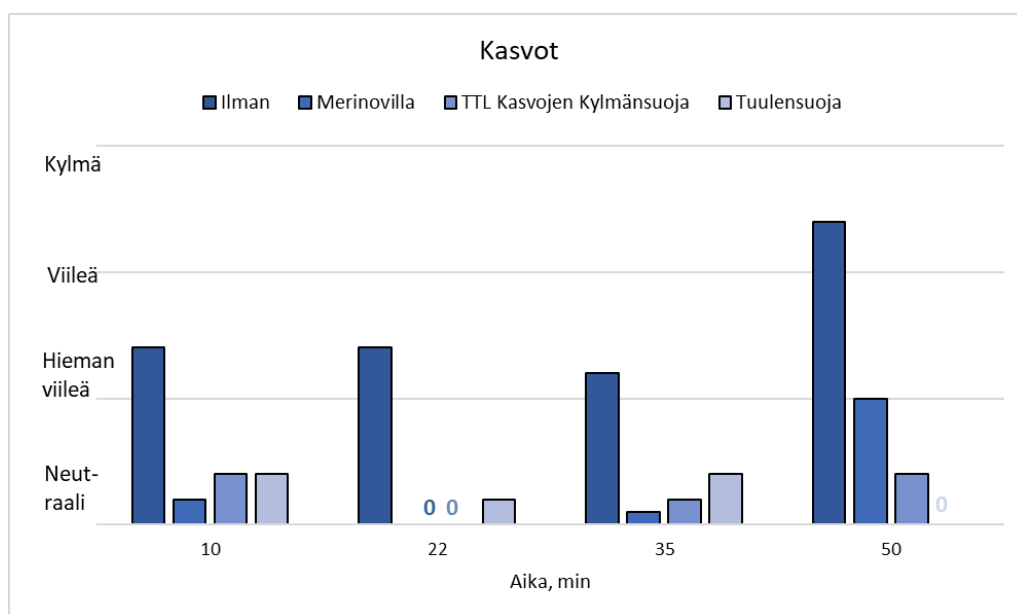
Iholämpötilojen jäähtymisnopeudet koko mittauksen ajalta olivat poskessa ja leuassa suuremmat kuin nenässä ilman kylmänsuojasta koko mittausajanjakson ajalta (Taulukko 6). TTL Kasvojen Kylmänsuojaa käytettäessä nenä ja tuulensuojahupussa leuka jäähdyi hitaammin kuin muilla kylmänsuojilla (Taulukko 6).

Taulukko 6: Iholämpötilojen jäähtymisnopeudet °C/min 50 minuutin ajalta.

	TKASVOT	POSKI	NENÄ	LEUKA
ILMAN	0,31	0,42	0,25	0,46
MERINOVILLAHUPPU	0,28	0,32	0,26	0,38
TTL KASVOJEN KYLMÄNSUOJA	0,26	0,33	0,22	0,32
TUULENSUOJAHUPPU	0,24	0,33	0,27	0,24

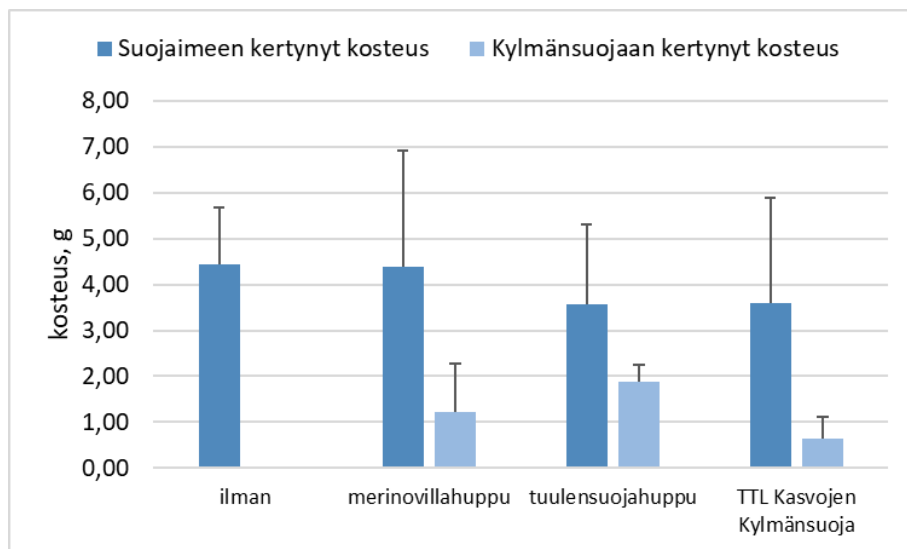
Syke ja tuntemukset

Kävelyn aikainen sykintätaajuus oli keskimäärin 104 ± 9 lyöntiä/min vastaten keskiraskaan työn alarajaa. Kasvojen lämpötuntemus kylmäältistuksessa oli ilman kylmänsuojaa "hieman viileä – viileä" ja kylmänsuojaimen kanssa "neutraali" tai merinovillaisen hupun kanssa "hieman viileä" altistuksen lopussa (Kuva 36). Yleinen koko kehon lämpötuntemus oli kävelyn aikana "neutraali" ja levon aikana "hieman viileä".



Kuva 36: Kasvojen lämpötuntemus seisomisen jälkeen (10 min), kävelyn aikana (22 ja 35 min) ja lopussa (50 min). 22 minuutin kohdalla merinovillaisen kylmänsuoja ja TTL Kasvojen Kylmänsuojan arvo 0=neutraali ja 50 min kohdalla tuulensuojahupun arvo on neutraali (=0).

Kuvassa 37 on esitetty hengityksensuojaimen ja kylmänsuojaan kertynyt kosteus 50 minuutin altistuksen aikana. Tuulensuojahappuun kertyi eniten kosteutta ja TTL Kasvojen Kylmänsuojaan vähiten. Tuulensuojahappu peittää suun, mistä syystä kankaaseen kertyi eniten hengitysteistä poistuvaa kosteutta.



Kuva 37: Hengityksensuojaimen ja kylmänsuojaan kertynyt kosteus. Keskiarvo ja keskihajonta, n=5.

6.5.4 Tulosten tarkastelu

Tuulen nopeuden nosto 5 m/s lisäsi kasvojen jäähtymistä noin 3,5 °C verrattuna tyyneen tilanteeseen 30 minuutin altistuksen aikana -10 °C lämpötilassa. Tuulen suunnalla (edestä, sivulta tai takaa) ei ollut kasvojen eri alueiden jäähtymiseen merkittävää vaikutusta, vaan jäähtyminen oli nopeampaa heti altistuksen alusta lähtien. Sivulta ja takaa tuleva voimakas tuuli tuntui jäädyttävän eniten takaraivoa ja pään sivuja. Kypärällä varustetussa puhallinsuojaimessa kylmä ilmanvirtaus ilmanavassa jäädyttää myös kypärän ja pään välistä ilmatilaa. Pään suojaus kypäräanalushupulla tai vastaavalla on suositeltavaa, sillä pään kautta poistuu runsaasti lämpöä ja voi lisätä koko kehon jäähtymistä. Kypärän sisältä mitatut lämpötilat olivat huomattavasti kylmempiä tuulen vaikutuksesta tukien tutkittavien kylmempiä lämpötiloja päänalueella.

Virtausnopeudeksi tämän tutkimuksen mittauksissa valittiin maksiminopeus (220 l/min, 3M Versaflo™ TR602E). Aiemmassa tutkimuksessa (Rissanen ja Mänttari 2015) virtausnopeuden pienentäminen 30 %:lla (240:sta 170:een l/min) tuotti noin 2 - 3 °C korkeampia iholämpötiloja -10 °C ulkolämpötilassa. Toisaalta virtausnopeuden vähentäminen voi lisätä hengitysvastusta kasvoille tiivistyviä puhallinsuojaimia käytettäessä (Johnson ym., 2005). Hengitysrytmiin mukautuvissa puhallinsuojaimissa, joissa ilmanvirtaus on 0 – 200 l/min sisäänhengityksen mukaan, kasvojen jäähtyminen oli vähäisempää jatkuvapuhalteisiin suojaimiin verrattuna. Iholämpötila oli keskimäärin 5 °C korkeampi hengitysrytmiin mukautuvia puhallinsuojaimia käytettäessä (Mäkelä ym., 2019).

Erillisen kylmänsuojan käyttö kasvoille tiivistymättömien puhallinsuojainten kasvo-osan alla hidasti kasvojen jäähtymistä tuulisissa kylmissä oloissa (-10 °C, 5 m/s). Kasvojen lämpötila oli 5 - 8 °C korkeampi kuin ilman kylmänsuojaa (Tkasvot 13 °C) 30 minuutin altistuksen (seisten) aikana. Urheilijoiden käyttämät kasvotiepit eivät suojanneet kasvojen ihoa, vaan jäähtyminen oli lähes samansuuruista kuin ilman mitään kylmänsuojaa. Kasvojen lämpötuntemus noudatti iholämpötilan laskua, mutta TTL Kasvojen Kylmänsuoja tuntui lämmittävän kasvoja enemmän kuin muut kylmänsuojat. Tuubihuivi suojaa vain kasvojen alaosaa ja sen paikoillaan pysyminen on jossain tapauksissa epävarmaa. Lisäksi vaarana on, että se estää puhallinsuojaimessa ilman ulosvirtauksen tukkimalla kasvo-osan alaosaa.

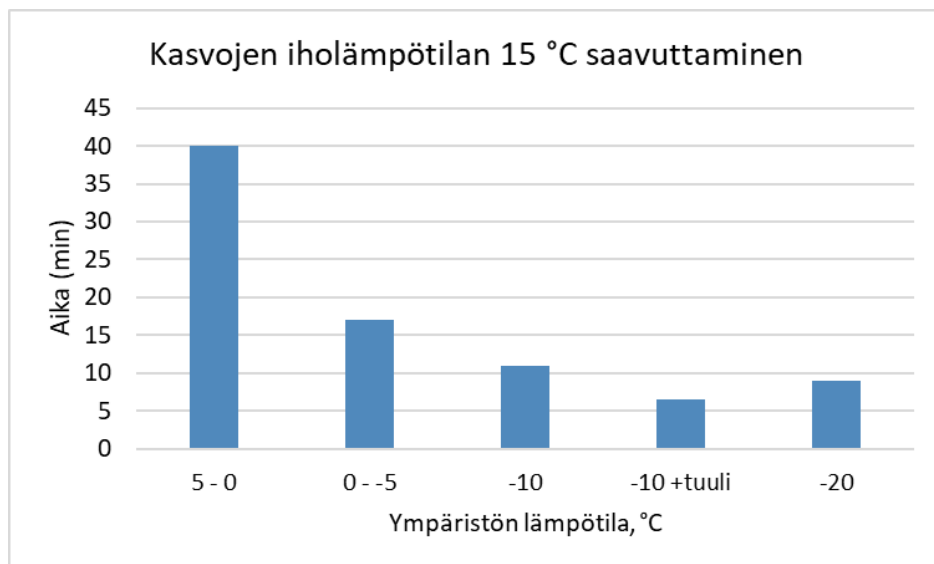
Valikoitujen kylmänsuojien vertailumittauksissa levossa ja keskiraskaassa työssä 10 °C:ssa ja 2 m/s tuulessa kasvojen keskimääräinen iholämpötila oli noin 5 °C korkeampi kuin ilman kylmänsuojausta (Tkasvot noin 15 °C) 50 minuutin altistuksen jälkeen. Paikallisista iholämpötiloista otsan lämpötila oli kaikissa tapauksissa 25 – 30 °C, lämpötila, joka voi tuntua viileältä tai kylmältä. Nenän lämpötila kylmänsuojaa käytettäessä oli noin 2 °C ja posken noin 5 °C korkeampi kuin ilman erillistä kylmänsuojausta. Suurin ero kylmänsuojien välillä oli leuan lämpötilassa, jossa tuulensuojahuppu lämmitti eniten, seuraavaksi TTL Kasvojen Kylmänsuoja ja vähiten merinovillainen huppu. Nämä kylmänsuojat eroavat suuaukon kohdalta; tuulensuojahupussa ei ole aukkoa suun kohdalla, muissa suojissa aukko on. Aukon kautta kylmää ilmaa saattoi päästä viilentämään leuan lämpötilaa. Lämpötilat leuassa olivatkin kylmimmät, 14 ja 20 °C välillä kylmänsuojausta käytettäessä ja 8 °C ilman kylmänsuojausta. Tuulensuojahupun suuaukon puuttumisen takia tämä kylmänsuoja keräsi myös eniten hengitysteistä poistuvaa kosteutta. Kosteutta hengityksensuojaimen sisään tiivistyi 3,5 - 4,5 g 50 minuutin altistuksen aikana.

Mittauksen puolivälissä oli keskiraskaan kävelyn vaihe (25 min), jolloin nenän ja leuan iholämpötilat nousivat lisääntyneen koko kehon lämmöntuoton ja kasvojen ihon verenkierron vilkastumisen seurauksena.

Kaikki valikoidut kylmänsuojat hidastivat kasvojen jäähtymistä. Eroja ei kasvojen lämpötilan perusteella saatu eri kylmänsuojien välille. Materiaalit poikkesivat hieman paksuudeltaan ja lämmöneristävyyksarvoiltaan mutta erot olivat hyvin pienet. Kankaan kostuminen hengitysteiden kohdalta oli suurinta suuaukottomassa alushupussa. Pitempikestoisessa työssä kostea kangas aiheuttaa epämiellyttävyyttä ja voi tuntua kylmältä.

6.6 Johtopäätökset

Kasvot jäähtyivät puhallinsuojainta käytettäessä kylmässä. Jäähtymisen suuruus riippui ulkolämpötilasta, tuulen voimakkuudesta, käytön kestosta ja tehtävän työn rasittavuudesta. Kuvassa 38 on esitetty keskimääräiset ajat, milloin kasvojen iholämpötila, useimmiten nenä, on saavuttanut 15 °C eri ympäristön lämpötiloissa puhallinsuojainta käytettäessä. Jäähtymisaika puolittuu, kun ympäristön lämpötila laskee alle 0 °C. Tulokset perustuvat sekä työpaikka- että laboratoriomittauksiin.



Kuva 38: Keskimääräinen aika (min) kasvojen iholämpötilan saavuttaessa 15 °C eri ympäristön lämpötiloissa puhallinsuojainta käytettäessä.

Kylmä ilmanvirtaus puhallinsuojaimen kasvo-osassa jäähdyttää kasvojen ihoa epämiellyttävyyden tasolla ja ajoittain kylmäkipua aiheuttavasti. Kylmänsuojilla jäähtymistä voidaan osittain estää, mutta pitkäkestoisen yli 30 min käytön aikana kylmänsuojan mallista tai materiaaliominaisuuksista riippuen kaikissa kasvon osissa suojaava vaikutus ei ole riittävä, vaan iholämpötilat voivat laskea alle 20 °C. Yli 20 °C iholämpötilaa voitaneen pitää siedettävänä lämpötilana kylmässä. Työn kuormittavuus nostaa kehon lämmöntuottoa, jolloin myös kasvoissa iholämpötilat etenkin nenän lämpötila voi nousta.

Kasvoille tiivistyissä puhallinsuojaimissa ilmanvirtauksen pienentäminen vähentää kasvojen jäähtymistä mutta samalla lisää kuormittavuutta ja heikentää suojaimen käyttömukavuutta (Johnson ym., 2005).

7 Terveysvaikutukset

7.1 Tausta

7.1.1 Kasvojen jäähtymiseen liittyviä terveysvaikutuksia

Kasvojen jäähtyminen voi johtaa eriasteisiin paleltumavammoihin. Paleltumien riski alkaa nousta kasvojen ihon verisuonten supistuessa ja ihon lämpötilan laskiessa noin 0 °C:een ja paleltumavaurio tapahtuu jäähtymisen kautta ihon lämpötilan ollessa -2 °C tai matalampi (Varnado, 2008).

Lämpötilan vaihtelu voi aiheuttaa myös muita ihomuutoksia, joiden taustalla voi olla pintaverenkierron ominaispiirre tai tulehdusreaktio. Hoidossa tärkeintä on välttää laukaisevaa kylmäaltistusta.

Kylmänokkosrokossa kylmäaltistus aiheuttaa kutisevia nokkospaukamia, ihon punoitusta ja turvotusta (Maltseva ym., 2021). Oireet voivat kestää muutamia tunteja ja johtaa joskus jopa verenpaineenlaskuun ja anafylaktiseen reaktioon. Kylmänokkosrokko taipumus on melko harvinainen ja sitä esiintyy alle yhdellä tuhannesta, tosin kylmillä alueilla se voi olla tavallisempaa. Taipumus kehittyy yleensä 20–40 vuoden iässä.

Myös kylmänkyhmyjä voi kehittyä nenään ja korvanlehtiin, vaikka niiden tavallisin paikka on sormet ja varpaat.

Paikallisvaikutusten lisäksi ihonjäähdyttämisellä voi olla muitakin terveysvaikutuksia. Otsan ja poskien jäähtymisen on todettu nostaa verenpainetta, mikä voi aiheuttaa erityishaasteita verenkiertoelimistön sairauksia poteville (Schlader ym., 2016).

Kasvojen ihon jäähtyminen voi myös lisätä keuhkoputkien supistumista eli astmaohtauksen riskiä sekä astmaa sairastavilla, että terveillä. Tämä tapahtuu refleksimäisen reaktion kautta (Koskela ym., 1996).

7.1.2 Kylmän ilmaan liittyviä terveysvaikutuksia.

Kylmän ilmaan liittyvät hengitystieoireet ovat väestössä yleisiä: niitä esiintyy 26 %:lla miehistä ja 31 %:lla naisista. Astmaa sairastavilla oireita esiintyy vastaavasti 69 %:lla ja 78 %:lla ja keuhkohtaumataudissa 69 %:lla ja 78 %:lla (Näyhä ym., 2011). Oireita esiintyy enemmän naisilla, vanhemmalla väestössä, maataloustyössä toimivilla ja kylmemmässä ilmalassa. Kylmään liittyvää hengenahdistusta on 16 %:lla väestöstä (Hisinger-Mölkänen ym., 2019).

Vaikka kylmään liittyvät hengitystieoireet ovat tavallisia, kylmäaltistuksen ei ole osoitettu aiheuttavan lisääntyneitä riskejä sairastua astmaan tai keuhkohtaumatautiin (Kotaniemi ym., 2003, Kotaniemi ja Rintamäki, 2005). Tuoreessa ruotsalaisessa työssä seurattiin kylmässä työskenteleviä ja todettiin, että 6-vuoden seurannassa henkilöillä, joilla ei ollut astmaa tai keuhkohtaumatautia lähtötilanteessa, ulkona työskentely lisäsi 1,4-kertaa hengityksen vinkunoiden ja limaisen yskän riskiä (Strjernbrandt ym., 2022). Tutkimuksen perusteella arvioitiin kylmän ilman aiheuttavan merkittävää hengitystieoireiden riskiä pitkäaikaisesti ulkona työskenteleville. Kilpaurheilijoilla, erityisesti hiihtäjillä ja uimareille, esiintyy kuitenkin tavanomaista enemmän astmaa tai räsituksen laukaisemaa keuhkoputkien supistustaipumusta (Rasmussen ym., 2022, Kotaniemi ja Rintamäki, 2005).

Kylmää ilmaa hengitettäessä nenän limakalvot turpoavat ja nenän tukkoisuuden vuoksi hengitetään suun kautta. Tällöin hengitettävä ilmaa on kylmää ja kuivaa, mikä aiheuttaa myös hengitysteiden kuivumista ja voi laukaista keuhkoputkien sileän lihaksen supistumisen ja astma-kohtauksen (Rasmussen ym., 2022, Kotaniemi ja Rintamäki, 2005).

7.2 Menetelmät

7.2.1 Terveyskysely

Työpaikoilla vapaaehtoisesti kasvojen jäähtymis- ja hengityksensuojainten tiivysmittauksiin suostuneilta kysyttiin lääkärin toteamat sairaudet (astma, keuhkohtaumatauti, muu keuhkosairaus, kohonnut verenpaine tai verenpainetauti, sydänveritulppa, sepelvaltimotauti ja sydämen vajaatoiminta), säännöllinen lääkitys ja tupakointi.

7.2.2 Haastattelu työpaikoilla

Yhteistyöyritysten kanssa käytyjen ryhmähaastattelujen yhteydessä kysyttiin mm. mitä terveysvaikutuksista hengityksensuojainten käytössä kylmässä on ja missä lämpötilassa niitä alkaa esiintyä. Liitteessä 2 on esitetty haastattelurungon kysymykset. Haastattelun toteutus selitetään tarkemmin kappaleessa 2.2.1.

7.2.3 Kyselytutkimus

Kysely yhteistyöyrityksissä toteutettiin sähköisenä Webropol-kyselynä sekä työpaikoille toimitettuina paperilomakkeina vuonna 2021. Kyselyyn vastasivat työntekijät, jotka

työnsä puolesta käyttävät hengityksensuojaimia ainakin ajoittain. Kyselyn toteutuksesta on tarkemmin kappaleessa 2.2.2

7.3 Tulokset

7.3.1 Terveyskysely

Kyselylomakkeella, johon vastasi 49 työntekijää, viisi henkilöä ilmoitti tupakoivansa säännöllisesti ja kolme henkilö silloin tällöin (Taulukko 7). Astmaa sairastavia oli kaksi, verenpainetautia kuusi ja sepelvaltimotautia yksi, jolla oli myös verenpainetauti. Yksi verenpainetautia sairastaneista myös tupakoi epäsäännöllisesti. Muut sairauksia ilmoittaneet eivät tupakoi. Kyselyyn vastanneiden keskimääräinen ikä, pituus ja paino olivat 40,7 vuotta (21–63 v), 179,4 cm ja 91,2 kg.

Taulukko 7: Terveyskyselyyn vastanneiden (49 työntekijää) ilmoittamat lääkärin toteamat sairaudet ja lääkitys sekä tupakointi.

	MÄÄRÄ
TUPAKOINTI	8
ASTMA	2
DIABETES	1
VERENPAINETAUTI	6
SEPELVALTIMOTAUTI	1
LÄÄKITYS	12

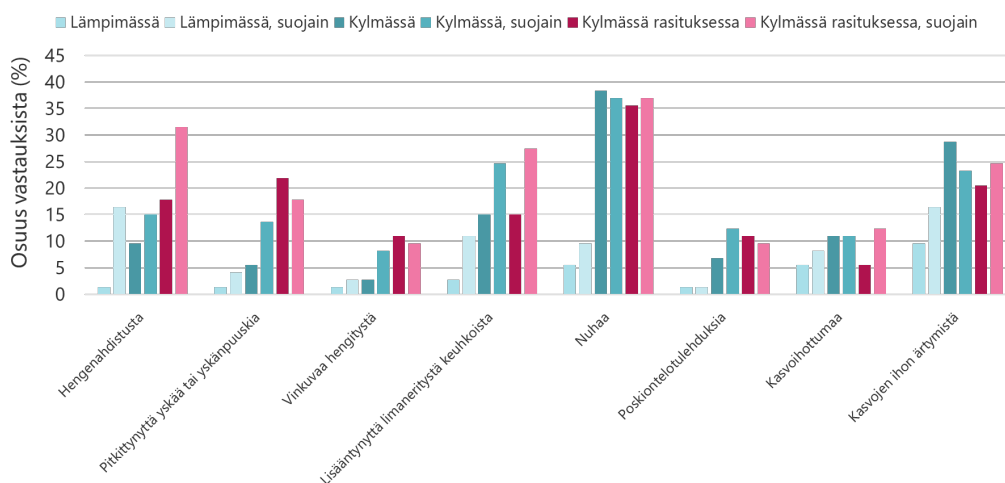
7.3.2 Terveysvaikutukset haastattelujen mukaan

Hengityksensuojainta kylmässä käytettäessä raportoitiin ilmenevän seuraavia terveysvaikutuksia: kurkun karheutta, kuivumista ja kipua, ihon kuivumista ja punoittamista sekä silmien ja nenän vuotamista ja kuivumista. Poskiontelotulehduksia (sinuiitteja) ja keuhkoputkentulehduksia arvioitiin talvella esiintyneen useammin, mutta työterveyshuollonkin mukaan ne eivät välttämättä ole suoraan hengityksensuojainten käytöstä kylmässä johtuvaa. Työ on monialtisteista ja tulehduksien syytä on siksi vaikea

selvittää. Hengityksensuojainten käytön raportoitiin tunnutuvan yleisen olotilan huonontumisena pitkien työpäivien (12 h) jälkeen.

7.3.3 Oireet hengityksensuojaimia käytettäessä kylmässä

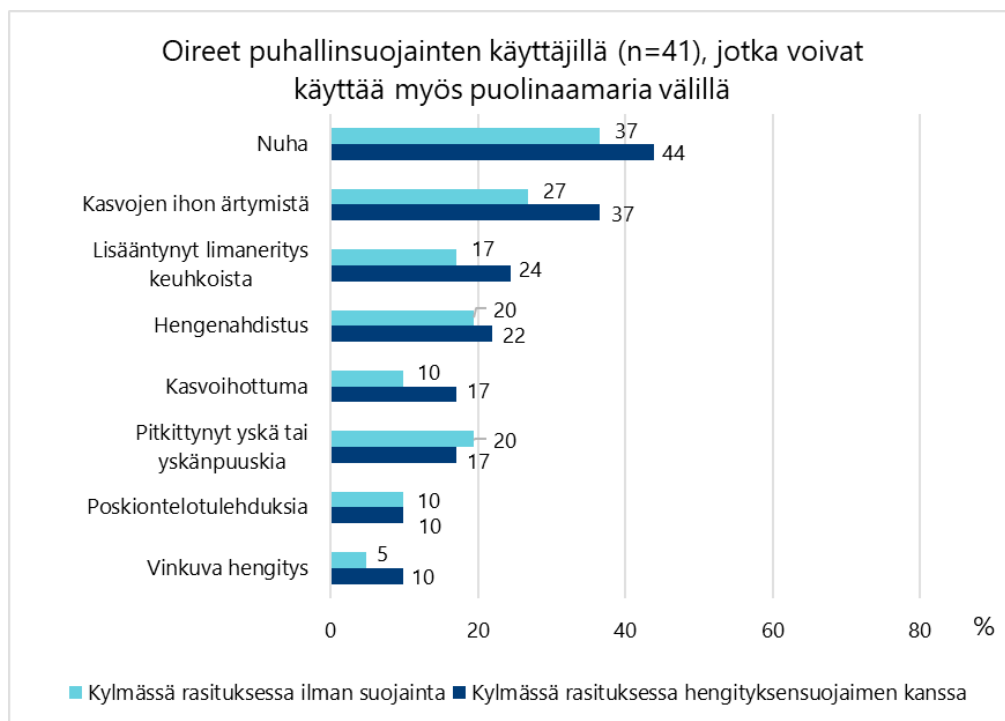
Tutkimuksen kohdeorganisaatioiden hengityksensuojainten käyttäjille kohdennetussa kyselyssä (kappale 2.2.2) selvitettiin lämpötilan vaikutusta suojaimein käytössä koettuihin oireisiin (Kuva 39). Hengenahdistus, pitkittynyt yskä tai yskänpuuskat ja lisääntynyt limaneritys keuhkoista lisääntyvät hengityksensuojainta käytettäessä. Lämpötilalla ei näytä olevan merkitystä.



Kuva 39: Lämpimässä, kylmässä ja kylmässä rasituksessa koetut oireet hengityksensuojainta käytettäessä ja ilman (n=73).

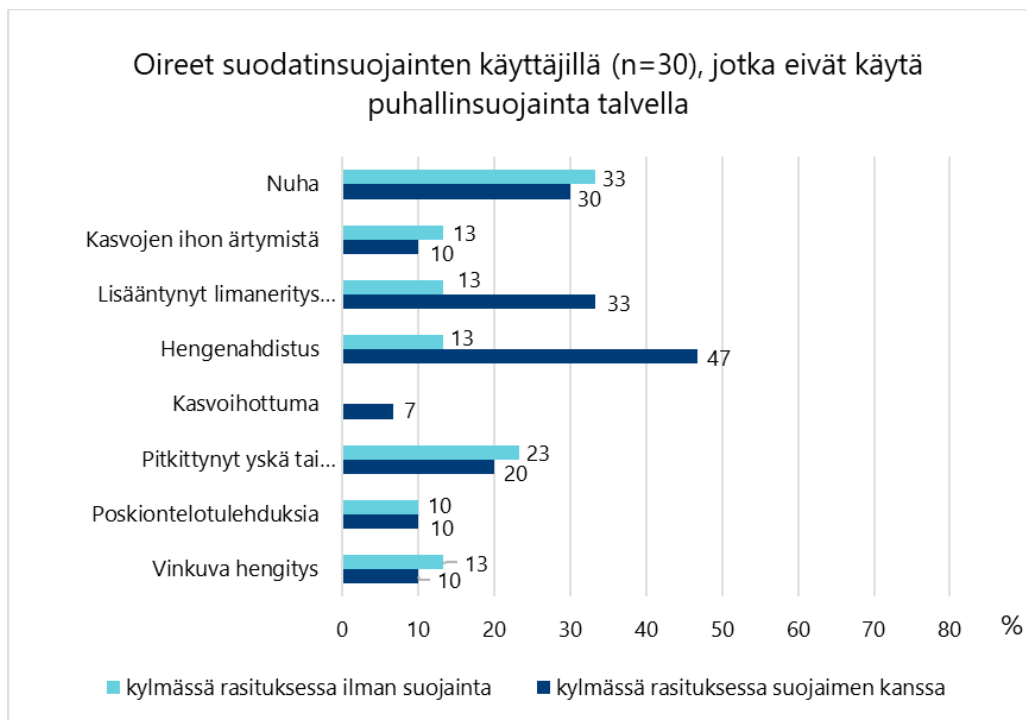
Kyselyaineistosta pyrittiin myös tarkemmin erottelemaan suodattavien puolinaamarien käyttäjien ja puhallinsuojainten käyttäjien kokemia oireita. Kyselyyn vastanneet jaoteltiin kyseisten suojaimein käyttäjiin kyselylomakkeen kysymysten numero 5 ja 6 perusteella (Liite 2). Pelkästään puhallinsuojainta talvella käyttävien ryhmään kuului vain 10 henkilöä. Analyysissä käsiteltiin sen vuoksi sitä ryhmää, joka ilmoitti kysymyksen 5 perusteella käyttävänsä puhallinsuojainta talvella, mutta oli voinut valita kysymyksen 6 vaihtoehdoista minkä tahansa (eli saattoi käyttää talvella myös puolinaamareita). Puhallinsuojainten käyttäjäryhmän kooksi saatiin näin 41. Pelkästään suodattavia puolinaamareita käyttäviä vastaajia, jotka eivät käyttäneet ollenkaan puhallinsuojainta talvella, oli yhteensä 30.

Hengityksensuojaimen käyttö kylmässä rasituksessa ei merkittävästi lisää oireita kasvojen ihon ärtymistä ja vinkuvaa hengitystä lukuun ottamatta (Kuva 40). Astmaa sairastavia oli kyselyn vastaajista 3 (4 %). Vinkuva hengitys voi 2–4 vastaajan osalta liittyä astmaoireisiin



Kuva 40: Hengityksensuojainten (sekä puhallin- että suodatinsuojain) käyttäjien kokemat oireet kylmässä rasituksessa ilman suojainta ja suojaimen kanssa (n=41).

Suodattavien puolinaamarien käyttäjillä hengenahdistus ja lisääntynyt limaneritys lisääntyvät selvästi kylmässä rasituksessa suojaimen ollessa puettuna päälle, verrattuna kylmässä rasituksessa työskentelyyn ilman suojainta (Kuva 41).



Kuva 41: Suodatinsuojaimia käyttävien oireet kylmässä rasituksessa ilman suojainta ja suojaimen kanssa (n=30).

7.3.4 Kasvojen jäähtyminen

Kasvojen ihon jäähtyminen, joka liittyy erityisesti puhallinsuojaimiin, voi johtaa paleltumiin, kylmänokkosihottumaan tai kylmän kyhmyihin. Sydämen sykkeen ja verenpaineen nousua on todettu kasvojen erityisesti otsan jäähtyessä ja etenkin silloin, kun kasvoille käy ilmavirtaus (Gavhed ym., 2003).

Kasvojen jäähtyminen voi laukaista astma-kohtauksen astmaa sairastavalla tai henkilöllä, jolla ei ole astmaa (Koskela ja Tukiainen 1995, Zeitoun ym., 2004). Nämä ovat merkittäviä terveysvaikutuksia, joilta on tärkeää suojautua käyttämällä sopivia alushappuja ja huolehtimalla siitä, ettei ihon jäähtymistä tapahdu. Vaikka puhallinsuojaimia käyttävät raportoivat ihon paleltumista, kenelläkään ei ollut esiintynyt rakkula-asteista paleltumavammaa hengityssuojainten käyttöön liittyen.

7.4 Tulosten tarkastelu

Suodattavan puolinaamarin kanssa työskentelyyn liittyi paljon hengityksen vaikeutumista ja limaneritystä, mihin vaikuttaa sen käyttöön liittyvä hengitysvastuksen lisääntyminen ja hengitystyön lisääntyminen. Kylmä ei lisännyt oireita, mutta rasituksessa hengenahdistusta koettiin eniten suodattavan suojaimeen kanssa. Koska myös pelkkä kylmässä työskentely lisää 20 %:lla sydän- ja verenkiertoelimistön kuormitusta, on suodattavan puolinaamarin kanssa työskentely todennäköisesti kylmässä raskaampaa kuin normaali lämpötilassa. Suojain soveltuukin kylmissä olosuhteissa vain lyhyisiin työvaiheisiin, jotka eivät ole fyysisesti kuormittavia. Erityisesti henkilöillä, joilla on sydän- ja verisuonisairauksia tai keuhkosairauksia, tulee välttää työskentelyä suodattavan puolinaamarin kanssa.

Jatkuvasti puhaltavia suojaimea käyttävät hengittävät ilmaa, jonka lämpötila on lähellä ulkoilman lämpötilaa ja joka voi viimaindeksin vuoksi olla myös kuivempaa ja siten ärsyttää enemmän hengitysteitä. Silmien vuotamista ja limaneritystä esiintyi neljänneksellä vastaajista kypärällä varustettua puhallinsuojainta käytettäessä. Hengitystieoireet kylmässä ilmassa ja rasituksessa ovat tavallisia väestössä ja niitä esiintyi paljon myös tässä aineistossa sekä hengityssuojaimien kanssa että ilman suojaimea. Astmaa sairastavia oli kyselyn mukaan kolme (4 %) 73 vastaajasta ja henkilömittauksiin osallistuneista 49 henkilöstä kaksi (4 %) ilmoitti sairastavansa astmaa. Väestötasoon verrattuna (6 - 11 %) (Salomaa 2022, Hisinger-Mölkänen ym., 2019) määrä on pieni viitaten siihen, että diagnosoitua astmaa sairastavat työntekijät ovat hakeutuneet muihin työtehtäviin. Kylmän ilman hengittäminen voi laukaista astmaa sairastavalle astmakohtauksen (Hyrkäs ym., 2016), mikä voi johtaa uupumiseen, työtehtävien keskeytymiseen ja lisätä myös tapaturmien riskiä. Aiemmissä tutkimuksissa on myös osoitettu, että hengitystiesairauksien lisäksi ikääntyminen ja tupakointi (Kenny ym., 2016, Hisinger-Mölkänen ym., 2022) lisäävät kylmään ilman aiheuttamia hengitystieoireita. Jatkuvasti puhaltavat suojaimet sopivat huonosti kylmässä työskennellessä astmaa tai muita keuhkosairauksia sairastaville, sekä ikääntyville ja tupakoitsijoille.

7.5 Johtopäätökset

Työterveyshuollossa on arvioitava työntekijöiden sopivuutta kylmätyöhön ja hengityssuojaimien käyttöön kylmässä. Henkilöille, joilla on astma, keuhkohtaumatauti, muu keuhkosairaus tai sydän- ja verisuonisairauksia sopii parhaiten hengitysrytmiin mukautuva puhallinsuojain. Huomioitavaa on myös se, että ainoastaan 4 % vastaajista kertoi sairastavansa astmaa. Tämä voi johtua siitä, että astmaa sairastavat eivät ole kyenneet kylmätyöskentelyyn ja ovat hakeutuneet muihin töihin. Verenpainetauti sairastavien kohdalla on huolehdittava, ettei kasvojen jäähtymistä tapahdu. Kaikki työntekijät ei sovi kylmätyöhön ja käyttämään hengityssuojaimia kylmässä.

Hengitysrytmiin mukautuva puhallinsuodatin ei aiheuta virtausvastuksen kasvua ja sen kautta hengitettävä ilma on selvästi lämpimämpää kuin jatkuvasti puhaltavan suojaimen kautta hengitettävä ilma. Siihen liittyvät terveysriskit ovatkin vähäisemmät kuin muiden tässä raportissa kuvattujen suojaimien.

Ongelmana kylmässä työskennellessä voi olla myös se, ettei käytetä hengityssuojainta lainkaan tai valitaan heikommin suojaava suojain esimerkiksi suodattava puolinaamari puhallinsuojaimen sijaan. Tällöin voidaan altistua liiallisesti niille työympäristön epäpuhtauksille, joilta pitäisi suojautua ja sairastumisen riski nousee sen vuoksi. Metallija kaivosteollisuudessa altistutaan mm. ärsytysastmaa ja keuhkohtaumatauti aiheuttaville altisteille. Kivipölyaltistuminen voi johtaa kivipölykeuhkon kehittymiseen ja runsas altistuminen rautapölylle rautapölykeuhkon kehittymiseen.

8 Tutkimushankkeen johtopäätökset

Tämän tutkimushankkeen tarkoitus oli selvittää hengityksensuojainten toimivuutta työpaikoilla oikeissa työtilanteissa ja validoida aiemmassa hankkeessa kehitetty malliratkaisu. Hankkeessa määritettiin kylmän, tuulen ja kosteuden yhteisvaikutusta hengityksensuojainten käyttöön sekä kartoitettiin hengityksensuojainten käytön terveydellisiä vaikutuksia kylmätyössä.

Tutkimuksessa ei saatu tietoa, jonka mukaan suojanaamarin tiivys voisi vaikuttaa suojaimeen jäätymiseen. Siitä huolimatta, että suojanaamari lämmittää kasvoja, suojanaamarit saattavat jäätyä. Jäätyminen liittyy haastattelujen ja laboratoriokokeiden mukaan ennemminkin työtappoihin, työn asentoihin, työolosuhteisiin, työn kuormittavuuteen ja siten hengitysnopeuteen, kylmässä olon aikaan ja suojaimeille. Erityisesti märän suojaimeen otto kasvoilta pakkasessa jäädyttää suojaimeen. Suojaimeen saattaa joutua ottamaan pois esimerkiksi, jotta saisi äänen kuulumaan radiopuhelimella hälyisessä tai meluisassa ympäristössä. Suojanaamarit kastuvat märäksi lämpimän hengitysilman kosteuden tiivistyessä kylmiin suojaimeen seinämiin. Suojanaamaria, jonka venttiilit tai suodatinmateriaali on jäänyt umpeen, ei voi käyttää, koska sen läpi ei voi hengittää. Tilanteissa, joissa suojaimeen ei ollut pahoin jäänyt, venttiili saattoi napsahtaa auki, kun suojaimeen läpi alettiin hengittää. Vaarallisempi tilanne voi kuitenkin olla, että suojanaamarin uloshengityksventtiili jäätyy auki. Haastatteluissa nousi esiin yksi tällainen tilanne. Jos venttiiliin auki jäämistä ei huomaa työasioihin keskittyessä, ympäröivän ilman epäpuhtauden pääsevät suoraan sisäänhengityksellä keuhkoihin. Suojaimeen röpöttävä ääni pakkasella johtuu todennäköisesti venttiilin läpän toimimisesta huonosti kosteuden ja pakkasen yhteisvaikutuksesta. Lämpö on oleellinen osa suojaimeen toimivuutta. Jos lämpö toimii huonosti, todennäköisesti koko suojaimeen toimii huonosti.

Työpaikoilta vapaaehtoisesti suojanaamareiden henkilökohtaisiin tiivistestehin tulleiden työntekijöiden (n=28) suojaimeen 57 % vuoti. Tämä on suojaimeen suojaavuuden kannalta huono tulos: 16 työntekijän suojaimeen suojaavuus todettiin heikoksi tai olemattomaksi, koska ilma suojaimeen sisään ei tullut riittävässä määrin suodattimen kautta. Tilanne on heikko todennäköisesti työntekijöiden partojen ja suojaimeen kasvoille soveltumattomuuden vuoksi. Tieteellisen kirjallisuuden mukaan suojaimeen käyttämään tottunutkaan työntekijä ei itse aina huomaa suojaimeen vuotamista.

Hengityksensuojainten näkölevyjen huurtumiseen tai jäätymiseen pakkasella ei kehitetty uusia keinoja. Huurtumista voidaan vähentää pukemalla kylmä suojaimeen maltillisesti viilentyneille kasvoille (Mäkelä ym. 2019).

Tuuli alkoi heikentää kahden testaamamme avoimella kasvo-osalla varustetun suojaimen suojaustehokkuutta, kun nostimme tuulennopeuden tuulitunnelissa 5 m/s:sta 7 m/s:iin. Yli 5 m/s tuuli tulee ottaa huomioon riskinarvioinnissa, kun käytetään puhallinsuojainta, jossa on kypärä tai muu kasvo-osa.

Kasvot jäähtyivät puhallinsuojainta käytettäessä kylmässä. Jäähtymisen suuruus riippui ulkolämpötilasta, tuulen voimakkuudesta, käytön kestosta ja tehtävän työn rasittavuudesta. Tässä tutkimuksessa työpaikoilla käytetyt puhallinsuojaimet jäädyttivät kasvojen iholämpötiloja 15 – 20 °C:een ulkolämpötilan ollessa +2 - -5 °C. Kylmemmässä lämpötilassa iholämpötilat laskevat alimmillaan 10 °C ja jopa hetkellisesti 5 °C:een. Kasvojen ihon jäähtyminen noin 20 °C:een voi aiheuttaa epämiellyttävyyttä ja tätä alemmat iholämpötilat voivat tuntua kipuna. Keskimäärin noin 10 – 20 minuutissa kasvojen iholämpötila voi laskea 15 °C:een kun ympäristön lämpötila on alle 0 °C.

Kasvojen jäähtymistä voidaan estää suojaamalla kasvojen ihoalueet mahdollisimman suurelta osin alushupulla tai vastaavalla kylmänsuojalla, kun käytetään kasvoille tiivistymätöntä, kypärällä ja kasvo-osalla varustettua puhallinsuojainta. Malliltaan kasvojen suojausmenetelmän tulee olla kasvojen myötäinen, jotta se ei tuki ilman kulkureittejä maskista ulos ja suojaaa ihoa puhallusilman jäädyttävältä vaikutukselta mahdollisimman tehokkaasti. Ohut neulosmateriaali riittää ehkäisemään kasvojen jäähtymistä kylmässä, kun se on malliltaan kasvoille hyvin istuva ja peittää ihoalueet mahdollisimman laajasti. Tärkeää on huomioida kaikkien pään alueen henkilönsuojainten yhteensopivuus, kun valitaan kasvojen kylmänsuojausmenetelmää. Kasvoille tiivistymättömien puhallinsuojainten alla kasvojen myötäinen alushuppu ei heikennä suojaustehokkuutta (aiempi HSTK hanke, Mäkelä ym. 2019).

Kasvojen ihon jäähtyminen voi johtaa paleltumiin, verenpaineen nousuun tai lisätä astmaa sairastavilla astmakohtauksen riskiä. Hengitystieoireet kylmässä ja rasituksessa ovat tavallisia väestössä, ja tämän tutkimuksen kyselyn mukaan niitä esiintyy puhaltavan hengityssuojaimien kanssa ja ilman suojaimia. Suodattavan puolinaamarin kanssa työskentelyyn kylmässä liittyi paljon hengenahdistusta ja limaneritystä. Suodattavan puolinaamarin käyttö lisää hengitysvastusta ja hengitystyötä. Koska kylmä ilma lisää hengitys-, sydän- ja verenkiertoelimestön kuormittumista, voivat suodattavan puolinaamarin vaikutukset korostua kylmässä. Työterveyshuollossa on arvioitava työntekijöiden sopivuutta kylmätyöhön. Henkilöille, joilla on sydän- ja verisuonisairauksia tai keuhkosairauksia, sopii parhaiten hengitysrytmiin mukautuva puhallinsuojain. Kaikki työntekijät eivät sovi kylmätyöhön.

8.1 Tutkimustulosten vaikuttavuus kohdeorganisaatioissa

Tarve tämän tutkimushankkeen käynnistämiseksi on lähtöisin työelämästä. Tässä hankkeessa mukana olleet yrityskumppanit ovat havainneet ongelmia hengityksensuojainten käytössä kylmätyön aikana ja tarvitsevat niihin ratkaisuja. Tässä ja aiemmassa tutkimushankkeessamme (Mäkelä ym. 2019) ratkaisuja on yritetty löytää ja eritoten nostaa esiin kylmälle altistumisen merkitystä liittyen suojainten käyttöön, terveyteen ja työviihtyvyyteen.

Tiivistestauksen heikot tulokset herättivät huomiota työpaikoilla. Yksi työpaikoista poisti suojainvalikoimastaan suojanaamarin, jonka tiiviys oli useilla käyttäjillä heikko. Yksi työpaikoista ilmoitti pohtivansa vakavasti tiivistestien käyttöönottoa. Tilanne on kuitenkin hankala, koska työntekijät ovat kiintyneitä partoihinsa, jotka todennäköisesti muodostavat keskeisen osan ongelmaa. Monella henkilöllä, jotka eivät päässeet suojaimineen läpi tiivistestistä, oli parta. Osa ongelmaa oli, että kasvojen muotoa ja suojanaamareiden kokoja tai malleja ei ollut huomioitu suojainvalinnassa. Suojainten myyntiin tarvitaan tältä osin valistusta.

Työpaikat ovat olleet tietoisia, että ennen markkinoille asettamista kaikki TH3-luokan kypärillä varustetut puhallinsuojaimet testataan, kun tuulta on 2 m/s. Tuuli on kuitenkin ulkona työskenneltäessä usein paljon kovempi. Tutkimuksen tuloksena voitiin todeta, että kaksi tutkittua TH3-suojainta suojasi hyvin vielä, kun tuulta on 5 m/s. Tulosta voi olla kuitenkin hankala soveltaa työpaikoilla, kun suojainten käyttöohjeissa luvataan suojaimen suojaavan vain 2 m/s tuuleen asti. Käyttöohje on lakisääteinen asiakirja, jota tulisi noudattaa. Olisi oleellista, että suojainvalmistajat reagoisivat käyttäjien tarpeisiin saada TH3-luokan suojaimia tuulisille työpaikoille.

Kasvojen jäähtyminen puhallinlaitteita käytettäessä kylmässä on epämiellyttävää ja aiheuttaa kasvojen jäähtymistä ja lisää paleltumariskiä kasvojen alueella. Tutkimuksen tuloksia on hyödynnetty työpaikoilla puhallinlaitteiden aiheuttaman kasvojen jäähtymisen vähentämiseksi päivittämällä työnohjeistuksia ja ohjeistamalla kasvojen oikean kylmänsuojauksen valinnassa.

9 Suositukset

Tutkimuksen tulosten pohjalta on päivitetty malliratkaisu ”Hengityksensuojainten käyttö kylmässä”, johon perehtymistä suositellaan kaikille hengityksensuojaimia ulkona kylmässä käyttäville, heidän työnantajilleen, työterveyshuolloille, suojausmyyjille ja suojausvalmistajille.

Suositukset työpaikoille

- Työkohteessa tulisi olla mukana vaihtosuojain ja -suodatin käytössä olevan suojauslaitteen jäätyneen varalta. Pitkä, yhtäjaksoinen käyttö kerää kosteutta suojauslaitteen sisään ja saattaa aiheuttaa venttiilien tai suodattimen jäätyneen kylmässä.
- Mikäli hengityksensuojaimia käytetään kylmemmässä, kuin mitä käyttöohjeissa on ilmoitettu (usein <-10 °C), vaaditaan työnantajalta tarkkaa riskinarviointia, jossa tarkkaillaan sekä työntekijöiden lämpöviihtyvyyttä, hengityselinsairauksia että suojauslaitteen suojauskykyä. Biomonitointi soveltuu suojauskyvyn tarkkailuun, kun menetelmä ilman epäpuhtaudelle on olemassa.
- Kun puhallinsuojauslaitteen kasvo-osana on kypärä, huppu tai kasvosuojus, voidaan kasvojen ja pään kylmänsuojaukseen käyttää päänmyötäistä alushuppua. Ohutkin neulohuppu riittää estämään ihon jäähtymistä. On tärkeää ottaa huomioon suojauslaitteen yhteensopivuus.
- Jatkuvasti puhaltavia puhallinsuojauslaitteita ei tule käyttää -20 °C:ssa tai kylmemmässä ilman kasvoja lämmittävää alushuppua. Alushuppua ei voi käyttää, kun puhallinsuojauslaitteessa on käytettävä suojauslaitteena kasvo-osana. Suojauslaitteen käyttö jo lämpimämmässä kuin -20 °C voi olla niin epämiellyttävää, että suojauslaitteeseen jää käyttämättä.
- Hengityksensuojaimiin mukautuvat puhallinsuojauslaitteet jäädyttävät kasvoja vähemmän kuin jatkuvapuhaltaiset suojauslaitteet. Hengityksensuojaimiin mukautuvilla suojauslaitteilla on alhainen hengitysvastus, minkä vuoksi ne saattavat soveltua käyttöön esimerkiksi astmaatikkoille. Suojauslaitteen soveltuvuus työolosuhteisiin tulee varmistaa koekäyttämällä sitä ensin käyttöoloissa ilman epäpuhtauksia.
- Kokonaamarin tai puhallinsuojauslaitteen linssin tai visiirin huurtumista voidaan vähentää, jos suojauslaitteeseen puetaan jo maltillisesti viilennetyille kasvoille.
- Puolinaamarin jatkuvasti puhaltavan puhallinsuojauslaitteen osana ei suositella kylmään työhön liiallisen kasvojen jäähtymisen vuoksi. Suojauslaitteeseen liittyvä laitekohtainen ilmavirtauksen määrä vaikuttaa kasvojen jäähtymiseen, joten asiaan liittyy laitekohtaisia eroja.
- Kun puolinaamari valitaan kylmän vuoksi puhallinlaitteen tilalle, on varmistettava, että puolinaamari on riittävän tehokas. Puolinaamarit ovat jo nimellistehokkuudeltaan TM3- ja TH3-luokkien puhallinlaitteita heikompia. Suojauslaitteen huono kasvoille tiivistyminen ja siten reunavuoto voi heikentää

suojanaamarin pahimmillaan tehottomaksi. Tässä tutkimuksessa 28 tehdyssä henkilökohtaisessa tiivistesteissä 16 henkilön suojanaamarit eivät tiivistyneet heidän kasvoilleen. Asbestipurkutyöhön liittyvässä mittausten menetelmien tutkimuksessa totesimme myös noin 50 % suojanaamarin käyttäjän suojanaamarin vuotavan.

- Suojanaamareiden henkilökohtaiset tiivistestit suojanaamareiden kasvoille tiivistymisen toteamiseksi ovat välttämättömiä sekä kylmässä että lämpimässä tehtävää työtä varten. Tiivistestit antavat suojanaamarin käyttäjälle tietoa naamarin tiiviiden merkityksestä ja parran aiheuttamasta suojaimen tehottomuudesta, ja varmistavat, että suojain tiivistyy kasvoille ja siten suojaimen on mahdollista suodattaa hengitysilmaa puhtaammaksi. Jos altistumista ei voida seurata biomonitoroinnilla, tiivistystestaus on todennäköisesti ainoa keino, jolla suojanaamareita käyttävien työntekijöiden suojautumisen tasoa voidaan seurata.
- Työpaikoille tulee ensi sijassa ostaa työntekijöille yleensä hyvin sopivia suojanaamareita. Niitä tulee olla tarpeellinen koko- ja mallivalikoima. Työntekijöitä tulee ohjata suojainvalinnassa ja opastaa suojainten oikeaan pukemiseen ja käyttöön. Suojanaamarin kasvoilla istuvuuden kokeilu omilla kasvoilla tulee tehdä suojaimen käyttöohjeen mukaisesti. Työterveyslaitoksella on myös Riskinhallinnan malliratkaisut pölysuojaimien (FFP) ja puolinaamareiden pukemisesta, jonka voi laittaa suojainkaapin seinälle (Työterveyslaitos, Työympäristön riskienhallinnan malliratkaisut). Kun epäillään suojanaamarin venttiilien tai suodattimien jääntyneen, tiiviiden kokeilun osaaminen omalla hengityksellä, voi osoittautua oleelliseksi.
- Kun työntekijä ottaa ensimmäistä kertaa uudenmallisen suojaimen käyttöönsä, tulee varmistaa, että suojain soveltuu hänen yllään muiden suojainten kanssa yhteen siten, että kaikilla suojaimilla on mahdollisuus suojata. Tiivistestit tehdään kaikki päänsuojaimet yllä.
- Kun käytetään avoimella kasvo-osalla varustettuja puhallinsuojaimia, viimeistään silloin, kun tuuli tai muut ilmapirtaukset ovat yli 5 m/s, tehdään tuulen vaikutusten vuoksi riskinarvio. Siinä arvioidaan, onko tuulen vaikutuksesta ilman epäpuhtauspitoisuudet vähäisempiä kuin ilman tuulta. Jos ilman epäpuhtauspitoisuudet ovat tuulessakin suuria, pohditaan, onko altistumisriski sellainen, että avoin kasvo-osa on vaihdettava kasvoille hyvin istuvaan suojanaamariin, koska avoin kasvo-osa voi vuotaa reunoilta. Valmistajalta kannattaa kysyä, onko kyseiseen puhaltimeen saatavissa kokonaamaria.
- Työpaikalla on kiinnitettävä huomiota suojainten käyttöohjeisiin. Esimerkiksi parran vaikutuksesta suojanaamarien tehokkuuteen on aina maininta käyttöohjeissa. Letkulla ja puhaltimella varustetulla suodatinsuojaimella taas saattaa olla ohje, että letkun voi lyhentää sopivaksi käyttäjälle, jotta letku ei tarttuisi kiinni mihinkään työn aikana tai taittuisi.

Suosituksset hengityksensuojainten suunnitteluun valmistajille

- Puhallinsuojainten kasvoja jäähdyttävää vaikutusta tulee pyrkiä vähentämään. Kasvojen jäähtymiseen vaikuttaa kylmän ilmavirran määrä, nopeus ja puhalluksen suunta ja sen liikkuminen maskin sisällä sekä kylmälle ilmalle altistunut ihon pinta-ala. Hupulla ja kypärällä varustetut puhallinsuojaimet sopivat erimallisille kasvoille paremmin kuin suodattavat suojanaamarit. Näin ollen, mikäli puhallinsuojaimet soveltuisivat paremmin kylmiin oloihin käytettäväksi, löytyisi työntekijöille oikean kokoinen, tehokas suojain paremmin.
- Hengitysilman mukana tullut kosteus tulee pyrkiä ohjaamaan pois suojaimesta, jotta voitaisiin vähentää suojainten huurtuminen, kostuminen ja jäätyminen kylmässä.
- Työpaikat ovat erityisen kiinnostuneita lämmityksen lisäämisestä puhallinsuojainten ilmavirtaan. Ilmavirtojen suuruuden vuoksi tämä vaatii kohtalaista lämmitystehoja. Työpaikkoja kiinnosti moottorikelkkakypärissä käytetyt lämmitystekniikat. Jos niiden teho ei pystyisikään lämmittämään ilmavirtaa riittävästi, niin pystyisikö se pitämään huurun poissa puhallinsuojaimen kasvo-osan näkölevystä?
- Käyttöohjeissa tulee olla suojainten käytettävyyteen liittyvät käyttölämpötilat.
- Jälleenmyyjille tulee antaa tietoa suosituksista hengityksensuojainten valintaan kylmässä työskentelyyn.
- Suomessa on tarve käyttää avoimella kasvo-osalla varustettuja puhallinsuojaimia niiden käyttömukavuuden ja -tehokkuuden vuoksi ulkona, missä tuuli ylittää usein 2 m/s, joka on EN 12941 standardissa suojaimen tuulen siedolle asetettu vaatimus. Tämän tutkimuksemme mukaan suojainten on mahdollista suojata myös kovemmassa tuulessa. Suojaimen käyttöohjeesta tulisi saada tietää, mikä on suojaimen todellinen tuulen kesto. Valmistajien vaikutus standardien kehitykseen on usein suuri. Tältä osin standardien kehittämiseen tulisi vaikuttaa mahdollisten laitekohtaisten käyttöohjeiden muutosten lisäksi.
- Edelleen suojainten yhteensopivuutta edistävää työtä tarvitaan. Kypärän, hengityksensuojainten, suojalasien, kuulonsuojainten ja kommunikaatiovälineiden yhdistelmän tulisi toimia kaikissa olosuhteissa, myös tuulessa ja pakkasessa siten, että suojaimia ei tarvitsisi ottaa pois yltä kommunikointia varten. Kuten tiedätte, tehokkaan suojaimen kasvoilta pois ottamisella hetkeksi on huomattavat vaikutukset suojaimen kokonaistehokkuuteen. Erityisesti työntekijät kokivat suojalasien huurtuvan hengityksensuojainten käytön vuoksi. Tämä voi liittyä suojaimen uloshengitysventtiin ilman suuntaukseen tai puolinaamarin heikkoon tiivistymiseen kasvojen yläosassa.
- Suojanaamarimalleja suunniteltaessa on huomioitava niiden mahdollisimman hyvä istuvuus monenlaisilla kasvoilla. Suojanaamareiden markkinoinnissa tulee korostaa kasvoille istuvuuden merkitystä ja mahdollisesti mallivalikoimassa olevien eri

kokoisten suojainten valintaa. Tiivistystauksen merkitys tulee nostaa esiin suojanaamarien myynnissä.

Suosituksset työterveyshuoltoon

- Hengityksensuojainten käyttö kylmässä tulee huomioida työpaikkaselvityksissä ja työntekijöiden terveystarkastuksissa.
- Työpaikkaa tulee tukea siinä, että työntekijöillä on käytössä tehokkaat hengityksensuojaimet kaikissa työolosuhteissa, myös kylmässä ympäristössä.
- Alku- ja määräaikaisissa terveystarkastuksissa on tärkeää keskustella työntekijöiden kanssa hengityssuojainten käytöstä kylmässä ja käyttöön mahdollisesti liittyvistä oireista ja ongelmista. Tärkeää on varmistaa, että työntekijä suojautuu riittävästi työn altisteilta. Mikäli työntekijällä on ongelmia hengityssuojaimen käytössä, voi harkita työterveysneuvottelua, jossa esihenkilön kanssa arvioidaan työntekijän suojautumista ja mahdollista tarvetta muuttaa työnkuva.
- Kasvojen jäähtyminen voi laukaista terveyteen liittyviä ongelmia, jotka on tunnistettava. Myös kylmän ilman hengittäminen voi laukaista oireita. Jos henkilöllä on astma, keuhkohtaumatauti, muu krooninen keuhkosairaus, verenpainetauti tai sydänsairaus on hänellä todennäköisesti suurempi riski terveysongelmiin käyttäessään hengityksensuojainta kylmässä tai työskennellessään kylmässä. Tarvittaessa työntekijöille tulee löytää tehtäviä, joissa heidän ei tarvitse käyttää hengityksensuojaimia tai työskennellä kylmässä.
- Jatkuvapuhaltainen puhallinsuojain jäähdyttää eniten kasvoja ja siinä hengitetään kylmintä ilmaa. Tämän vuoksi sen käyttö voi aiheuttaa oireita erityisesti astmaa sairastaville ja ihon jäähtymisen kautta myös verenpainetautia sairastaville. Hengitysrytmiin mukautuvia puhallinsuojaimia käytettäessä kylmää ilmaa puhalletaan kasvoille vähemmän ja siten ne soveltuvat todennäköisesti paremmin astmaa ja verenpainetautia sairastaville.
- Puolinaamarit lämmittävät hengitysilmaa, mutta niillä on suurempi hengitysvastus kuin puhallinsuojaimilla. Siten niiden kanssa työskentely on raskaampaa ja tässäkin tutkimuksessa puolinaamarin kanssa työskentelyyn kylmässä liittyi paljon hengenahdistusta ja limaneritystä. Puolinaamarin kanssa työskentely ja myös ylipäänsä kylmässä ilmassa työskentely kuormittavat hengitys-, sydän- ja verenkiertoelimistöä. Puolinaamari soveltuukin huonosti työntekijöille, jotka sairastavat pitkäaikaista keuhko-, sydän- tai verenkiertoelimistön sairautta.

Lähteet

- Anttonen H, Hiltunen E. Tuulen vaikutus vaatetuksen lämmöneristävyyteen kylmässä. *Työ ja Ihminen* 2003, 17(1), s. 47–60.
- CEN European Committee for Standardization, EN342:2017, Protective clothing. Ensembles and garments for protection against cold. Brysseli 2017.
- CEN European Committee for Standardization, EN 12941:1998+A1:2003+A2:2008, Respiratory protective devices - Powered filtering devices incorporating a helmet or a hood - Requirements, testing, marking. Brysseli 1998 ja 2008.
- Coffey CC, Campbell DL, Myers WR et al. Comparison of six respirator fit-test methods with an actual measurement of exposure in a simulated health care environment: Part I – Protocol development, *Am Ind Hyg Assoc J* 1998a; 59: 852-861.
- Coffey CC, Campbell DL, Myers WR et al. Comparison of six respirator fit-test methods with an actual measurement of exposure in a simulated health care environment: Part II – Method comparison testing, *Am Ind Hyg Assoc J* 1998b; 59: 862-870.
- Coffey CC, Campbell DL, Myers WR. Comparison of six respirator fit-test methods with an actual measurement of exposure in a simulated health care environment: Part III – Validation, *Am Ind Hyg Assoc J* 1999; 60: 363-366.
- Duling MG, Lawrence RB, Slaven JE, Coffey CC Simulated Workplace Protection Factors for Half-Facepiece Respiratory Protective Devices, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2007, 4:6, 420-431, DOI: 10.1080/15459620701346925
- Frost S, Mogridge R, Roff M. RR1029 Research Report. Review of fit test pass criteria for Filtering Facepieces Class 3 (FFP3) Respirators. Health and Safety Executive, Health and Safety. Buxton 2015.
- Gavhed D, Mäkinen T, Holmér I, Rintamäki H. Face temperature and cardiorespiratory responses to wind in thermoneutral and cool subjects exposed to -10 °C. *Eur J Appl Physiol* 2000, 83:449-456.
- Gavhed D, Mäkinen T, Holmér I, Rintamäki H. Face cooling by wind in walking subjects. *Int J Biometeorol* 2003, 47:148-155.
- Havenith G. Clothing and thermoregulation. *Allergologie* 2002, 25(3), s.177, ISSN: 0344-5062.

- Havenith G, Nilsson H.O. Correction of Clothing Insulation for Movement and Wind Effects, a Meta-Analysis. *European Journal of Applied Physiology* 92(2004), s. 636–640.
- Hisinger-Mölkänen H, Pallasaho P, Haahtela T, Lindqvist A, Sovijärvi A, Piirilä P. The increase of asthma prevalence has levelled off and symptoms decreased in adults during 20 years from 1996 to 2016 in Helsinki, Finland. *Respir Med.* 2019 Aug;155:121-126. doi: 10.1016/j.rmed.2019.07.014.
- Hisinger-Mölkänen H, Kankaanranta H, Haahtela T. ym. The combined effect of exposures to vapours, gases, dusts, fumes and tobacco smoke on current asthma. *Clin Respir J.* 2022 Jun;16(6):467-474. doi: 10.1111/crj.13512.
- Hyatt EC. Current problems and developments in respiratory protection, *American Industrial Hygiene Journal* 24,1963, s. 295-304.
- Hyrkäs H, Ikäheimo T, Jaakkola JJ, Jaakkola MS. Asthma control and cold weather-related respiratory symptoms. *Respir Med.* 2016 Apr;113:1-7. doi: 10.1016/j.rmed.2016.02.005.
- ISO 10551 (1995) Ergonomics of the thermal environment. Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. International Organization for Standardization.
- Johnson AT. Respirator masks protect health but impact performance: a review. *J Biol Engineering* 2016 10:4. DOI 10.1186/s13036-016-0025-4
- Johnson AT, Grove CM, Weiss RA. Respirator performance rating tables for nontemperate environments. *Am Indus Hyg Assoc J.* 1992;53:548–55.
- Johnson AT, Mackey KR, Scott WH, Koh FC, Chiou KYH, Phelps SJ. Exercise performance while wearing a tight-fitting powered air purifying respirators with limited flow. *J Occup Environ Hyg* 2005 2:368-373 Jul;2(7):368-73. doi: 10.1080/15459620591005044.
- Kenny GP, Groeller H, McGinn R, Flouris AD. Age, human performance, and physical employment standards -Review. *Appl Physiol, Nutr, Metab* 2016, 41(6 Suppl 2):S92-S107. doi: 10.1139/apnm-2015-0483.
- Khoo KL, Leng PH, Ibrahim IB, Lim TK. The changing face of healthcare worker perceptions on powered air-purifying respirators during the SARS outbreak. *Respiratory* 2005; 10:107-110.

- Knobloch JK, Franke G, Knobloch MJ, Knobling B, Kampf G. Overview of tight fit and infection prevention benefits of respirators (filtering face pieces). *J Hosp Infect.* 2023 Feb 3;134:89-96. doi: 10.1016/j.jhin.2023.01.009. Epub ahead of print. PMID: 36738992; PMCID: PMC9894678.
- Koskela H, Tukiainen H. Facial cooling, but not nasal breathing of cold air, induces bronchoconstriction: a study in asthmatic and healthy subjects. *Eur Respir J.* 1995 Dec;8(12):2088-93. doi: 10.1183/09031936.95.08122088. PMID: 8666105.
- Kotaniemi J, Rintamäki H. Miten pakkaneen puree hengitykseen? - Astma ja keuhkohtaumatauti kylmässä ilmastossa. *Duodecim.* 2005;121(4):441-8. PMID: 15799267.
- Kotaniemi JT, Latvala J, Lundbäck B, Sovijärvi A, Hassi J, Larsson K. Does living in a cold climate or recreational skiing increase the risk for obstructive respiratory diseases or symptoms? *Int J Circumpolar Health.* 2003 May;62(2):142-57. doi: 10.3402/ijch.v62i2.17548. PMID: 12862178.
- Louhevaara V, Tuomi T, Smolander J, Korhonen O, Tossavainen A, Jaakkola J. Cardiovascular strain in jobs that require respiratory protection. *Int Arch Occup Environ Health.* 1985; 55:195-206.
- Linnainmaa M, Kokkonen A, Kulmala I, Kähkönen H, Mäkelä E, Annala P, Kemppainen N, Kanerva T, Nurkka T, Säämänen A, Häkkinen E, Pasanen P. Asbestipurkutyön turvallisuuden ja siihen liittyvien testaus- ja mittaus toimintojen kehittäminen: AsbTest. Tietoa työstä, 2019, Työterveyslaitos, Helsinki, <https://urn.fi/URN:ISBN:9789522618719>
- Maltseva N, Borzova E, Fomina D, Bizjak M, Terhorst-Molawi D, Košnik M, Kulthanan K, Meshkova R, Thomsen SF, Maurer M; COLD-CE Steering Committee. Cold urticaria - What we know and what we do not know. *Allergy.* 2021 Apr;76(4):1077-1094. doi: 10.1111/all.14674. Epub 2020 Dec 24. PMID: 33249577.
- Mäkelä E, Rissanen S, Kähkönen H, Mäkelä M, Törmänen S, Kaisto J, Tuhkanen P, Jussila K. Hengityksensuojainten toimivuus kylmässä. Tietoa työstä, 2019, Työterveyslaitos, Helsinki, Oulu. <https://urn.fi/URN:ISBN:9789522618634>
- Näyhä S, Hassi J, Jousilahti P, Laatikainen T, Ikäheimo TM. Cold-related symptoms among the healthy and sick of the general population: National FINRISK Study data, 2002. *Public Health.* 2011 Jun;125(6):380-8. doi: 10.1016/j.puhe.2011.02.014. Epub 2011 May 14. PMID: 21571349.

OSHA Standard 1910.134 Respiratory protection. United States, Department of Labour, Occupational Safety and Health Administration. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.134>

OSHA video, United States, Department of Labour, Occupational Safety and Health Administration. Respiratory fit testing. <https://www.youtube.com/watch?v=D38BjgUdL5U>

Rasmussen SM, Hansen ESH, Backer V. Asthma in elite athletes - do they have Type 2 or non-Type 2 disease? A new insight on the endotypes among elite athletes. *Front Allergy*. 2022 Oct 21;3:973004. doi: 10.3389/falgy.2022.973004. PMID: 36340019; PMCID: PMC9633848.

Rebar JE, Johnson AT, Russek-Cohen E, Caretti AM, Scott WH. Effect of differing facial characteristics on breathing resistance inside a respirator mask. *J Occup Environ Hygiene*. 2004; 1:343-348. DOI: 10.1080/15459620490447956

Rissanen S, Mänttari S. Facial cooling while using a fan-assisted respirator in the cold. Report 2015, Työterveyslaitos, Oulu.

Salomaa E-R. Astma. Lääkärikirja Duodecim, 2022. <https://www.terveyskirjasto.fi/>

Stjernbrandt A, Hedman L, Liljelind I, Wahlström J. Occupational cold exposure in relation to incident airway symptoms in northern Sweden: a prospective population-based study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2022 Nov;95(9):1871-1879. doi: 10.1007/s00420-022-01884-2. Epub 2022 May 31. PMID: 35641664; PMCID: PMC9630183.

TSI, Application note RFT-023 (US). Quantitative respirator fit testing. An analysis of utilizing condensation nuclei counter (CNC) vs. optical particle counter (OPC). TSI, Shoreview MN 2018. <https://www.procaresafety.nl/wp-content/uploads/2020/04/QRFT-CNC-vs-OPC.pdf>

Työterveyslaitos, Työympäristön riskienhallinnan malliratkaisut. Henkilönsuojaimet. Vierailtu 28.3.2023. www.ttl.fi/malliratkaisut.

Varnado M. Frostbite. *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing* May 2008, 35(3): 341-346, DOI: 10.1097/01.WON.0000319135.19176.d8

Zeitoun M, Wilk B, Matsuzaka A, Knöpfli BH, Wilson BA, Bar-Or O. Facial Cooling Enhances Exercise-Induced Bronchoconstriction in Asthmatic Children. *Med Sci Sports Exerc* 2004, 36: 767-771 doi: 10.1249/01.MSS.0000126466.67458.5B

Zhuang Z, Coffey CC, Jensen PA, Campbell DL, Lawrence RB, Myers WR. Correlation between quantitative fit factors and workplace protection factors measured in actual workplace environments at a steel foundry. 2003. *Am Ind Hyg Assoc J* 64: 730-738. <https://doi.org/10.1080/15428110308984867>

Liitteet

- Liite 1: Haastattelulomake
- Liite 2: Kyselylomake
- Liite 3: Kyselyvastausten frekvenssijakauma kysymyksittäin

Liite 1. Haastattelurunko

Yritys:

Yrityksen toimipaikat:

Haastateltava(t) ja asema:

Osasto:

Työpaikan koko _____ työntekijää, _____ alihankkijaa

Osaston koko _____ työntekijää, _____ alihankkijaa

1. Kuinka moni yrityksessänne käyttää hengityksensuojaimia (noin)?
2. Mitä hengityksensuojaimia teillä käytetään? (Suojaimen nimi niin selvästi, että saadaan suojaimen tehokkuusluokka selville tai nimi ja tehokkuusluokka. Puhallinsuojaimista: puhallin, kasvo-osa ja suodatin. Naamareista: naamari ja suodatin/suodattimet. Kuvat tarvittaessa, jotta asiantuntijat tunnistavat suojaimet ja niiden luokat.)
3. Poikkeavatko hengityksensuojainten käytön ohjeet kylmässä normaaliohjeista?
Kyllä Ei
 - a) Jos ei, niin onko havaittu tarvetta erillisiin ohjeisiin?
Kyllä Ei
 - b) Jos kyllä, niin millä tavoin ohjataan hengityksensuojainten käyttöä kylmässä?
 - c) Mikä on kylmän raja, joissa kylmässä käytettyjä suojainohjeita aletaan käyttämään?
 - d) Mihin raja perustuu? Esim. suojaimen käyttöohjeisiin, kokemukseen, kylmätuntemukseen.
4. Taulukko. Kuinka moni työntekijä tekee teillä työtä, jossa on käytettävä hengityksensuojainta kylmässä? Mitä tehtäviä? Kuinka kylmässä? Kuinka usein? Kuinka kauan kestää? Voiko tuulla (työ ulkona/sisällä)? Mikä suojain nykyään käytössä? Vastaukset taulukkoon

Tehtävä	Altiste	Kuinka moni (naisten osuus)	Kuinka kylmässä enintään?	Kuinka usein on tehtävä?	Kuinka kauan menee tehtävään?	Tuuli mahdollista, kyllä/ei	Mi(t)kä suojain on käytössä tässä tehtävässä?

5. Mitä vaikeuksia teillä on havaittu hengityksensuojainten käytössä kylmässä? Kuinka kylmässä? Liittyykö ongelmaan tietty paikka tai syy, esim. oven suu ja lämpövaihtelut? *Vaikeuksia voivat olla suodattimen tukkeutuminen hengityshuurun jäätyessä siihen, visiirin huurtuminen, suojaimen kovettuminen, ilman sisäänvuoto reunoilta.*
6. Onko vaikeuksiin keksitty ratkaisu, millainen?
7. Mitä terveysvaikutuksia teillä on havaittu hengityksensuojainten käytössä kylmässä? Kuinka kylmässä? Liittyykö ongelmaan tietty paikka tai syy, esim. oven suu ja lämpövaihtelut? *Vaikeuksia voivat olla voivat olla epämukava jäähtyminen, palettumat, päänsäryt, silmien kuivuminen...*
8. Liittyykö hengityksensuojaimien käyttöön kylmässä naisilla erilaisia ongelmia kuin miehillä?
- Kyllä Ei
- a) Jos kyllä, niin mitä?
9. Onko pystytty havainnoimaan, että hengityksensuojain on kylmästä huolimatta tehokas?

Tehtävä, altiste ja keino (esim. biomonitorointi)
Jos hengityksensuojainta on muokattu kylmän vuoksi, miten on varmistettu, että suojain on vielä tehokas?

10. Onko työterveyshuolto auttanut hengityksensuojaimiin ja kylmään liittyvissä ongelmissa tai antanut rajoituksia hengityksensuojaimien käytölle kylmässä? Mitä?

Liite 2. Kyselylomake

KYLMÄTYÖKYSELY

1. Taustatiedot

Yritys*

Osasto

Paikkakunta*

Ammattinimike

2. Millaiseksi YLEENSÄ koet olosi kylmässä? (ympyröi sopivimmat vaihtoehdot)

	erittäin epämiellyttävä	epämiellyttävä	hieman epämiellyttävä	miellyttävä
koko keho	1	2	3	4
kasvot	1	2	3	4
sormet	1	2	3	4
varpaat	1	2	3	4

3. Oletko EPÄTAVALLISEN herkkä kylmälle?

En ole

Olen

4. Käytätkö TALVELLA hengityksensuojainta päivittäin?

Kyllä

En

5. Kuinka kauan käytät SUODATINSUOJAINTA päivässä TALVELLA?

alle 1 tunti
 1–2 tuntia
 yli 2 tuntia

en käytä

6. Kuinka kauan käytät PUHALLINSUOJAINTA päivässä TALVELLA?

alle 1 tunti
 1–2 tuntia
 yli 2 tuntia

en käytä

7. Esiintyykö sinulla? (ympyröi sopivimmat vaihtoehdot)

	lämpimässä	kylmässä	kylmässä rasituksessa	ei
hengenhadistusta	1	2	3	4
pitkittynyttä yskää tai yskänpuuskia	1	2	3	4
vinkuvaa hengitystä	1	2	3	4
lisääntynyttä limaneritystä keuhkoista	1	2	3	4
nuhaa	1	2	3	4
poskieontelotulehduksia	1	2	3	4
kasvoihottuma	1	2	3	4
kasvojen ihon ärtymistä	1	2	3	4

8. Esiintyykö sinulla HENGITYKSENSUOJAINTA käytettäessä? (ympyröi sopivimmat vaihtoehdot)

	lämpimässä	kylmässä	kylmässä rasiuksessa	ei
kasvojen jäähtymistä	1	2	3	4
hengenhadistusta	1	2	3	4
pitkittynyttä yskää tai yskänpuuskia	1	2	3	4
vinkuvaa hengitystä	1	2	3	4
lisääntynyttä limaneritystä keuhkoista	1	2	3	4
nuhaa	1	2	3	4
poskiontelotulehduksia	1	2	3	4
kasvohottuma	1	2	3	4
kasvojen ihon ärtymistä	1	2	3	4

9. Oletko koskaan saanut rakkula-asteista tai sitä vaikeampaa paleltumaa ja mihin kehon osaan? (ympyröi sopivimmat vaihtoehdot)

en	1
yhden kerran	2
useamman kerran	3
missä paleltuma oli?	

10. Oletko koskaan saanut rakkula-asteista tai sitä vaikeampaa paleltumaa ja mihin kehon osaan HENGITYKSENSUOJAINTA käytettäessä? (ympyröi sopivimmat vaihtoehdot)

en	1
yhden kerran	2
useamman kerran	3
missä paleltuma oli?	

11. Miten kylmyys vaikuttaa seuraaviin suorituskykyä kuvaaviin seikkoihin työssä? (ympyröi sopivimmat vaihtoehdot)

	heikkenee kylmän aiheuttamien oireiden takia	heikkenee jäähtymisen takia	paranee	ei vaikutusta
keskittyminen	1	2	3	4
motivaatio	1	2	3	4
tuki- ja liikuntaelinten toiminta	1	2	3	4
hengityselinten toiminta	1	2	3	4

12. Miten kylmyys vaikuttaa seuraaviin suorituskykyäsi kuvaaviin seikkoihin HENGITYKSENSUOJAINTA käytettäessä? (ympyröi sopivimmat vaihtoehdot)

	heikkenee kylmän aiheuttamien oireiden takia	heikkenee jäähtymisen takia	paranee	ei vaikutusta
keskittyminen	1	2	3	4
motivaatio	1	2	3	4
tuki- ja liikuntaelinten toiminta	1	2	3	4
Hengityselinten toiminta	1	2	3	4

13. Millaisilla hengityksensuojaimilla KYLMÄSSÄ käytettäessä on seuraavia vaikutuksia (valitse käyttämäsi suojaimet ja sopivimmat vaihtoehdot)

	Kasvot jäähdyt- vät	Kasvoissa paleltu- mia	Hengitys vaikeu- tuu	Vinkuva hengitys	Lisään- tynyt liman- eritys	Silmien vuota- minen	Ei vaiku- tusta	En käytä
Suodattavat puolinaamarit (FFP1 ja FFP3)	1	2	3	4	5	6	7	8
Puolinaamari kiinteillä suodattimil	1	2	3	4	5	6	7	8
Puolinaamari erillisillä suodattimilla	1	2	3	4	5	6	7	8
Kokonaamari P3- suodattimilla	1	2	3	4	5	6	7	8
Puolinaamarilla varustettu puhallinsuojain	1	2	3	4	5	6	7	8
Kokonaamarilla varustettu puhallinsuojain	1	2	3	4	5	6	7	8
Hengitysrytmiin mukautuva puhallinsuojain (CleanSpace/Shige atsu)	1	2	3	4	5	6	7	8
Kypärällä varustettu puhallinsuojain	1	2	3	4	5	6	7	8
Kasvosuojuksella varustettu puhallinsuojain	1	2	3	4	5	6	7	8
Hupulla varustettu puhallinsuojain	1	2	3	4	5	6	7	8

14. Onko suodattavassa puolinaamarissa (FFP2, FFP3) uloshengitysenttiiliä?

Kyllä

Ei

15. Hengityksensuojaimen käyttökokemukset kylmässä (ympyröi sopivimmat vaihtoehdot)

	Suodatin jäätty	Kasvo- osassa jäätää	Visiiri huurtuu/ jäätty	Tuuli lisää pään alueen jäätymistä	Tiiviys- ongelmia	Ei vaiku- tusta	En käytä
Suodattavat puolinaamarit (FFP2 ja FFP3)	1	2	3	4	5	6	7
Puolinaamari kiinteillä suodattimilla	1	2	3	4	5	6	7
Puolinaamari erillisillä suodattimilla	1	2	3	4	5	6	7
Kokonaamari P3-suodattimilla	1	2	3	4	5	6	7
Puolinaamarilla varustettu puhallinsuojain	1	2	3	4	5	6	7
Kokonaamarilla varustettu puhallinsuojain	1	2	3	4	5	6	7
Hengitysrytmiin mukautuva puhallinsuojain (CleanSpace/Shgematsu)	1	2	3	4	5	6	7
Kypärällä varustettu puhallinsuojain	1	2	3	4	5	6	7

Kasvosuojuksell. varustettu puhallinsuojain	1	2	3	4	5	6	7
Hupulla varustettu puhallinsuojain	1	2	3	4	5	6	7

16. Missä lämpötilassa PUHALLINSUOJAIMEN käyttö alkaa tuntua epämiellyttävältä?

5 – 10 °C

0 – 5 °C

-5 – 0 °C

-5 – -10 °C

alle -10 °C

17. Mikä on alin lämpötila, jossa käytät PUHALLINSUOJAINTA?

5 – 10 °C

0 – 5 °C

-5 – 0 °C

-5 – -10 °C

alle -10 °C

18. Koetko hengityksensuojaimen kanssa yhteensopivuusongelmia muiden suojausten kanssa?

Kyllä En

19. Minkä suojausten kanssa erityisesti?

Suojakypärä

Suojalasit

Kuulonsuojaimet

Suojavaate

Muu, mikä _____

20. Minkä tyyppisen hengityksensuojaimen kanssa erityisesti on ollut yhteensopivuusongelmia ja miksi?

21. Onko lääkäri todennut sinulla jonkin seuraavista sairauksista?

	kyllä	ei
Keuhkohtaumatauti	1	2
Muu keuhkosairaus kuin astma tai keuhkohtaumatauti	1	2
Kohonnut verenpaine tai verenpainetauti	1	2
Sydänveritulppa eli sydäninfarkti	1	2
Sepelvaltimotauti	1	2
Sydämen vajaatoiminta	1	2

22. Onko sinulla allergista nuhaa tai muuta pitkäaikaista nuhaa?

Kyllä Ei

23. Onko sinulla koskaan ollut astmaa? (jos vastaus EI, voit lopettaa kyselyn)

Kyllä Ei

24. Onko astma lääkärin toteama?

Kyllä milloin, (arvio vuonna) _____

Ei

25. Onko nykyisessä työssäsi sellaisia tilanteita, työvaiheita tai tekijöitä, jotka pahentavat tai aiheuttavat sinulle astmaoireita?

26. Aiheuttaako HENGITYKSENSUOJAIMEN käyttö sinulle astmaoireita?

27. Vähenevätkö astmaoireesi vapaa-aikana (esim. vapaapäivien ja lomien aikana)?

Kyllä, yleensä Kyllä, joskus Ei

Liite 3: Kyselyvastausten frekvenssijakauma kysymyksittäin

1. Taustatiedot

Yritys

(Osasto)

Paikkakunta

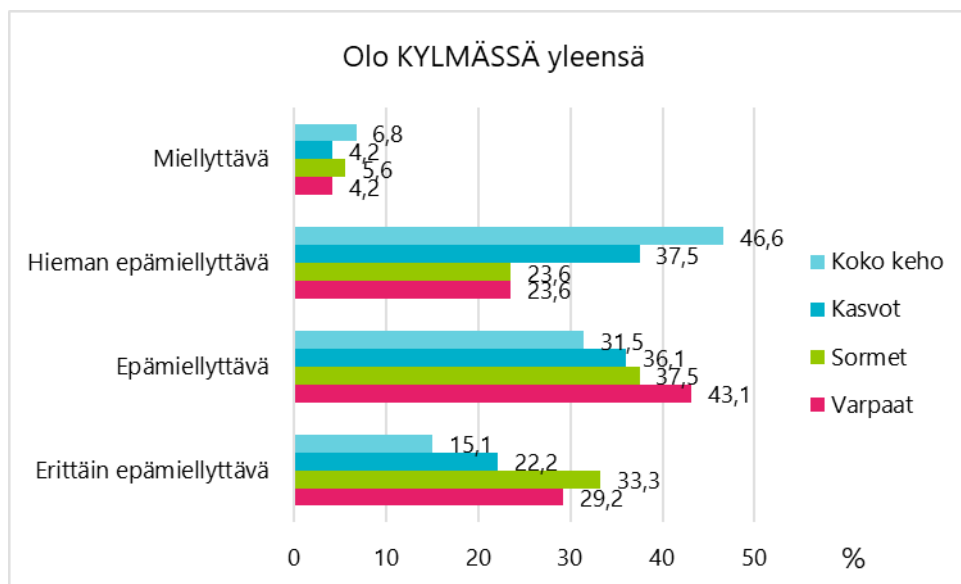
Ammattinimike

2. Millaiseksi YLEENSÄ koet olosi kylmässä?

Arviointi miellyttävästä erittäin epämiellyttävään

n= 72 (Tähän kysymykseen vastanneet)

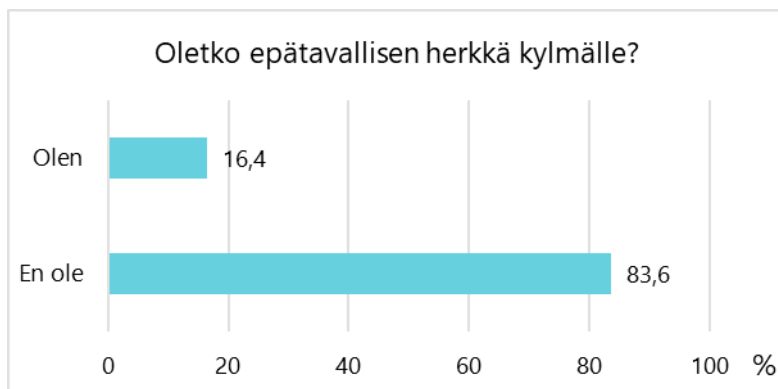
Puuttuvat vastaukset 1 (1,4 %)



3. Oletko EPÄTAVALLISEN herkkä kylmälle?

n=73

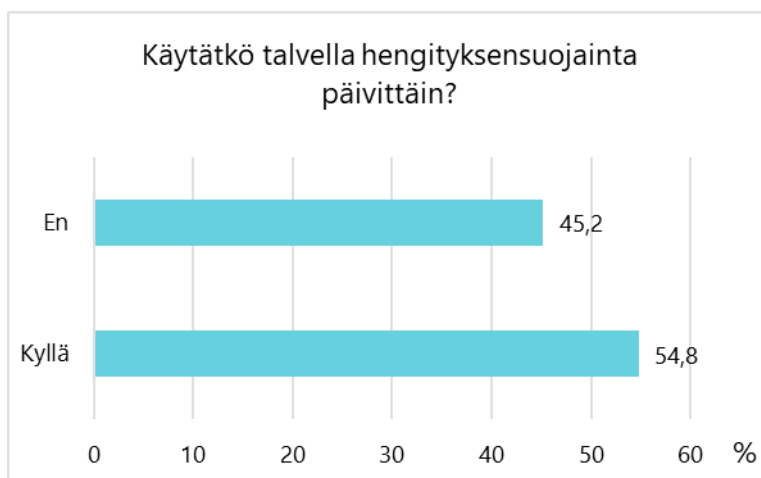
Puuttuvat vastaukset 0 (0 %)



4. Käytätkö TALVELLA hengityksensuojainta päivittäin?

n=73

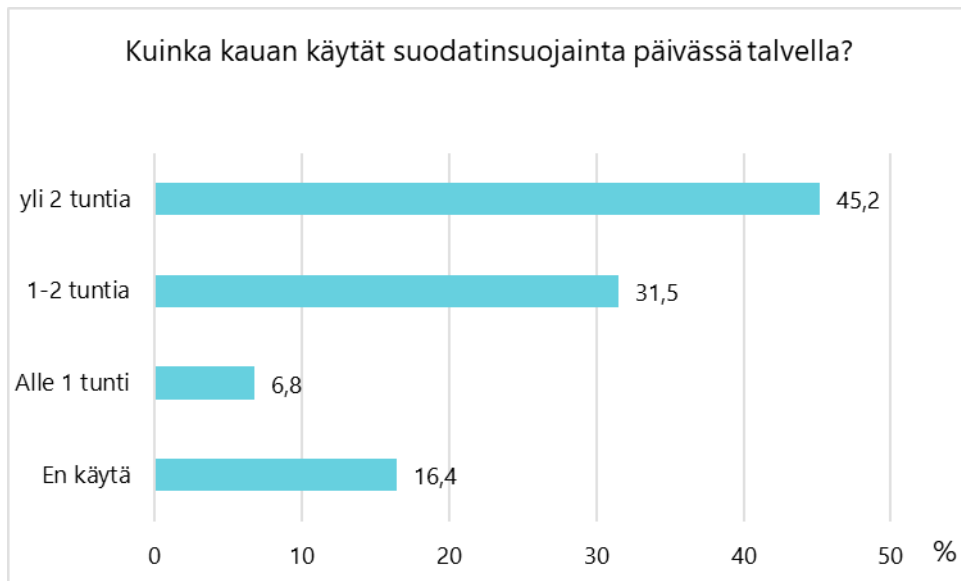
Puuttuvat vastaukset 0 (0 %)



5. Kuinka kauan käytät SUODATINSUOJAINTA päivässä TALVELLA?

n=73

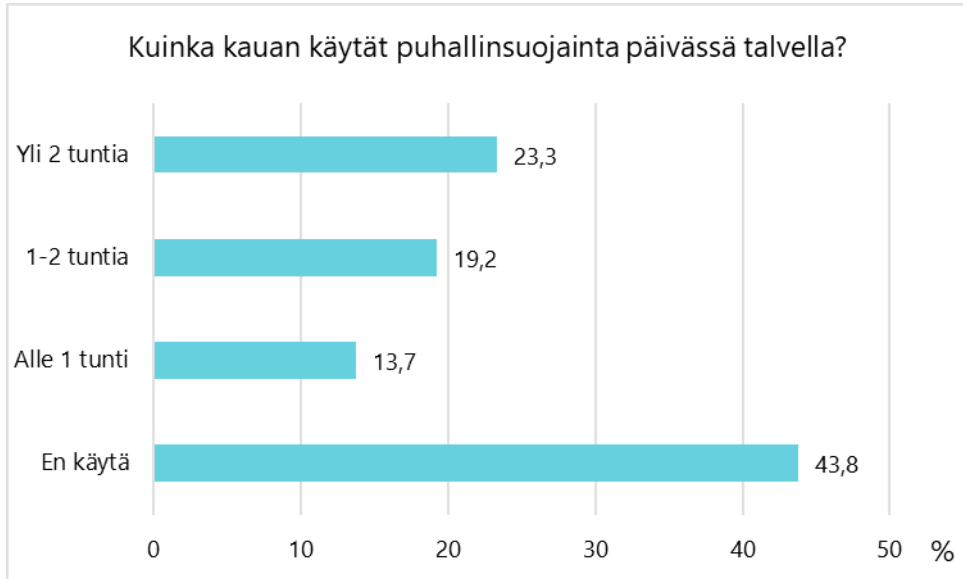
Puuttuvat vastaukset 0 (0 %)



6. Kuinka kauan käytät PUHALLINSUOJAINTA päivässä TALVELLA?

n=73

Puuttuvat vastaukset 0 (0 %)



7. Esiintyykö sinulla?

n=73

Puuttuvat vastaukset 0 (0 %)

Taulukossa vastausten osuus kaikista vastauksista ja suluissa vastausten n.

	Hengen- ahdis- tusta	Pitkitty- nyttä yskää tai yskän- puuskia	Vinku- vaa hengi- tystä	Lisäänty nyttä limanerit ystä keuhkois ta	Nuhaa	Poski- ontelo- tuleh- duksia	Kasvo- ihottu- maa	Kasvojen ihon ärtymistä
Lämpimässä yli 10 °C	1,4 % (1)	1,4 % (1)	1,4 % (1)	2,7 % (2)	5,5 % (4)	1,4 % (1)	5,5 % (4)	9,6 % (7)
Kylmässä alle 10 °C	9,6 % (7)	5,5 % (4)	2,7 % (2)	15,1 % (11)	38,4 % (28)	6,8 % (5)	11 % (8)	28,8 % (21)
Kylmässä rasi- tuksessa	17,8 % (13)	21,9 % (16)	11 % (8)	15,1 % (11)	35,6 % (26)	11 % (8)	5,5 % (4)	20,5 % (15)
Ei	76,7 % (56)	78,1 % (57)	89 % (65)	71,2 % (52)	35,6 % (26)	84,9 % (62)	86,3 % (63)	60,3 % (44)

8. Esiintyykö sinulla HENGITYKSENSUOJAINTA käytettäessä? (valitse sopivimmat vaihtoehdot)

n=73

Puuttuvat vastaukset 0 (0 %)

Taulukossa vastausten osuus kaikista vastauksista ja suluisissa vastausten n.

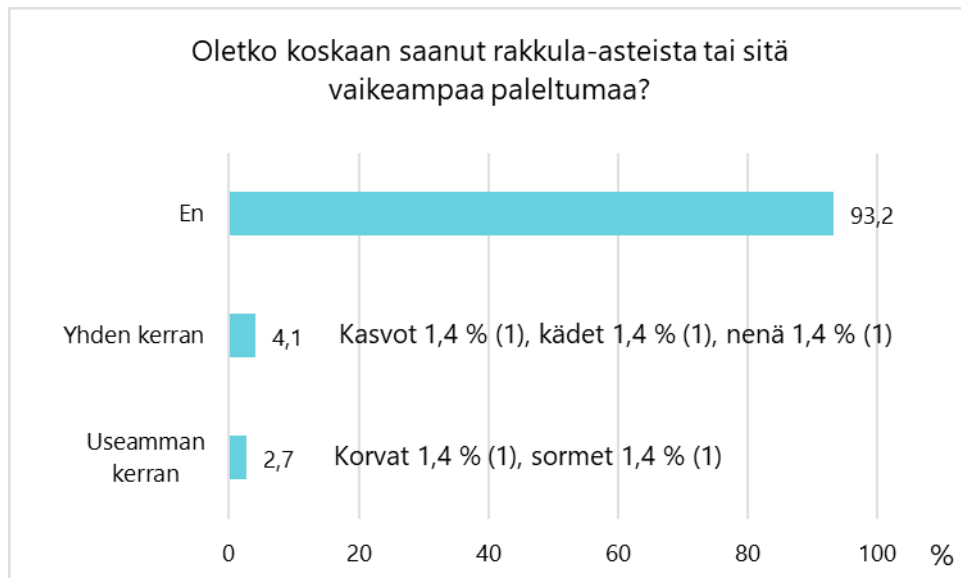
	Hengenahdistusta	Pitkitynyttä yskää tai yskänpuuskia	Vinkuvaa hengitystä	Lisäntynyttä limaneritystä keuhkoista	Nuhaa	Poski-ontelotulehduksia	Kasvoihottuma	Kasvojen ihon ärtymistä
Lämpimässä yli 10 °C	16,4 % (12)	4,1 % (3)	2,7 % (2)	11 % (8)	9,6 % (7)	1,4 % (1)	8,2 % (6)	16,4 % (12)
Kylmässä alle 10 °C	15,1 % (11)	13,7 % (10)	8,2 % (6)	24,7 % (18)	37 % (27)	12,3 % (9)	11 % (8)	23,3 % (17)
Kylmässä rasi- tuksessa	31,5 % (23)	17,8 % (13)	9,6 % (7)	27,4 % (20)	37 % (27)	9,6 % (7)	12,3 % (9)	24,7 % (18)
Ei	56,2 % (41)	72,6 % (53)	84,9 % (62)	58,9 % (43)	37 % (27)	82,2 % (60)	82,2 % (60)	60,3 % (44)

9. Oletko koskaan saanut rakkula-asteista tai sitä vaikeampaa paleltumaa ja mihin kehonosaan?

n=73

Puuttuvat vastaukset 0 (0 %)

Vastausvaihtoehdot: 1) En, 2) Yhden kerran, mihin_? 3) Useamman kerran, mihin_?



10. Oletko koskaan saanut rakkula-asteista tai sitä vaikeampaa paleltumaa HENGITYKSENSUOJAINTA käytettäessä ja mihin kehonosaan?

n=73

Puuttuvat vastaukset 0 (0 %)

Vastausvaihtoehdot: 1) En, 2) Yhden kerran, mihin_? 3) Useamman kerran, mihin_?

En: 100 % (73)

11. Miten kylmyys vaikuttaa seuraaviin suorituskykyä kuvaaviin seikkoihin työssä?

n=73

Puuttuvat vastaukset 0 (0 %)

Taulukossa vastausten osuus kaikista vastauksista ja suluissa vastausten n.

	Keskittyminen	Motivaatio	Tuki- ja liikuntaelinten toiminta	Hengityselinten toiminta
Ei vaikutusta	28,8 % (21)	26 % (19)	43,8 % (32)	53,4 % (39)
Paranee	2,7 % (2)	0 % (0)	0 % (0)	0 % (0)
Heikkenee jäähdytymisen takia	41,1 % (30)	37 % (27)	27,4 % (20)	21,9 % (16)
Heikkenee kylmän aiheuttamien oireiden takia	27,4 % (20)	37 % (27)	28,8 % (21)	24,7 % (18)

12. Miten kylmyys vaikuttaa seuraaviin suorituskykyäsi kuvaaviin seikkoihin HENGITYKSENSUOJAINTA käytettäessä?

n=73

Puuttuvat vastaukset 0 (0 %)

Taulukossa vastausten osuus kaikista vastauksista ja suluissa vastausten n.

	Keskittyminen	Motivaatio	Tuki- ja liikuntaelinten toiminta	Hengityselinten toiminta
Ei vaikutusta	30,1 % (22)	24,7 % (18)	46,6 % (34)	37 % (27)
Paranee	0 % (0)	0 % (0)	1,4 % (1)	1,4 % (1)
Heikkenee jäähymisen takia	35,6 % (26)	38,4 % (28)	26 % (19)	35,6 % (26)
Heikkenee kylmän aiheuttamien oireiden takia	34,2 % (25)	37 % (27)	26 % (19)	26 % (19)

13. Millaisilla hengityksensuojaimilla KYLMÄSSÄ käytettäessä on seuraavia vaikutuksia (valitse käyttämäsi suojaimet ja sopivat vaihtoehdot)

	Kasvot jäähdy- vät	Kasvois- sa palel- tumia	Hengi- tys vaikeu- -tuu	Vinkuva hengi- tys	Lisäänty- nyt liman- eritys	Silmien vuotami- nen	Ei vaiku- tusta	En käytä
Suodattavat puolinaamarit	9,6 % (7)	1,4 % (1)	34,2 % (25)	5,5 % (4)	17,8 % (13)	11,0 % (8)	15,1 % (11)	37,0 % (27)
Puolinaamari kiinteillä suo- dattimilla	5,5 % (4)	1,4 % (1)	19,2 % (14)	1,4 % (1)	6,8 % (5)	5,5 % (4)	8,2 % (6)	63,0 % (46)
Puolinaamari erillisillä suodattimilla	11,0 % (8)	1,4 % (1)	39,7 % (29)	4,1 % (3)	24,7 % (18)	8,2 % (6)	11,0 % (8)	41,1 % (30)
Kokonaamari P3-suodat- timilla	5,5 % (4)	0,0 % (0)	16,4 % (12)	4,1 % (3)	9,6 % (7)	1,4 % (1)	6,8 % (5)	67,1 % (49)
Puolinaama- rilla varustettu puhallinsuo- jain	15,1 % (11)	2,7 % (2)	6,8 % (5)	1,4 % (1)	4,1 % (3)	5,5 % (4)	4,1 % (3)	69,9 % (51)
Kokonaamaril- la varustettu puhallinsuo- jain	28,8 % (21)	5,5 % (4)	11,0 % (8)	2,7 % (2)	13,7 % (10)	15,1 % (11)	4,1 % (3)	61,6 % (45)
Hengitysryt- miin mukau- tuva puhal- linsuojain	21,9 % (16)	4,1 % (3)	11,0 % (8)	6,8 % (5)	11,0 % (8)	6,8 % (5)	4,1 % (3)	64,4 % (47)
Kypärällä varustettu puhallinsuo- jain	50,7 % (37)	11,0 % (8)	16,4 % (12)	9,6 % (7)	24,7 % (18)	24,7 % (18)	5,5 % (4)	35,6 % (26)
Kasvosuojuk- sella varus- tettu puhal- linsuojain	16,4 % (12)	6,8 % (5)	6,8 % (5)	2,7 % (2)	5,5 % (4)	6,8 % (5)	2,7 % (2)	71,2 % (52)
Hupulla varustettu puhallinsuo- jain	11,0 % (8)	1,4 % (1)	4,1 % (3)	1,4 % (1)	4,1 % (3)	2,7 % (2)	4,1 % (3)	82,2 % (60)

14. Onko suodattavassa puolinaamarissa uloshengitysventtiiliä?

n=63

Puuttuvat vastaukset 10 (13,7 %)



15. Hengityksensuojaimen käyttökokemukset KYLMÄSSÄ (valitse käyttämäsi suojaimet ja sopivimmat vaihtoehdot)

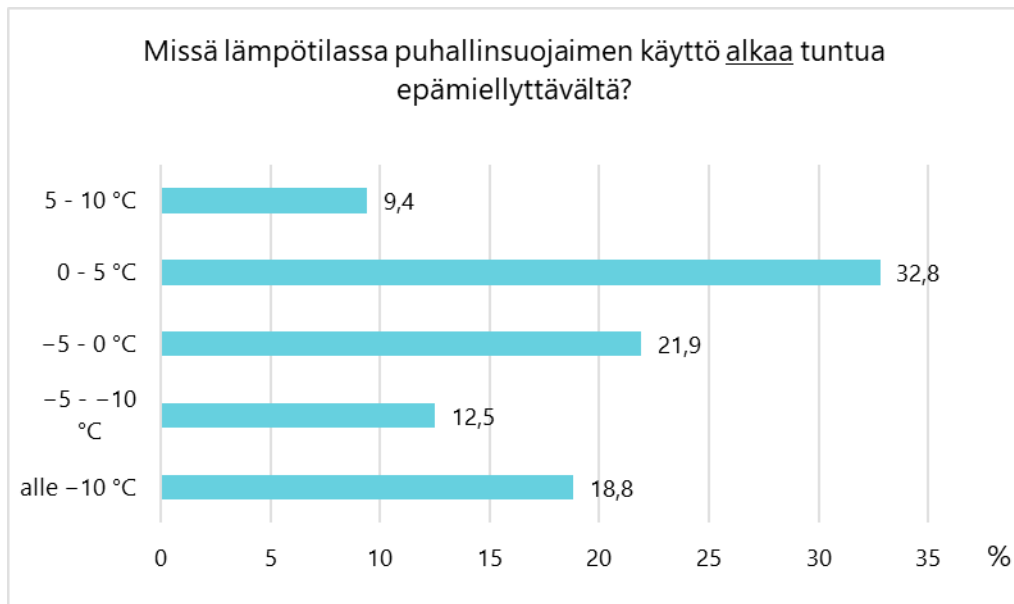
	Suodatin jäätty	Kasvo- osassa jäätä	Visiiri huurtuu/ jäätty	Tuuli lisää pään alueen jäätymistä	Tiiviys- ongel- mia	Ei vaiku- tusta	En käytä
Suodattavat puolinaama- rit	12,3 % (9)	9,6 % (7)	11,0 % (8)	11,0 % (8)	8,2 % (6)	13,7 % (10)	42,5 % (31)
Puolinaamari kiinteillä suodattimilla	4,1 % (3)	4,1 % (3)	1,4 % (1)	4,1 % (3)	6,8 % (5)	5,5 % (4)	71,2 % (52)
Puolinaamari erillisillä suodattimilla	17,8 % (13)	13,7 % (10)	13,7 % (10)	11,0 % (8)	8,2 % (6)	5,5 % (4)	47,9 % (35)
Kokonaamari P3- suodattimilla	5,5 % (4)	5,5 % (4)	9,6 % (7)	5,5 % (4)	2,7 % (2)	4,1 % (3)	69,9 % (51)
Puolinaamari lla varustettu puhallin- suoja-in	4,1 % (3)	5,5 % (4)	6,8 % (5)	8,2 % (6)	4,1 % (3)	2,7 % (2)	74,0 % (54)
Kokonaamari lla varustettu puhallinsuoja in	2,7 % (2)	16,4 % (12)	17,8 % (13)	11,0 % (8)	6,8 % (5)	4,1 % (3)	61,6 % (45)
Hengitys- rytmiin mukautuva puhallin- suoja-in	6,8 % (5)	8,2 % (6)	8,2 % (6)	16,4 % (12)	2,7 % (2)	5,5 % (4)	65,8 % (48)
Kypärällä varustettu puhallin- suoja-in	5,5 % (4)	21,9 % (16)	35,6 % (26)	32,9 % (24)	8,2 % (6)	6,8 % (5)	32,9 % (24)
Kasvosuo- juksella varustettu puhallin- suoja-in	2,7 % (2)	8,2 % (6)	12,3 % (9)	6,8 % (5)	4,1 % (3)	4,1 % (3)	67,1 % (49)
Hupulla varustettu puhallin- suoja-in	1,4 % (1)	2,7 % (2)	2,7 % (2)	4,1 % (3)	0,0 % (0)	2,7 % (2)	83,6 % (61)

16. Missä lämpötilassa PUHALLINSUOJAIMEN käyttö alkaa tuntua epämiellyttävältä?

Vastausvaihtoehdot: 5 – 10 °C, 0 – 5 °C, -5 – 0 °C, -5 – -10 °C, alle -10 °C

n=64

Puuttuvat vastaukset 9 (12,3 %)

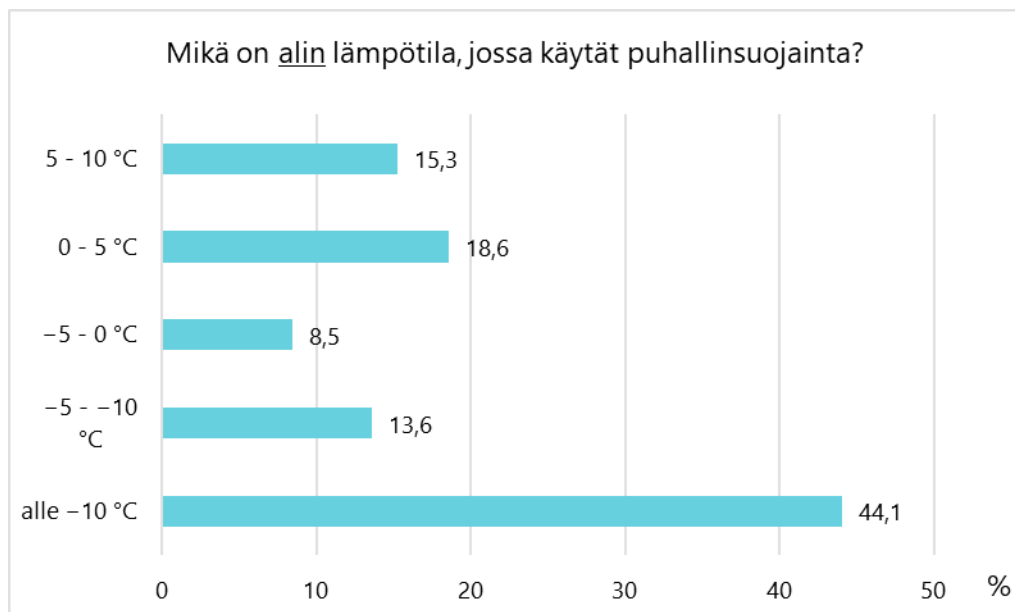


17. Mikä on alin lämpötila, jossa käytät PUHALLINSUOJAINTA?

Vastausvaihtoehdot: 5 – 10 °C, 0 – 5 °C, -5 – 0 °C, -5 – -10 °C, alle -10 °C

n=59

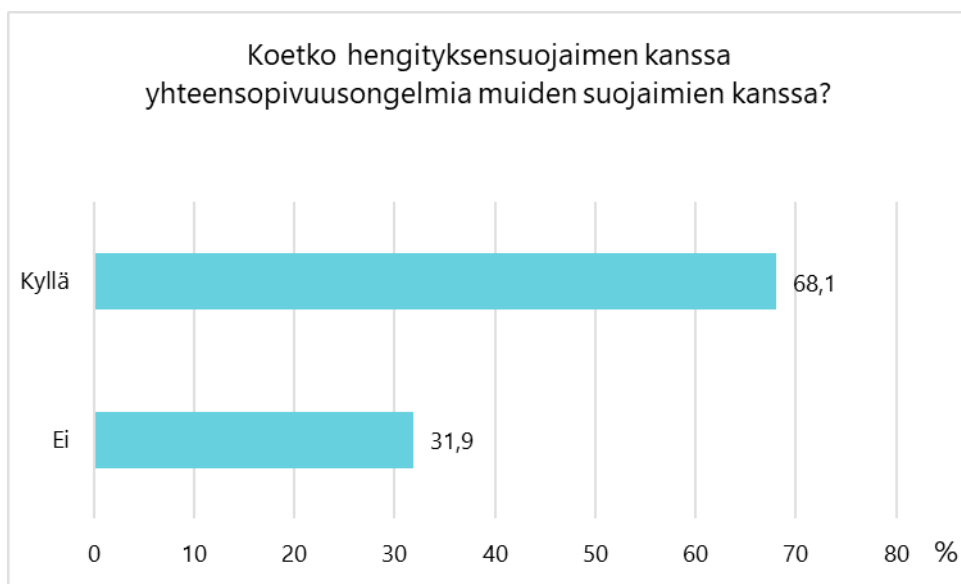
Puuttuvat vastaukset 14 (19,2 %)



18. Koetko hengityksensuojaimen kanssa yhteensopivuusongelmia muiden suojausten kanssa?

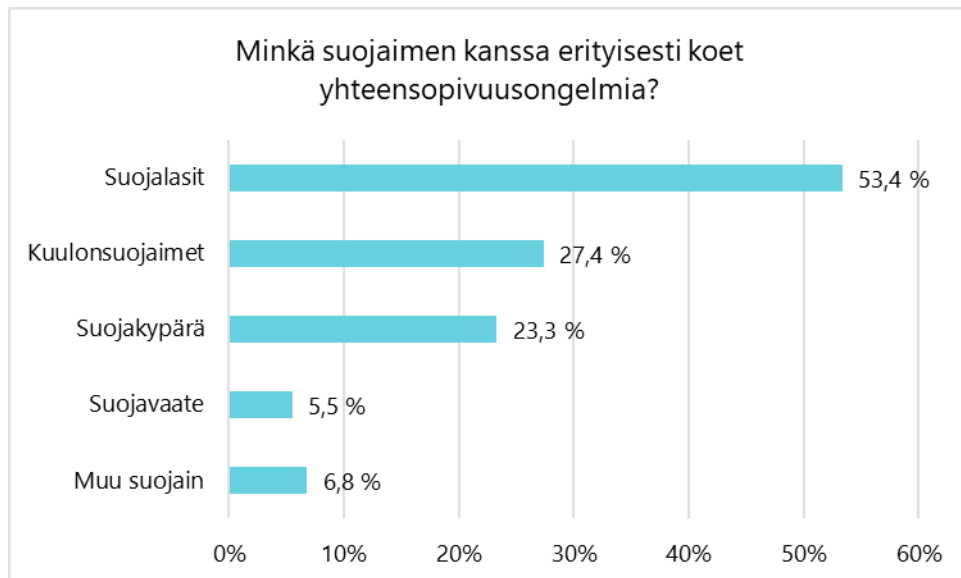
n=72

Puuttuvat vastaukset 1 (1,4 %)



19. Minkä suojaimen kanssa erityisesti?

n=73



Muu suojaain:

Hitsausmaski 1,4 % (1)

Putoamissuojaimet 1,4 % (1)

Suojahaalari "tyvek", kypärävalaisimet 1,4 % (1)

Turvavaljaat 1,4 % (1)

Valjaat 1,4 % (1)

20. Minkä tyyppisen hengityksensuojaimen kanssa erityisesti on ollut yhteensopivuusongelmia ja miksi?

Vapaa vastaus. Taulukossa vastauksen lukumäärä n ja vastauksen osuus kaikista vastaanotetuista kyselyvastauksista (73 kpl).

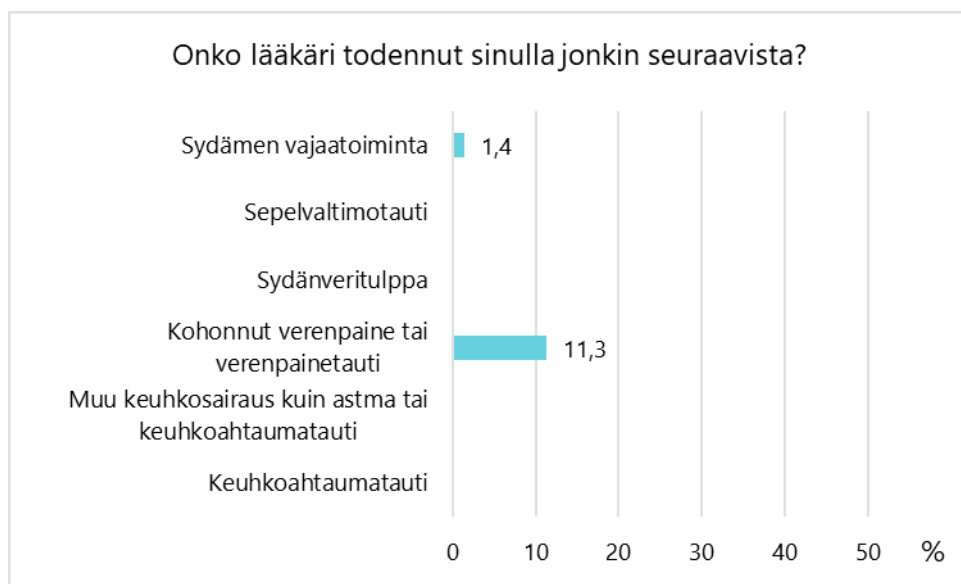
3M Speedclass silmälasien kanssa välillä ongelmia, valuu ja hiertää sekä painaa päätä. Puolinaamarin kanssa menee silmälasit huuruun.	1 (1,4 %)
3m Versaflow. Vyötäröllä kannettava puhallinyksikkö päällekkäin turvavaljaiden kanssa hankaloittaa liikkumista ja käytettävyyttä.	1 (1,4 %)
cleanspace	1 (1,4 %)
Kypärämaski ja suojalasit painaa nokkavartta	1 (1,4 %)
M3 Naamari. Kuulosuojaimet jää vuotamaan varusteiden vuoksi	1 (1,4 %)
Melkeimpä kaikki puolinaamarit ei istu silmälasien kanssa ja lasit painaa nokkavartta tai maski vuotaa	1 (1,4 %)
Moottorimaski ja valjaat	1 (1,4 %)
Normi Sundströmin maski. Kahta erilaista olen käyttäny ja ei oo hyvä. Tiiä sitte onko kumpikaan oikean kokonen	1 (1,4 %)
P3 puolinaamari. Suojalasit huurtuu. Naamarin sisälle kondensoituu vettä. Jäätyy pakkasella.	1 (1,4 %)
P3 puolinaamarin. Menee suojalasit huuruun eikä asetu oikein päähän.	1 (1,4 %)
Paperinen puolinaamari päässä huurtuu suojalasit	1 (1,4 %)
Puolinaamari	2 (2,7 %)
Puolinaamari irrotettavilla suodattimilla	1 (1,4 %)
Puolinaamari ja sen remmi. Kypärä alla + suojalasien sangat sekä kurkkumikrofoni. Suojalasit huurtuu!!	1 (1,4 %)
Puolinaamari, hengitysrytmi suodin	1 (1,4 %)
Puolinaamari, lasit huurtuvat	1 (1,4 %)
Puolinaamarin jossa lasit, huurtuu. Kokopuhallinmaski: visiiri jäätyy/huurtuu	1 (1,4 %)
Puolinaamarin kanssa lasit huurtuu ja suojaus heikkenee koska lasit ei asetu nokalla oikein	1 (1,4 %)
Puolinaamarin kanssa suojalasit ei istu kunnolla	1 (1,4 %)
Raitisilmapuhallin talvella	1 (1,4 %)
Shigematsu	1 (1,4 %)
Shigematsu, 3m kokonaamari. Kiristysremmit painavat kypärän alla	1 (1,4 %)
Shigematzun, kiristysremmit painavat kuulosuojaimia ja suojalaseja	1 (1,4 %)
Suojalasit, huurtuu (?)	1 (1,4 %)

versaflo koska selkäyksikkö vähän hankaloittaa pukemista. Mutta se onnistuu kyllä kuitenkin käyttäen. 1 (1,4 %)

Vähän kaikkien kanssa. Shigematsun kanssa et voi hitsata koska hitsausmaski ei sovi päälle. Kokomaskipuhallin ja turvaaljaat yhtäaikaan eivät mahdu päälle. Kaikkiin näihin on tuotteita millä parantaa tilannetta mutta kun hommataan jokaiselle 10 ukolle 10 erilaista hengityssuojainta ja putoamissuojainta, suodatinta yms. niin remonttiin lähtiessä saa varata mukaan erillisen peräkärryn suojaimille ja varusteille huoltoajoneuvojen lisäksi. Lisäksi nämä varusteet maksavat aina 300€ ylöspäin joten varusteet tulee maksamaan useita kymmeniä tuhansia.

21. Onko lääkäri todennut sinulla jonkin seuraavista?

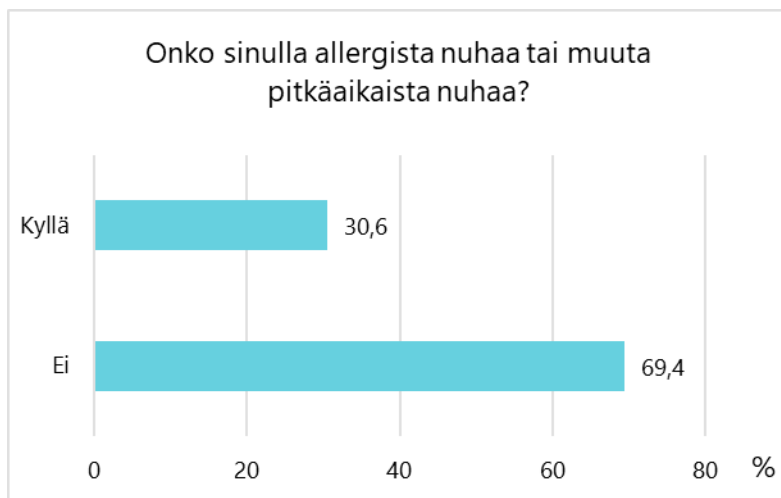
n=73



22. Onko sinulla allergista nuhaa tai muuta pitkäaikaista nuhaa?

n=72

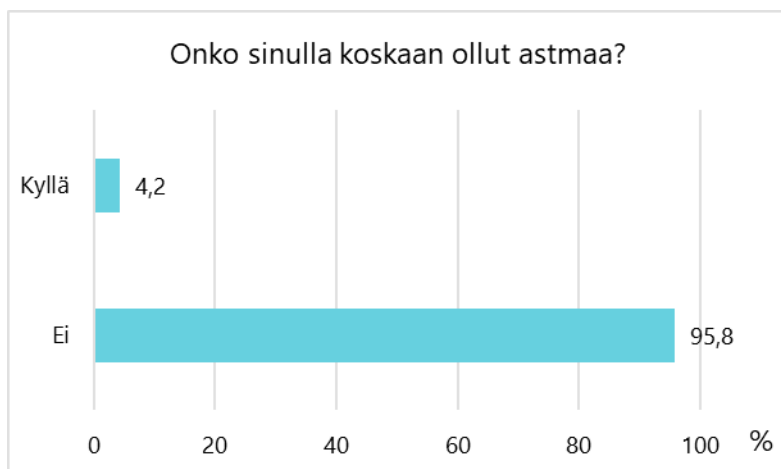
Puuttuvat vastaukset 1 (1,4 %)



23. Onko sinulla koskaan ollut astmaa? (jos vastaus EI, voit lopettaa kyselyn)

n=71

Puuttuvat vastaukset 2 (2,7 %)



24. Onko astma lääkärin toteama?

Vastausvaihtoehdot: 1) Kyllä, milloin (arvio vuonna), 2) Ei

Kyllä: 4,1 % (3) (2000, 2007, 2009)

Ei/Ei vastattu: 78,6 % (70)

25. Onko nykyisessä työssäsi sellaisia tilanteita, työvaiheita tai tekijöitä, jotka pahentavat tai aiheuttavat sinulle astmaoireita?

Vapaa vastaus. Vastausten osuus koko n:stä (73).

Ei 4,1 % (3)

Kyllä 1,4 % (1)

Pöly 1,4 % (1)

26. Aiheuttaako HENGITYKSENSUOJAIMEN käyttö sinulle astmaoireita? Kuvaile tarkemmin minkälaisen suojaimeen käyttöön liittyy astmaoireita ja minkälaisissa tilanteissa oireet pahenevat.

Vapaa vastaus. Vastausten osuus koko n:stä (73).

Ei	5,5 % (4)
Hengenahdistusta.	1,4 % (1)
Kylmässä työskentely hengityssuojainten kanssa.	1,4 % (1)

27. Vähenevätkö astmaoireesi vapaa-aikana?

Vastausvaihtoehdot 1) Kyllä, yleensä, 2) Kyllä, joskus, 3) Ei

Kyllä, yleensä 4,1 % (3)

Ei 4,1 % (3)

Hengityksensuojainten käyttö kylmässä on usein välttämätöntä. Työturvallisuus heikentyy, jos hengityksensuojaimen toiminta kylmässä häiriintyy, sitä ei voida käyttää tai se aiheuttaa terveydellistä haittaa. Kylmässä hengityksen mukana tuleva kosteus huurtuu ja jäätyy maskien, venttiilien ja suodattimien sisään ja puhaltavat suojaimet jäädyttävät kasvoja. Terveydellistä haittaa voi aiheutua erityisesti verenkierto- ja hengityselinsairauksia poteville.

Tässä tutkimusraportissa selvitetään hengityksensuojainten toimivuus aidoissa työtilanteissa talviaikana ja niiden käytön terveysvaikutuksia. Lisäksi raportissa tarkastellaan kylmän, tuulen ja kosteuden yhteisvaikutuksia hengityksensuojainten käyttöön sekä päivitetään aiemmat suositukset ja ohjeistukset.



Työsuojelurahasto
Arbetskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund

Työterveyslaitos
Arbetshälsoinstitutet
Finnish Institute of Occupational Health

PL 40, 00032 Työterveyslaitos

www.ttl.fi

ISBN 978-952-391-091-1 (PDF)

