



Työterveyslaitos | Arbetshälsoinstitutet  
Finnish Institute of Occupational Health

# Suojautuminen kuumilta nesteiltä moottorien testausprosessissa

KOHDEYRITYS: AGCO POWER OY

Susanna Mäki, Kirsi Jussila

Työterveyslaitos

Helsinki

12.11.2019



Työsuojelurahasto

Arbetarskyddsfonden  
The Finnish Work Environment Fund



Työterveyslaitos

PL 40

00251 Helsinki

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

Editointi: Susanna Mäki

© 2019 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Julkaisu on toteutettu Työsuojelurahaston tuella.

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

# TIIVISTELMÄ

## Taustaa

Suojautuminen kuumilta nesteiltä moottorien testausprosessissa hanke käynnistyi vuonna 2017. Tehtaalla oli sattunut työtapaturma, jossa kuumat nesteroiskeet ovat aiheuttaneet vakavia palovammoja työntekijöille. Työntekijöille toteutettiin kysely vuonna 2017-2018, jossa kartoitettiin suojaustarpeita ja työn haitta- ja vaaratekijöitä. Hankkeen aikana kartoitettiin markkinoilla olevia erikoiskuiduista valmistettuja kuumansuojaukseen soveltuvia suojavaate, lisäsuoja- ja alusvaatemateriaaleja.

## Työolosuhteet

Moottorien testausprosessissa tarvitaan suojautumista kuumilta nesteiltä sekä kuumien pintojen kontaktikuumuudelta. Suojausta tarvitaan kontaktikuumuudelta, joka on noin 350-450°C ja paikoin 450-620°C. Lisäksi suojausta tarvitaan prosessissa kulkevalta mineraaliöljyltä, jäähdytysnesteeltä ja polttoöljyltä. Työolosuhteen lämpötila voi olla +30-+40 astetta kesäisin. Työskentely sisältää työskentelyä erittäin lähellä käynnissä ja testauksessa olevia kuumia ja meluisia dieselmoottoreita. Tarvittava työskentelyetäisyys dieselmoottorista voi olla noin 15-20 senttimetriä (cm).

## Työntekijöiden haastattelut, kysely ja taustakartoitus

Työntekijöiden haastatteluiden ja kyselyn avulla kartoitettiin sattuneita työtapaturmia, läheltä piti-tilanteita ja kartoitettiin työntekijöiden toiveita paremmin työn riskeiltä suojaavalle suojavaatetukselle. Kuumien roiskeiden aiheuttamia työtapaturmia oli sattunut 19 % vastanneista. Työtapaturmia oli aiheuttaneet kuumat pinnat ja kuumat roiskeet. Läheltä piti-tilanteita oli sattunut jopa 53 % vastanneista. Aiheuttajana oli ollut kuuman jäähdytysnesteen roiskeet tai sen kuuman höyryn aiheuttama tilanne ja pakosarjan tai pakoputken kontaktikuumuus.

## Käytössä oleva vaatetus

Työntekijöillä on käytössä oleva puuvilla-polyesterisekoitteinen vaatetus, joka ei anna tarvittavaa kuumansuojausta 350-620° C kontaktikuumuden, 96-104°C öljyroiskeiden ja 90-105°C kuuman jäähdytysnesteroiskeiden riskiltä.



## Materiaalikartoitus

Kartoituksen tavoitteena oli löytää materiaali, joka suojaa:

- pakosarjan kontaktikuumuudelta 350-450°C ja 400-620°C,
- kuuman veden ja jäähdytysnesteen seokselta 90-105°C (jäähdytysnesteen vahvuus 50 % etyleeniglykoli sekoitettuna veteen),
- kuumalta öljyltä 96-104°C.

Korkea kontaktilämpötilan kesto sekä polttoöljyn ja öljynkesto osoittautui haasteelliseksi suojauskombinaatioksi. Korkealta kontaktikuumuudelta suojan antaa monikerrosratkaisu, joka koostuu useista eri kerroksista. Normaalit kuumansuoja-vaatteet testataan 250 °C kontaktikumudenkestolta ja yksikerrosmateriaalit täyttävät suojaustason F1 eli alhaisimman tason. Esimerkiksi vain paksut monikerrosmateriaalit täyttävät suojaustason F3 eli korkeimman mahdollisen suojauksen, mutta vain 250°C kontaktilämpötilalta.

Materiaalin tulisi olla hengittävä materiaali, joka on käyttömukava, sillä työskentelytilan lämpötila on kesäisin jopa 30-40°C. Materiaalikartoituksessa pyrittiin etsimään kuumansuoja-vaatemateriaalia, joka antaa paremman suojan kontaktikuumuudelta ja kuuman nesteen kuten jäähdytysnesteen ja mineraaliöljyjen aiheuttamilta roiskeilta. Erikoiskuidusta valmistettujen materiaaleja valmistetaan usein tilauksesta ja mallikappaleiden saaminen koekäyttöön ei onnistunut hankkeen aikataulun puitteissa. Tavoitteena olleen suojauskombinaation löytyminen osoittautui haasteelliseksi, sillä kuidut joilla on hyvä kemikaalinkesto, eivät taasen anna suojausta tarvittavalta erittäin korkealta kontaktikuumuudelta.

Monikerrosrakenteisen suojavaatetuksen katsottiin olevan liian kuormittava vaihtoehto fysiologisesti, työympäristön olosuhteisiin nähden. Testausprosessissa ajettavat moottorit kuumentavat sisäympäristön lämpötilaa ja työpisteissä työntekijöiden lämpöviihtyvyys on koetuksella muun muassa kesäolosuhteissa jo normaalia vaatetusta tai työvaatetusta käytäessä, vaikka työtilassa on pyritty edistämään ilmanvaihtoa.

## Suoja-vaatetus

Erittäin korkealta kontaktikuumuudelta suojan antaa vain useasta kerroksesta koostuva vaatetus. Suoja-vaatetus ei kuitenkaan saa lisätä työssä kuormittumista, eikä se saa aiheuttaa vaaratilanteita. Työssä työskennellään testiajossa käynnissä olevien moottoreiden välittömässä läheisyydessä ja työpisteistä riippuen liikkumatila on rajoitettu. Suoja-vaatetuksen mallin tulee olla ihonmyönteinen ja siitä ei saa jäädä kiinni moottoriin.

## Kemikaaliroiskeilta suojautuminen

Suoja-vaatemateriaalit, joiden kemikaalinkesto on testattu standardin EN 13034 mukaan tarkoittaa, että materiaali hylkii vain tietyn verran testissä käytettyä kemikaalia. Valinnassa on huomioitava, ettei edellä mainitun testin mukainen niin sanottu kemikaalinsuoja-roiskeilta



suojaava materiaali ole täysin kemikaalinläpäisevä, sillä testatut materiaalit saavat läpäistä 0,5 ml kemikaalia standardin mukaisessa testissä. Altistumista olisikin vähennettävä muilla keinoilla ja vaatteiden altistuminen kemikaalikosketuksille on minimoitava teknisin keinoin. EN 13034 mukaan testattu suojavaatetus on tarkoitettu suojaamaan vähäisiltä roiskeilta eli tilanteissa, kun haitan on tarkoitus pysyä epätodennäköisenä. Kemikaaleja hylkivä materiaali soveltuu tilanteisiin, kun aineet eivät aiheuta pysyviä haittoja, ei läpäise ihoa, ei aiheuta syöpää, ei vaikuta perimään ja lisääntymiskykyyn, eikä ole syövyttävä tai allergisoiva. EN 13034 mukaisia suojavaatteita tulee ottaa käyttöön varovaisuutta noudattaen, ettei kemikaalinsuojastatus anna liikaa suojaavuuden tunnetta työntekijöille.



## SISÄLLYS

1	Lähtötilanne kohdeorganisaatiossa ja syyt hankkeen käynnistämiseen .....	7
1.1	AGCO Power Oy .....	7
1.2	Altistuminen kuumille nesteille.....	7
1.3	Kuvaus .....	7
1.4	Tavoitteet.....	7
1.5	Hankkeen merkitys .....	8
1.5.1	Merkitys hakijalle .....	8
2	Hankkeessa sovellettu tutkimus ja ulkopuolinen asiantuntija.....	9
3	Hankkeen toteutuminen ja eteneminen .....	10
3.1	Työpaketti 1: Suojaustarpeen määrittäminen .....	10
3.2	Työpaketti 2: Materiaalikartoitus.....	11
3.3	Työpaketti 3: Suojavaatetuksen vaatimusten asettaminen.....	12
3.4	Työpaketti 4: Suositusten ja ohjeistusten määrittäminen sekä työntekijöiden opastus	12
4	Haastattelun ja kyselyn tulokset .....	13
	Aikaisemmin sattuneet työtapaturmat.....	13
4.1	Henkilönsuojaimet ja suojavaatetuksen vaatimukset .....	13
4.2	Standardin vaatimukset ja merkinnät .....	14
4.2.1	Kuumansuojavaatetus EN ISO 11612:2015.....	14
4.2.1.1	EN 13034 + A1 Suojavaatetus nestemäisiä kemikaaleja vastaan.....	15
4.2.2	Hitsaajan suojavaatetus EN ISO 11611.....	15
5	Hankkeen tulokset, hyödyt ja vaikutukset.....	17
6	yhteystiedot .....	23
	Lähteet .....	24



# 1 LÄHTÖTILANNE KOHDEORGANISAATIOSSA JA SYYT HANKKEEN KÄYNNISTÄMISEEN

Hanke on toteutettu AGCO Power Oy (tilaaja) ja Työterveyslaitoksen (toteuttaja) yhteistyönä 2.10.2017-15.11.2019 aikana.

## 1.1 AGCO Power Oy

AGCO Power Oy valmistaa, kehittää ja huoltaa diesel moottoreita.

## 1.2 Altistuminen kuumille nesteille

Moottorinvalmistusprosessissa testauksen aikana paikalliset lämpötilat ovat noin 350-450 °C ja paikoin jopa 450 - 690 °C. Moottoreissa kulkevia aineita ovat jäähdytysneste, polttoöljy, urea ja polttoaine. Moottoreiden testauksen aikana työn tekninen vaihe vaatii työkohteen välittömässä läheisyydessä työskentelyä. Sisäilman lämpötila voi olla kesäisin +30 - +40 °C.

Työntekijät voivat altistua äkillisesti suihkuavaan kuumaan nesteeseen, kuten jäähdytysnesteeseen tai polttoöljyyn (5-6 mPa /2 mPa) koeajon aikana. Työskentelyetäisyys voi olla 15 -20 cm suihkuavasta työkohteesta. Suojautumisessa pitää ottaa huomioon työn haitta- ja vaaratekijät kuten kuumat aineet ja suihkuavat nesteet. Altistus on ajaltaan lyhyt, mutta kuumat nesteet ja kontaktikuumuus tuovat suojautumiselle erikoisvaatimuksia. Lisäksi työtila on lämmin jo työtilassa käytössä olevasta jäähdytyksestä huolimatta.

## 1.3 Kuvaus

Hankkeen työsuunnitelma oli jaettu seuraaviin työpaketteihin:

1. Kokonaisvaltaisen suojaustarpeen määrittäminen
2. Materiaalikartoitus
3. Suojavaatetuksen vaatimusten asettaminen
4. Suositusten ja ohjeistusten määrittäminen sekä työntekijöiden opastus

## 1.4 Tavoitteet

Hankkeen tavoitteena oli etsiä oikeat suojavaatemateriaalit ja kehittää suojavaatetusta työn tilaajan tuotekehityksen testausvaiheeseen.



## 1.5 Hankkeen merkitys

Hankkeen tuloksena työntekijät saavat koekäyttöön työn haitta- ja vaaratekijöiltä paremmin suojaavan suojavaatteen.

### 1.5.1 Merkitys hakijalle

Hankkeen kartoituksen ja haastattelujen avulla hakija sai ulkopuolisen keräämään tietoa työntekijöiden kokemista työn haitta- ja vaaratekijöistä, työntekijöille sattuneista läheltä piti -tilanteista ja toiveista koskien työtehtävään ja eri työpisteisiin soveltuvista suojavaatteesta ja sen mallista. Työntekijöiden haastattelujen ja keskustelujen kautta toteutettiin työhygieenisia mittauksia työntekijöiden työperäisen altistumisen poissulkemiseksi. Hankkeen aikana päivitettiin työpaikan kemikaaliluettelo ajan tasalle. Hankkeen tuloksena työntekijät saavat koekäyttöön erikoiskuidusta valmistetut suojavaatteet, jotka antavat paremman suojan työn haitta- ja vaaratekijöiltä kuin käytössä oleva puuvilla/polyesteri sekoitteiden suojavaatetus.

### 1.5.2. Merkitys soveltajalle/asiantuntijalle

Hanke antoi päivitetyn tilannekuvan markkinoilla olevista kuumansuojamateriaaleista ja tilannekatsauksen erikoiskuiduista valmistavien suojavaatemateriaalien valmistajan osalta uutta tietoa tuotekehityksen alla olevista kuumansuojamateriaaleista.

Vähäisiltä kemikaaliroiskeilta testattavan suojavaatemateriaalin standardin EN 13034 vaatimuksena ei ole ilmoittaa mitä standardin mukaista kemikaalia testissä on käytetty, joka on vaatevalmistajien ja loppukäyttäjien oikean suojauksen kannalta puutteellinen. Hankkeen tuloksena raportoidaan eteenpäin kemikaalisuojaatetuksen standardointiryhmälle standardissa havaitusta puutteesta.

Työterveyslaitoksessa tulleet muutokset kuten YT-neuvottelut ja ilmoitetun laitoksen kappi ja henkilömuutoksilla oli vaikutus hakkeen aikatauluun. Työterveyslaitoksessa hankkeen aikana olleiden YT-neuvottelujen seurauksena laboratorio oli luopunut suunnitelluista kemikaalitestimenetelmistä, ja testejä ei pystytty toteuttamaan alkuperäisen suunnitelman mukaisesti.





## 2 HANKKEESSA SOVELLETTU TUTKIMUS JA ULKOPUOLINEN ASIAANTUNTIJA

Työterveyslaitos tarjoaa asiantuntijapalveluita ja suojautumisratkaisuja. Työterveyslaitoksen työryhmän kokemus perustuu kokonaisvaltaisiin hankkeisiin erilaisissa tutkimus- ja tuotekehityshankkeissa. Työryhmällä on pitkä kokemus erilaisista työpaikan suojausratkaisuista, vaatefysiologiasta, kuormittumisesta, kemikaaleilta suojautumisesta ja suojainten tehokkuuden arvioinnista.

Hankeen päävastuisen erikoisasiantuntijan Susanna Mäen asiantuntijuus pohjautuu aiempiin tutkimuksiin kuten muun muassa soodakattilatyöntekijöiden kuumien kemikaaliläiskien roiskeilta suojauksen kehittämiseen (v. 2005-2006), palomiesten täsmävaatetuksen kehittämiseen (2005-2007), tienpäällystys- ja kattotöiden lämpökuormittumisen ja UV-säteilylle altistumisen vähentämiseen (2005-2007).

Erja Mäkelän kokemus pohjautuu työhygieenikkona ja kemistinä kokonaisvaltaisen altistumisen määrittelyyn ja työpaikan kemikaalinriskinarviointiin sekä erilaisiin tutkimushankkeisiin koskien suojainten tehokkuutta.

Erikoistutkija Kirsi Jussila toimi hankkeen Työterveyslaitoksen hallinnollisena yhdyshenkilönä.



## 3 HANKKEEN TOTEUTUMINEN JA ETENEMINEN

### 3.1 Työpaketti 1: Suojaustarpeen määrittäminen

Toteutusaika: syksy 2017. Arvioitu työaika 5 asiantuntijapäivää.

Työpaketissa selvittiin kohderyhmän suojaustarpeet eri työtehtävissä ja mahdollisissa viikatilanteissa, kuten kuumat kemikaalit, öljyt ja nesteet, joita moottoreissa käytetään. Selvityksen perusteella arviotiin altistumisen suuruus, suojaustarpeet ja suojavaatemateriaaleilta vaadittavat ominaisuudet.

#### Palaverit

Työterveyslaitoksen asiantuntija Susanna Mäki osallistui 22.11.2017 ja 3.5.2018 yhteisiin palaveriin Agco Power Oy:n työsuojeluhenkilöstön ja projektin henkilöstön kanssa, joissa keskusteltiin suojaustarpeista ja suojauksen ongelmakohdista, sekä käytiin lävitse kyselyssä käsiteltäviä asioita. Työterveyshoitaja osallistui projektiryhmän palaveriin 22.11.2017. Palaverissa käytiin lävitse työpaikalla tehtyä riskinarviointia, työpaikkakartoitusta, sattuneita työtapaturmia, läheltä piti -tilanteita, sekä työpaikan toteuttamia mittauksia. Työpaikan toimittaman kemikaalilistan ja kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteiden perusteella Työterveyslaitoksen työhygieenikko ja kemisti Erja Mäkelä analysoi suojaustarvetta prosessissa käytössä olevilta aineilta. Kyselyn ja haastattelujen yhteenveto esitettiin 3.5.2018 Agco Powerin projektiryhmälle Nokialla.

#### Haastattelut

Tuotannon työntekijöiden haastattelut toteutettiin projektiryhmän ja työsuojeluhenkilöstön toimesta 1.12.2017 ja 15.12.2017. Haastattelut toteutti Työterveyslaitoksen asiantuntija Susanna Mäki 1.12.2017 Nokialla ja 15.12.2018 Tesoman toimipisteessä. Avustajana 15.12.2018 haastatteluissa toimi vaatetusteknikko erityisasiantuntija Hanna Koskinen Työterveyslaitoksesta.



## 3.2 Työpaketti 2: Materiaalikartoitus

Toteutusaika: materiaalikartoitus tehtiin vuosien 2018-2019 aikana.

Työntekijöiden kyselyn ja haastattelujen perusteella ja edellisten tutkimusten yhteenvedon perusteella etsittiin markkinoilta suojavaatetukseen soveltuvia materiaaleja ja selvitettiin niiden ominaisuuksia, sekä soveltuvuutta työpisteisiin. Materiaalikartoituksessa hyödynnettiin Työterveyslaitoksen aikaisemmin toteutettujen tuotekehitys- ja tutkimusprojektien tuloksia. Aikaisemmin toteutetun epoksi ja MDI- tutkimuksen tulokset eivät olleet vertailukelpoisia työpaikan erilaisten altisteiden takia.

Suunnitelman mukaisia materiaalien laboratoriotestejä ei Työterveyslaitoksen laboratoriomuutosten ja testilaitteistojen muutosten takia ei pystytty suorittamaan suunnitelmasta poiketen. Tavoitteena oli tehdä materiaalikartoituksen jälkeen täydentäviä materiaalimitauksia (2-4 materiaalia) laboratorio-oloissa. Laboratoriotestien tavoitteena oli ollut selvittää kemikaalien läpäisevyys ja soveltuvin osin suojaus kuumilta nesteiltä.

Suojavaatemateriaalien arviointimenetelmät

Työsuunnitelman mukaisesti tarkoituksena oli työhön soveltuvan suojavaatemateriaalin arviointi ja mm. o-ksyleeniltä suojaavien materiaalien testaus laboratoriossa. Tarvittavan lisäsuojauksen materiaalin tulee täyttää standardin EN 13034 + A1 suojavaatetus nestemäisiä kemikaaleja vastaan vaatimuksia, joka suojaa rajoitetusti nestemäisiltä kemikaaleilta (tyypin 6 ja tyypin PB[6] varusteet).

Tavoitteena oli löytää materiaali, jonka läpäisevyys on testattu standardien mukaisten testien EN ISO 6530 (entinen EN 368) ja EN 14325 mukaan. Materiaalien kemikaalien läpäisevyyttä ja kuumankestoa voidaan testata soveltaen käytössä olevia testausmenetelmiä tai tarvittaessa mittaukset tilataan alihankintana. Standardin EN 14325 mukaisessa testissä mm. testataan kemikaalinkestoa huoneen lämpöisillä kemikaaleilla. Testimenetelmässä ruiskutetaan hallitusti 10 ml kemikaalia kourussa olevalle kemikaalille ja mitataan nesteiden läpimenovastus, niiden hylkivyyden ja läpimeno.



### 3.3 Työpaketti 3: Suojavaatetuksen vaatimusten asettaminen

Toteutusaika: kevät 2018.

Aiemmista työpaketeista saatujen tulosten perusteella määriteltiin vaatimukset työssä käytettävälle suojavaatetukselle.

#### Kyselyt

Työntekijöiden kyselyjen ja haastattelujen avulla kartoitettiin työntekijöiden työtehtäviä, työasentoja, ergonomiaa, työn haitta- ja vaaratekijöitä, aikaisemmin sattuneita työtapaturmia, käytössä olevia työ- ja suojavaatteita, sekä muita käytössä olevia henkilösuojaimia, sekä suojaustarpeita.

Työntekijöiden kyselyt toteutettiin tehtaalla joulukuussa 2017. Moottoreiden korjaustyötä asiakkaiden luona tekevien vastaukset tehdas toimitti suoraan postitse Työterveyslaitokselle ja osa niistä kerättiin haastattelun yhteydessä tehtaalla. Kyselyihin vastasi 37 prosessin työntekijää, joista analysoitiin 36 vastausta. Kyselyistä ja haastatteluista on pidetty yhteenveto Agco Powerin projektiryhmälle.

Katso erillinen raportti tuloksista (pdf-muodossa).

### 3.4 Työpaketti 4: Suositusten ja ohjeistusten määrittäminen sekä työntekijöiden opastus

Toteutusaika: kevät - kesä 2018. Arvioitu työaika 7 asiantuntijapäivää.

Työpaketissa määritettiin suositukset ja ohjeistukset aikaisemmin tehdyn haastattelun ja kartoituksen perusteella.

#### Palautetilaisuus

Työntekijöille pidettiin tiedotustilaisuus haastattelujen ja suojavaatteen kartoituksen yhteydessä esille tulleista asioista. Tilaisuus järjestettiin 3.6.2018 koskien työturvallisuutta, suojautumista ja työssä altistumista. Tilaisuudessa olivat paikalla vanhempi asiantuntija Erja Mäkelä ja erityisasiantuntija Susanna Mäki.

Keskustelujen johtopäätöksenä työnantaja toteutti työhygieeniset mittaukset, jonka toteuttivat Työterveyslaitoksen työhygieenikot Tampereen toimipisteestä.



## 4 HAASTATTELUN JA KYSELYN TULOKSET

### AIKAISEMMIN SATTUNEET TYÖTAPATURMAT

Aikaisemmin sattuneen kahden raportoidun työtapaturman aiheuttaja oli kuuma roiske, jossa koneesta oli poikkeaman seurauksena lentänyt kuumat nesteet työntekijän päälle. Ensimmäisessä tapauksessa kuumien roiskeiden olivat johtuneet moottorilämmittimen irtoamisesta, jolloin moottorin kuumat vedet lensivät työntekijän päälle aiheuttaen vakavia palovammoja. Toisessa tapauksessa työntekijän irrottaessa sylinterikannen hyttiliitintä kuuma vesi aiheutti palovamman työntekijän käteen.

#### 4.1 Henkilönsuojaimet ja suojavaatetuksen vaatimukset

Henkilönsuojainasetus tuli voimaan täysimääräisenä 21.4.2018, joka toi muutoksia muun muassa suojausluokkiin. Työpaikoilla voi olla käytössä sekä henkilönsuojaindirektiivin mukaan EY-tyyppihyväksytyjä tai henkilönsuojainasetuksen mukaan EU-tyyppihyväksytyjä suojaimeja. Jos työssä tehdään esimerkiksi hitsausta, työntekijällä tulee olla käytössä hitsaajan suojavaatetus ja tarvittaessa käyttää hitsaajan lisäsuojaimia. Työssä tulee käyttää standardin mukaisia suojavaatteita työpaikan riskinarvioinnin ja riskitason määrittelyn mukaisesti.

Voimassa olevat suojavaatestandardit tulee huomioida suojavaatetuksen ja materiaalin valinnassa:

- Suojavaatetus. Kuumuudelta ja tulelta suojaava vaatetus EN ISO 11612:2015 (korvaa standardin EN 531 vuodelta 2008)
- Suojavaatetus nestemäisiä kemikaaleja vastaan. Suojausvaatimukset kemikaalin-suojavaatetukselle, joka suojaa vain rajoitetusti nestemäisiltä kemikaaleilta (tyypin 6 ja tyypin PB[6] varusteet) EN 13034:2005 + A1:2009
- Suojavaatetus hitsaus- ja vastaaviin töihin EN ISO 11611:2015 (korvaa standardin EN 470-1 vuodelta 2007).



## 4.2 Standardin vaatimukset ja merkinnät

### 4.2.1 Kuumansuojavaatetus EN ISO 11612:2015

Peruskuumansuojavaatetuksen merkintä on esimerkiksi EN ISO 11612, A1, B1, C1. Liekin kestävyys, merkintä A1 eli pintasytytys, joka on uuden standardin mukaan aina pakollinen vaatimus kaikille standardin mukaisille kuumansuojavaatteille. Kuumansuojamateriaalin lämmön siirtymistä kuvaavat merkinnän suojausominaisuuksien kirjaimet B, C, D, E, F.

Suojaus liekkikosketukselta, merkintä kirjain B

Lämmönsiirtokerroin HTI 24 sekuntia (s). Tasot:

B1:  $4.0 < HTI_{24} < 10$

B2:  $10 < HTI_{24} < 20$

B3:  $< HTI_{24} > 20$

*Testimenetelmä: ISO 9151*

Suojaus lämpösäteilyltä, merkintä kirjain C. Tasot:

C1:  $7 < RHTI_{24} < 20$

C2:  $20 < RHTI_{24} < 50$

C3:  $50 < RHTI_{24} < 95$

C4:  $RHTI_{24} > 95$

*Testimenetelmä: ISO 6942, menetelmä B, 20 kW/m<sup>2</sup>*

D = suojaa alumiini-, alumiinipronssi- ja mineraaliroiskeilta.

E = suojaa rauta-, kupari-, fosforipronssi ja pronssi-roiskeilta. Suojausluokat ovat esimerkiksi:

taso E1 = 60 g (massa < 120)

taso E2 = 120 g (massa < 200)

taso E3 = massa > 200 g.



Kosketuskuumuus kesto, merkinnän lyhenne F. Suojaus 250 °C:

F1 = 5 sekuntia (s.)

F2 = 10 sekuntia (s.)

F3 = yli 15 sekuntia (s.)

Merkintä: Kuumansuojavaatetuksen tunnus on liekki-tunnuskuva eli liekkipiktogrammi ja standardin numero EN ISO 11612.

#### 4.2.1.1 EN 13034 + A1 Suojavaatetus nestemäisiä kemikaaleja vastaan

Vaatimukset kemikaalinsuojavaatetukselle, joka suojaa rajoitetusti nestemäisiltä kemikaaleilta, tyyppin 6 ja tyyppin PB[6] varusteet.

Kuumansuojavaatteiden antama kemikaaliroiskeiden kesto on käytännössä vähäinen ja ne antavat suojan vain vähäisiltä roiskeilta. *Kemikaaliroiskeilta testattujen vaatimusstandardin EN 13034 mukaisten materiaalien kemikaalinsuojaus tulee varmistaa materiaalivalmistajalta ja kemikaalin tulee olla samaa kemikaaliryhmää kuin työpaikalla käytössä oleva kemikaali.* Suojavaatteiden sisäänostajien tulee varmistaa tieto materiaalin toimittajalta, sillä standardin mukaisessa testissä kangas on testattu esimerkiksi yhdeltä kemikaalilta, joka ei välttämättä ole sama kuin työpaikalla käytössä oleva kemikaali. Materiaalin tulee täyttää standardin EN 13034 testistandardin EN 14325 testikemikaalin O-ksyleeni vaatimukset.

#### 4.2.2 Hitsaajan suojavaatetus EN ISO 11611

Hitsaustyötä tekevien tulee käyttää työssä hitsaajan suojavaatetusta. Vaate tulee valita työssä käytettävän hitsausmenetelmän mukaisesti. Suojausluokkia on kaksi ja tarvittava luokka valitaan käytettävän työmenetelmän ja ympäristö-olosuhteiden mukaan. EN ISO 11611 Hitsaajan suojavaatetus suojaa hitsauskipinöiltä eli pieniltä sulametalliroiskeilta, hitsauskaaren lämpösäteilyltä, lyhytaikaiselta liekkikosketukselta ja ultraviolettisäteilyltä sekä pölyltä.



## Luokat

Luokka 1: Työmenetelmä: manuaaliset hitsausmenetelmät, jossa syntyy vähän hitsauskipinöitä: kaas-, TIG-, MIG- ja MMA-hitsaus, juottaminen, piste- ja mikroplasmahitsaus. Ympäristöolosuhteisiin perustuva valinta: happipolttoleikkaus-, plasmaleikkaus-, vastushitsaus-, lämpöruiskutus- ja penkkihitsauskoneet.

Luokka 2: Työmenetelmä: manuaaliset hitsausmenetelmät, jossa syntyy runsaasti hitsauskipinöitä ja roiskeita: MMA-, MAG-, MIG-hitsaus, täytelankahitsaus, happipoltto- ja plasmaleikkaus, kovertaminen, lämpöruiskutus.

Huom. voimassa oleva standardi on vuodelta 2015. Esikäsittely tai suojavaatetuksen vanheneminen: mikäli hitsaajan suojavaatteen palosuojaus edellyttää viimeistyksen uusimista on sen suurin sallittu pesukertamäärä ilmoitettava merkinnässä.

Muita huomioita: Jos työssä on vaarana tarttua kiinni pyörivien laitteiden tai koneiden väliin suojavaate ei saa lisätä tarttumisen vaaraa. Suojavaatestandardi EN 510 määrittelee suojavaatetuksen mallinvaatimukset, mutta käytännössä edellä mainitun mukaisia suojavaatteita ei ole suojavaatevalmistajien valikoimassa saatavissa.





## 5 HANKKEEN TULOKSET, HYÖDYT JA VAIKUTUKSET

Hankkeen tuloksena valmistui kartoitus työntekijöiden tarpeista suojautua työpaikan haitta- ja vaaratekijöiltä, sekä materiaalikartoitus korkealta kuumuudelta suojaavista erikoisteknisistä suojavaatemateriaaleista.

Kartoituksen perusteella järjestettiin työntekijöille tiedotustilaisuus, jossa käytiin lävitse haastattelun yhteydessä havaittuja seikkoja koskien työntekijöiden työturvallisuutta, suojautumista ja kysymyksiä koskien työssä altistumista. Tilaisuudessa keskustelua herättivät työskentelyalueen mahdolliset häikäpitoisuudet ja ilman epäpuhtaudet kuten isosyanaattia sisältävät maalit, sekä työpaikan prosessissa syntyvät ilman epäpuhtaudet ja turvalliset työajat kohteissa sallittujen raja-arvojen puitteissa. Työntekijät kaipasivat tarkennettuja ohjeita koskien altistumisaikaa työperäisen altistumisen vähentämiseksi.

Työpaikan kemikaaliluettelo päivitettiin ajan tasalle hankkeen sivussa mukana olleen työpaikan yhdyshenkilön ja Työterveyslaitoksen vanhemman asiantuntijan työhygieenikkokemistin ohjeistuksen mukaisesti.

Työterveyslaitoksen ilmoitetun laitoksen laboratoriossa testattiin erilaisia materiaaliyhdistelmiä ja tulosten perusteella otettiin yhteyttä materiaalivalmistajaan, jonka kanssa pidettiin palaveri yhdessä suojavaatemateriaalitoimittajan kanssa.

Hankkeen tulosten perusteella suojavaatevalmistaja lähti yhdessä materiaalivalmistajan kanssa kehittämään suojavaatetusta koekäyttöä varten. Koekäyttövaatteiden suunnittelu ja valmistus Atex-ammattiasut Oy Porvoo, materiaalitoimittajana Tencate Hollanti.

Hankkeen arviointi ja mahdolliset jatkotoimenpiteet

Kontaktikuumuus oli haastattelujen ja kyselyn mukaan aiheuttanut työtapaturmia tai huomattavan paljon läheltä piti-tilanteita (yli 50 % vastanneista).

Käytössä oli yksikerroksinen suojavaatetus, joka ei anna suojaa 350-450 tai 450-620°C kontaktikuumuudelta. Toiseksi merkittävä haitta- tai mahdollinen työympäristön vaaratekijä oli kuumien nesteiden roiskeet poikkeustilanteissa, jossa prosessissa kulkeva kuuma neste eli jäähdytysaineen (seoksen vahvuus 50 % etyleeniglykoli) ja veden seos on 90-105 °C. Kolmanneksi suojaustarpeeksi osoittautui 96-105 °C mineraaliöljyroiskeilta suojaus. Työskentelytilan työpisteiden lämpötilaksi työntekijät arvioivat olevan 20-25°C ja keällä jopa 30-40°C, jonka lämpötilaa kuumana ajettavat moottorit nostavat.



Suojauskombinaatio on kuitu- ja materiaalivalmistajille kuituseoksena teknisesti haastava sen kahden hyvin erilaisen suojausominaisuuden saavuttamiseksi, kuten korkean kuumuudenkeston ja mineraaliöljyseos yhdistelmäsuojauksen löytämiseksi. Hankkeessa tarvittavan suojauskombinaation ja oikean materiaalivalmistajan tavoittaminen vei aikaa, ja Työterveyslaitoksen YT-neuvottelut, ilmoitetun laitoksen kauppa ja henkilön tehtävän muutokset eivät olleet tiedossa hanketta suunniteltaessa ja ne veivät resursseja hankkeelta. Hankkeen toteutus poikkesi alkuperäisestä suunnitelmasta ajallisesti ja hankkeelle jouduttiin hakemaan lisäaikaa.

#### *Tarvittava suojavaatetus ja sen suojaus*

Suojavaatetus tulee valita työn haitta- ja vaaratekijöiden mukaan työnantajan riskinarvioinnin mukaisesti, niin että eri työpisteiden työn haitta- ja vaaratekijät on arvioitu ja jäljelle jäävät riskit hallitaan.

Kuumalta suojaudutaan kuumansuojavaatteen EN ISO 11612 avulla, mutta valinnassa tulee huomioida kuumansuojavaatteen rajallinen suojaustaso.

Kuumansuojavaatemateriaalit ovat usein valmistajien toimesta testattu esimerkiksi kuumansuojavaatestandardin mukaisesti EN ISO 11612, ja yleisesti markkinoilla olevat materiaalit antavat suojan esimerkiksi A1, B1, C1, joka on niin sanottu yleinen kuumansuojaus. Edellä mainitun kuumansuojavaatetuksen materiaalia ei kuitenkaan ole testattu erittäin korkealta kontaktikuumuudelta, sillä kartoituksen perusteella työssä on vaarana altistua 460-640°C kontaktikuumuudelle. Standardin mukaisten kuumansuojavaatteiden kontaktikuumuus testataan 250 °C:n kontaktilämmöllä altistaen materiaali 5-15 sekuntin (s.) ajan ja mikään niin sanottu normaali kuumansuojamateriaali ei täytä yksikerroksisena ratkaisuna kontaktikuumuuden F3 luokan vaatimusta, jossa näyte altistetaan 15 sekunnin (s.) ajan 250 °C kuumuudelle. Käytäntö on osoittanut, että vain esimerkiksi huopamateriaalit ja erilliset huopakeros ja kolmikerrosmateriaaliratkaisut täyttävät luokan 3 eli F3 luokan vaatimuksen.

Suojauksen tulee kuitenkin olla kombinaatio suojaukseltaan ja käyttömukavuudeltaan, jotta suojavaatuksesta ei tule liian kuormittava.

#### *Suojavaatemateriaalit*

Valmiin materiaalin löytyminen tarvittavalla suojauskombinaatiolla osoittautui teknisesti haasteelliseksi. Vain pinnoitetut ja erikoiskuiduista valmistetut materiaalit antavat suojan korkealta kontaktikuumuudelta vain monikerrosratkaisuna. Korkealta kuumuudelta suojaavat kuidut antavat taasen huonon suojaavuuden kemikaaleilta, dieseliltä tai mineraaliöljyiltä, jolta olisi tarvittu suojausta. Nämä mineraaliöljyiltä suojauksen antavat kuidut eivät taasen anna tarvittavaa suojausta kontaktikuumuudelta. Materiaalikartoitus venyi aika-



taulullisesti erikoisteknisten ominaisuuksin selvittämisen vuoksi. Erikoiskuituisia kuumansuojalta suojaavia Nomex-kankaita materiaalivalmistajat valmistavat usein vain asiakkaan tilauksesta, minimimäärän ollessa esimerkiksi 10 000 metriä. Erikoiskuituisen materiaalin hinta on hankintana korkeampi kuin puuvilla/polyesterikankaan, mutta se antaa paremman suojan moottorien ajossa työn haitta- ja vaaratekijöiltä kuten erittäin korkealta kontaktikuumuudelta.

Soveltuvan materiaalin kartoituksessa ratkaisua etsittiin materiaalivalmistajien tuotekehityksen kautta. Erikoiskuitujen viimeistykset ja käytetyt viimeistystavat ovat liikesalaisuuksia, ja näin ollen hyväksi havaittujen kartoitettujen materiaalien viimeistelyjen teknisistä käsittelyistä ei materiaalivalmistajilta saatu ajan puitteissa tarpeeksi tarkkoja tietoja optimaalisen kuitusisällön löytymiseksi. Materiaalivalmistajat eivät usein halua antaa näitä teknisiä tietoja asiakkaille, jotka ovat heidän tuotesalaisuuksia. Kuitusisällön ja erikoissuojausomaisuuksien varmistamiseksi tietojen saaminen eri materiaalivalmistajien tuotekehityksestä vei aikaa, sillä nämä tuotesalaisuuksiin liittyvät tiedot eivät ole yleensä julkisia.

### *Suojavaatemallin kehittäminen*

Vaatetuksen kehittelyä suunnitteli aluksi suojavaatteita yritykseen toimittanut työ- ja suojavaatevalmistaja Leijona Group Oy (Savonlinna, Suomi). Suojavaatevalmistaja toteutti kaksi erilaista luonnosmallia suojavaatetuksen ja erillisen lisäsuojauksen toteuttamiseksi. Työpaikan suojavaatetoimittaja kuitenkin vaihtui hankkeen aikana ja hankkeeseen sitoutunut toimittaja joutui vetäytymään pois hankkeesta, sillä erikoismateriaalista valmistettavien suojavaatteiden materiaalin hankintakulu edellytti sitoutumista tuleviin hankintoihin. Tästä johtuen aikataulun puitteissa ei toteutunut suunnitelman mukaisesti mallikappaleiden koekäyttöä.

Työpaikan suojavaatetoimittajaksi vaihtui hankkeen aikana ATEX-ammattiasut Oy ja he lähtivät kehittämään tuloksien perusteella suojavaatemallia koekäyttöä varten. Hankkeen puitteissa pidettiin kaksi palaveria valmistajan luona koskien mallin kehittämistä ja materiaalivalmistajan toimitusta, erikoiskuidusta valmistetun suojavaatteen teknistä valmistamista sekä sen huoltoa pesulassa.

Erikoiskuidusta valmistettujen suojavaatteiden hankinta vaatii sitoumusta suuremman erän hankkimiseksi valmistajalta. Tekninen erikoismateriaali vaatii valmistajalta ajallisesti paneutumista asiaan ja vaatii yhteistyötä materiaalitoimittajan ja valmistajan kesken, sen erikoisteknisen valmistustekniikan johdosta.



### *Suojavaatemateriaalin pesu ja huolto*

Pesuteknisesti erikoismateriaali vaatii panostusta työpaikan suojavaatehuollon hoitavalta pesulalta, jotta pesuprosessi saadaan vastaamaan materiaalin erikoistarpeita pesulämpötilan ja materiaaliin säännöllisin väliajoin uusittavan erikoiskäsittelyn takia. Kemikaalinroiskeilta suojaavat parhaiten kuidut, jotka vaativat pesulan toimenpiteitä viimeistelyn laaduntarkkailemiseksi ja viimeistelyn uusimiseksi säännöllisin väliajoin. Huollon onnistuminen vaatii yhteistyötä materiaalitoimittajan, suojavaatevalmistajan ja pesulan kesken.

### Suosittelavat jatkotoimenpiteet

Kuumille pinnoille altistuminen tulisi hoitaa ensisijaisesti teknisin toimenpitein suojaamalla kuumat pinnat, niin ettei työntekijöillä ole riskinä altistua 400–620 °C kontaktikuumuudelle. Normaalit puuvilla- ja polyesterisekoitteiset suojavaatteet eivät anna suojausta erittäin korkealta kontaktikuumuudelta. Teknisiä toimenpiteitä tulisi harkita prosessin poikkeustilanteiden eli letkujen irtoamisen estämiseksi, sillä suojavaatetuksen suojaavuus on rajattu ja liian kuormittava suojaus aiheuttaa työntekijän kuormittumista.

Standardin mukaiset tyyppihyväksytyt kuumansuojavaatteet testataan vain 250 °C kontaktikuumuudelta 5–10 sekuntin (s.) ajan, jolloin suojavaatteen merkinnässä EN 16122 on kirjain F. Yleisesti kuumansuojavaatteet täyttävät vain luokan F1 eli alhaisimman suojaustason vaatimuksen. Tarvittavalta kontaktikuumuudelta antaa suojan vain monikerrosratkaisu, jossa materiaalikerroksen väliin jäävä ilmakerros on yksi lisäaikaa antava elementti palovamman torjunnassa.

Suojavaatetus ei saa aiheuttaa lisäkuormittumista ja se ei saa lisätä kiinnitarttumisen vaaraa ahtaissa työpisteissä. Työntekijöiltä tuli ideoita ihon myötäisen suojauksen saamiseksi, ettei vaate aiheuta lisähaittaa ahtaissa tiloissa ja työskenneltäessä moottorien välittömässä läheisyydessä. Monikerrosvaateratkaisu tulee olemaan helposti lämpöfysiologisesti liian kuormittava.

### *Koekäyttö*

Materiaalikartoituksen perusteella tulisi suorittaa koekäyttö ja ohjeistaa työntekijät koekäyttöä varten. Koekäyttö tulisi ohjeistaa selvästi ja sen tuloksia hyödyntämällä tulisi löytää soveltuvat materiaalit lopullista suojavaatetusta varten.



Jatkotoimenpiteet seuraavaa mahdollista vastaavanlaista hanketta varten Teknisesti haastavien kuitujen paras tietolähde on erikoiskuitujen kartoittaminen teknisten kankaiden messuilla Frankfurtissa Saksassa. Messuille kokoontuu teknisten kuitu- ja materiaalivalmistajia ja toimittajia, ja messut ovat osoittautuneet edellisten hankkeiden puitteissa parhaimmaksi tiedonlähteeksi viimeisimpien sovellusten löytämiseksi. Hankkeessa suunnitelmassa ei oltu otettu huomioon materiaalikartoituksen tekemistä messuilla, joka olisi osaltaan nopeuttanut kuitu- ja materiaalikontaktien tietojen päivittämistä.

Viestintä ja yleinen hyödynnettävyys suomalaisessa työelämässä

Hankkeessa havaitut toimenpiteet ovat hyödynnettävissä yleisesti suomalaisessa työelämässä.

Standardin mukainen kuumansuojavaatetus EN ISO 11612 ei anna suojaa erittäin korkealta kontaktikuumuudelta, eikä anna suojaa öljyltä/dieseliltä tai kemikaaleilta. Kuumansuojavaatemateriaali on voitu testata myös kemikaaliroiskeilta, mutta tämä ei tarkoita, että vaate antaa todellisen suojan työpaikan kemikaaliroiskeilta. Kemikaaliroiske testi antaa suojan vain pieniltä roiskeilta.

#### *Tekniset toimenpiteet ja henkilönsuojainten käyttö*

Markkinoilla on paljon niin sanottuja yleissuojavaatteita, jotka eivät kuitenkaan anna suojaa erittäin kuumilta roiskeilta tai erittäin kuumilta pinnoilta. Suojavaatevalinta edellyttää perehtymistä asiaan ja työpaikan riskienarvioinnissa riskien arviointia työpisteittäin altisteiden mukaisesti jäljelle jäävien riskien hallinnointia varten.

#### *Työnantajan velvollisuudet ja henkilönsuojainten käyttö*

Työnantaja on työturvallisuuslain perusteella velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja työn haitta- ja vaaratekijät pitää poistaa ensisijaisesti teknisin toimenpitein. Henkilönsuojainten käyttö on aina toissijainen keino työpaikan teknisten toimenpiteiden jälkeen, jotta riskien hallinta on saavutettavissa. Työnantaja on työturvallisuuslain perusteella velvollinen antamaan suojainten käytön ohjausta ja neuvontaa, sekä tarvittaessa asiassa on käytettävät ulkopuolista asiantuntijaa.

Työssä käytettävien suojainten ja suojavaatteiden tulee olla tyyppihyväksytyjä henkilönsuojaimia. Työpaikoilla, joissa lämpökuormittuminen on yksi työn haittatekijä, on suojainten käytössä huomioitava mahdollinen lämpökuormittuminen ja suojaimet sekä suojavaatteet eivät saa aiheuttaa liiallista kuormittumista.



### *Työpaikan riskinarviointi*

Työpaikan riskien arviointi tulee olla ajantasainen ja se tulee olla tehtynä työpisteittäin. Ensisijaisesti työn riskeille altistuminen tulee minimoida teknisin toimenpitein ja organisatorisin toimenpitein. Työpaikan riskienarviointi tulee olla työpistekohtainen altisteiden mukaisesti ja tekniset toimenpiteet ovat aina ensisijainen keino työntekijöiden altistumisen vähentämiseksi. Jos altisteiden arvoja ei ole työpaikalla tiedossa, ne tulee mitata asiantuntijan toimesta, esimerkiksi työhygieenikon toimesta työpisteittäin. Omatoimisesti tehtävät mittausten mittalaitteiden tulee olla kalibroituja.

### *Työterveyshuollon työpaikkaselvitys*

Työterveyshuollon tulee tehdä työpaikalla työpaikkaselvitys, jossa on arvioitu työpaikan haitta- ja vaaratekijöille altistuminen. Työterveyshuollon sopimuksessa tulee määritellä asia selvästi ja huolehtia, että asia hoidetaan kuntoon työpisteittäin ja varsinkin jos työpaikan altisteina on terveyden kannalta erittäin haitallisia kemikaaleja. Käytännössä altistumisen tulee olla alhaisempaa kuin haitalliseksi tunnettujen työperäisten pitoisuuksien eli HTP-arvojen. Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet tulee huomioida työpaikalla, kun ilman puhtautta, työntekijöiden altistumista ja esimerkiksi työhygieenisia mittaustuloksia arvioidaan.

### *Kemikaaliluettelo ja käyttöturvallisuustiedotteet*

Työpaikalla tulee olla ajantasainen kemikaaliluettelo, jossa tulee olla eriteltyä kemikaalien aineosat, käyttötarkoitukset, pitoisuudet ja riskienhallinnan toimenpiteet. Kemikaaliluettelon tulee olla ajantasainen työpaikoilla ja sen tiedot tulee päivittää aina kemikaalien muuttuessa. Riskienhallinnan toimenpiteenä kemikaaliluettelossa tulee olla eriteltyä suojainten käytön yksilöinti altisteiden mukaisesti, riskien hallitsemiseksi ja altistumisen vähentämiseksi. Kemikaalinkäyttöturvallisuustiedotteiden tulee olla samoja kuin työpaikalla käytettävät kemikaalit.



## 6 YHTEYSTIEDOT

### Hakijan yhteystiedot

nimi Juha Randell  
toimipaikka/osoite AGCO Power Oy  
Linnavuorentie 8-10, 37240 Nokia  
puhelin 0400 345 884  
s-posti juha.randell@agcocorp.com

nimi Saija Mäkelä  
toimipaikka/osoite AGCO Power Oy  
Linnavuorentie 8-10, 37240 Nokia  
puhelin 0400 560 051  
s-posti saija.makela@agcocorp.com

### Työterveyslaitoksen yhteyshenkilöt

nimi Kirsi Jussila  
toimipaikka/osoite Työterveyslaitos  
Aapistie 1, 90220 Oulu  
puhelin 030 474 6089  
s-posti kirsi.jussila@ttl.fi

nimi Susanna Mäki  
toimipaikka/osoite Työterveyslaitos  
PL 40, 00032 Työterveyslaitos  
puhelin 030 474 2738  
s-posti susanna.maki@ttl.fi



## LÄHTEET

EN ISO 11611:2015 Suojavaatetus hitsaukseen ja vastaaviin töihin

EN ISO 11612:2015 Suojavaatetus. Kuumuudelta ja tulelta suojaava vaatetus. Vähimmäissuojausvaatimukset

EN 13034 + A1 Suojavaatetus nestemäisiä kemikaaleja vastaan. Vaatimukset kemikaalinsuojavaatetukselle, joka suojaa rajoitetusti nestemäisiltä kemikaaleilta (tyypin 6 ja tyypin PB[6] varusteet)

EN 14325:2018 Protective clothing against chemicals. Test methods and performance classification of chemical protective clothing materials, seams, joins and assemblages. (Suojavaatetus kemikaaleja vastaan. Materiaalien, saumojen ja liitoskohtien testausmenetelmät ja luokittelu.)

EN ISO 6530 Protective clothing. Protection against liquid chemicals. Test method for resistance of materials to penetration by liquids (ISO 6530:2005)

F. Selcen Kilinc (Edited). Handbook of fire resistant textiles. Woodhead Publishing Limited, 2013.

Horrocks A.R. and Price D. (Edited). Advances in fire retardant materials. Woodhead Publishing Limited, 2013.

HTP-ARVOT 2018: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3937-0>

Mäki S, Koskinen H, Ilmarinen R, Tammela E ja Mäkinen H. Erikoisjäkäri ja tiedustelujoukkojen taisteluasu. Vaatteen suunnittelu ja käyttökoe kenttäoloissa. Raportti/UtJR. Työterveyslaitos, 2002.

Mäki S, Koskinen H, Ilmarinen R, Tammela E ja Mäkinen H. Erikoisjäkäri- ja tiedustelujoukkojen taisteluasu. Osa I. Vartalon tarkistusmitat, Osa II. Taisteluasulle asetettavat vaatimukset, Osa III. Materiaalitestit. Raportti/UtJR. Työterveyslaitos, 2001.

Mäkinen H, Ilmarinen R, Punakallio A, Lindholm H, Mäki S ja Kervinen H. Palomiesten tämsuojaus ja sen fysiologiset vaikutukset. Palosuojelurahaston rahoittama hanke AM-2004-3326/tu-394. Loppuraportti. Työterveyslaitos 2007.

Mäkinen H ja Mäki S. Lämpökuormittuminen ja altistuminen UV-säteilylle sekä suojauksen optimointi tienpäällystys- ja kattotöissä. Loppuraportti osa 3. Työsuojelurahaston rahoittama hanke nro 105105. Työterveyslaitos, 2007.

Mäkinen H, Mäki S, Koskinen H, ym. Soodakattilatyöntekijöiden suojautuminen kuuman kemikaalisulan roiskeita vastaan. Työsuojelurahaston hanke 104375. Työterveyslaitos, 2006.

Richard A. Scott (Edited). Textiles for protection. Woodhead Publishing Limited, 2005.

Ryynänen Tiia, Kallonen Raija, Ahonen Eino, Palosuojatut tekstiilit – ominaisuudet ja käyttö. VTT Espoo 2001.