

Soodakattilatyöntekijöiden suojautuminen kuuman kemikaalisulan roiskeita vastaan



Mäkinen Helena, Mäki Susanna, Koskinen Hanna, Karkkula Sanna,
Isopahkala Sirkku, Nieminen Kalevi, Polvi Pasi.

Työsuojelurahaston hanke nro: 104375

Helsinki 22.11.2006

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	3
TIIVISTELMÄ	4
1. Johdanto.....	6
2 Työsuojelulainsäädäntö -Työturvallisuuslaki 738/2002 10 §	8
2.1 Henkilönsuojaimia koskeva lainsäädäntö	8
3 Materiaalit tulta ja kuumuutta ja emäksisiä kemikaaleja vastaan.....	11
3.1 Materiaalit suojavaatteisiin	11
3.2 Kuumuutta kestävät materiaalit teknisiin tarkoituksiin	12
3.3 Materiaalien kemikaalien kesto	12
4 Tavoitteet ja hyöty	13
5. Menetelmät ja aineisto	14
5.1 Työolojen vaatimukset	16
5.2 Työtapaturmien aiheuttaja ja tapaturmatyyppi	16
5.3 Haastettut ja kyselyt	16
5.4 Henkilönsuojainten kartoitus ja valinta	17
5.4.1 Kasvojen ja käsien suojainten markkinakartoitus	17
5.4.2 Materiaalikartoitus	18
5.5 Testimenetelmä sulan soodan roiskeita vastaan	18
5.6 Suojavaatemallin suunnittelu	20
5.7 Suojavaatemallin testaus ja koekäyttö.....	20
6. Tulokset.....	21
6.1 Työympäristö.....	21
6.2 Lämpöolomittaukset.....	23
6.3 Työtapaturmien aiheuttajat ja tapaturmatyytit.....	24
6.4 Kyselyt ja haastattelut	25
6.4.1 Kyselyt esimiehille ja työsuojeluvastaaville	25
6.4.2 Kyselyt soodakattilatyöntekijöille	28
6.5 Materiaalitutkimus	36
6.6 Suojainselvitys	42
6.7 Suojavaatteen mallin kehittäminen	43
6.7.1 Materiaalit.....	45
6.7.2 Palaute koekäyttöpuvuista- Käyttökysely.....	46
6.8 Suojainten kehittäminen	46
7 Pohdinta.....	48
8 Yhteenvedo ja johtopäätökset.....	50

ALKUSANAT

Tutkimushankkeeseen johtanut esiselvitys tehtiin Stora Enson Oulun tehtaan aloitteesta kesällä 2003. Sellutehtaiden kanssa yhteistyössä laadittua hanketta ovat rahoittaneet Työsuojelurahasto, hanke nro: 104375, ja kuusi sellutehdasta. Suojainten valmistajana mukana on ollut Filtercon Oy ja syksyn 2005 aikana hankkeeseen tuli mukaan Lindström Oy. Hanke alkoi 1.1.2005 ja loppui 22.11.2006.

Hankkeen vastuullisena tutkijana toimi tiimipäällikkö tekniikan tohtori Helena Mäkinen, toteutuksesta ovat vastanneet apulaistutkija Susanna Mäki, laboratorioteknikko Hanna Koskinen, tutkimusinsinööri Sirkku Isopahkala, laboratorioteknikko Pasi Polvi, tietojärjestelmäpäällikkö Kalevi Nieminen ja tutkimusinsinööri Sanna Karkkula, Työterveyslaitoksen työympäristön kehittäminen, suojautuminen ja tuoteturvallisuus tiimistä.

Tutkimuksen tuloksia on esitelty Soodakattilayhdistyksen lipeätyöryhmän kokouksissa vuosina 2005-2006.

Tutkimus toteutettiin yhteistyössä seuraavien sellutehtaiden kanssa:

Stora Enso Oyj, Oulun tehtaas (yhteyshenkilö Reijo Hukkanen)

Stora Enso Oyj, Veitsiluodon tehdas (Kari Kerttula)

Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskisten tehdas (Kenneth Skifvars)

Oy Metsä-Botnia Ab, Kemin tehdas (Tapio Huuska)

UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaaren tehtaas (Lauri Mattila)

UPM-Kymmene Oyj, Kymi (Raine Rantanen)

Tutkimusryhmä kiittää työntekijöitä aktiivisesta osallistumisesta haastatteluihin. Kiitos kaikille yhteistyökumppaneille ja kiitokset Euromaski Oy:lle ja Scott Safety Oy:lle kasvojensuojainten ja hengityksensuojaimen koekäyttömalleista. Kiitokset esitetään myös suullisista neuvoista Työterveyslaitoksen tutkija Patrick von Nandenstadille koskien silmien- ja kasvojen suojaimia ja apulaistutkija Tarmo Mannelinia koskien jalkineiden standardointia.

TIIVISTELMÄ

Tutkimus soodakattilatyöntekijöiden suojautumiseksi kuuman kemikaalisulan roiskeilta käynnistyi Työterveyslaitoksen suojautuminen ja tuoteturvallisuus tiimin, Suomen Soodakattila-yhdistyksen ja seitsemän eri sellutehtaan soodakattilan yhteistyönä vuonna 2005, Työsuojelurahaston ja kuuden eri tehtaan rahoituksella. Tutkimusta edelsi vuonna 2003 Oulun Stora Enson tehtaan tilaama esiselvitys, jossa testattiin yleisesti käytössä olevien palosuojattujen suojavaatetusmateriaalien kestoja erittäin kuumia nestemäisiä kemikaaliroiskeita vastaan.

Sellutehtaiden voimalaitosten soodakattilalla erittäin kuumat kemikaalisularoiskeet ovat aiheuttaneet työntekijöille vaaratilanteita ja tapaturmia normaalien työkierrosten aikana, erilaisissa prosessin häiriötilanteissa, tehtaiden ylös- ja alasajojen aikana sekä kunnossapitotöissä. Vaaratilanteita ja palovammoihin johtaneita tapaturmia ovat aiheuttaneet korkeapaineella lentävä kuuma emäksinen nestesula (800-1100 °C) etenkin tulipesän alaosan sulakourujen tukoksia avattaessa, korkeapaineisten vesiräjähdyksen yhteydessä sekä muissa prosessin häiriötilanteissa. Prosessissa käytettävät vaaraa aiheuttavat kemikaalit ja korkeat lämpötilat vaativat paneutumista soodakattilatyöntekijöiden työturvallisuuteen.

Soodakattiprosessin työntekijöiden suojavaatetus ja muut käytössä olevat suojaimet vaihtelevat eri yrityksissä. Tavanomaiset palosuojatut tekstiilimateriaalit yksi- tai kaksikerrosyhdistelminä eivät anna tarvittavaa suojausta sulan roiskeita vastaan. Eurooppalaiset suojavaatestandardit määrittelevät suojaustasovaatimuksia ja testausmenetelmiä henkilönsuojaimille erilaisia vaara- ja haittatekijöitä vastaan. Standardeista kuitenkin puuttuvat testausmenetelmät ja suojaustasovaatimukset kuumaa emäksistä kemikaalia vastaan. Esimerkiksi kuumaan teollisuustyöhön tarkoitettut palosuojatut suojavaatteet eivät ole suojanneet riittävästi kuumalta emäksiseltä kemikaalilta. Suojainten ja suojavaatteiden tulisi soveltua kuumaan työympäristöön, suojata riittävästi sularoiskeilta ja olla samanaikaisesti riittävän käyttömukavia.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää soodakattilalla työntekijöiden tarvitsemat suojaimet, työn asettamat vaatimukset suojaimille, käyttäjien kokemuksia nykyisten suojainten toimivuudesta ja tarpeet suojainten ja suojavaatetuksen kehittämiseksi, sekä saatavilla olevien suojainten ja suojavaatemateriaalien suojauskyky. Tutkimuksessa testattiin Työterveyslaitoksella kehitetyn menetelmän avulla erilaisten markkinoilta saatavien ja käyttötarkoitukseen soveltuvimpien silmien-, kasvojen- ja käsiensuojainten sekä suojavaatemateriaalien kuuman kemikaalisulan kestoja. Laboratoriossa testattiin yhteensä noin 28 suojainta tai suojaimen osaa:

silmiensuojaimia 5, kasvojensuojaimia 5, visiiriä/visiirikehyksiä 9, käsinemalleja/rannesuojia 6 ja kypäriä 2. Teknisiä- ja vaatetusmateriaaleja sekä niiden yhdistelmiä testattiin yhteensä 26.

Materiaalikartoituksen ja materiaalitestien perusteella etsittiin parhaiten suojaavat kangasmateriaalit, sopivimmat pään- ja kasvojen alueen sekä käsien suojaimet. Suojavaatteen mallia kehitettiin vastaamaan työn asettamia vaatimuksia ja työntekijöiden tarpeita. Suojausta tuli kehittää erityisesti siten, että saataisiin parempi suojaus mm. kasvojen alueelle sivuille sekä kaulan, nilkkojen ja sivuosan alueille.

Tutkimuksen tulosten perusteella suunniteltiin 3-kerrosvaatetus, joka koostuu kaksiosaisesta alusvaatteesta, suojavaatteesta ja lisäsuojatakista. Vaikeimpiin tilanteisiin riittävä suojaus saadaan käyttämällä eri kerroksista koostuvaa vaatetusta. Paksu monikerrosvaatetus lisäkuormittaa työntekijää, minkä takia sen käyttö on suunniteltava ja varattava vaarallisimpiin tilanteisiin. Näitä ovat mm. sularännien rassausta, joissakin tapauksissa ilma-aukkojen rassausta tai muut vaaralliset tehtävät mm. tehtaan alas- ja ylösajon yhteydessä.

Tutkimuksen tulosten perusteella soodakattilatyöntekijän vaatetuksen ensimmäisen protomallin valmisti Lindström Oy ja lisäsuojavaatteen Filtecon Oy. Vaatteet ovat koekäytössä kolmella eri tehtaalla. Työturvallisuuden parantamiseksi ja suojainten oikean käytön lisäämiseksi valmisteltiin myös työntekijöille tarkoitettua oppaan käsikirjoitus. Opas tullaan painamaan ja jakamaan Soodakattilayhdistyksen kautta.

1. Johdanto

Suomessa on 17 sulfaattimenetelmällä sellumassaa valmistavaa tehdasta. Sellutehtaiden soodakattila on sulfaattiprosessin keskeisin laite ja ensisijaisesti kemiallinen reaktori. Sulfaattisellun keitossa puusta liuennut aines ja keittokemikaalit, otetaan talteen massan pesuvaiheessa. Syntynyt mustalipeä haihdutetaan ja poltetaan soodakattilassa, jolloin saadaan talteen energiaa, höyryä ja sähköä. Samalla keittokemikaalit muutetaan uudelleen käyttökelpoiseen muotoon (valkolipeä). Prosessin aikana käytetään useita erilaisia kemikaaleja. Mustalipeässä kemikaaleina ovat natriumhydroksidi (NaOH) ja natriumsulfidi (Na_2S) sekä muita epäorgaanisia ja orgaanisia aineksia. Seos on vahva emäs. Ennen polttoa soodakattilassa mustalipeään lisätään natriumsulfaattia (Na_2SO_4) eli glaubersuolaa, josta koko sulfaattiprosessi on saanut nimensä. Soodakattilassa mustalipeä poltetaan korkeassa lämpötilassa. Tulipesän reaktioiden tuloksena syntyy kemikaalisula, joka koostuu pääasiassa natriumkarbonaatista (n. 75 %) ja natriumsulfidista (n. 25 %). Kattilan pohjalta sula johdetaan avonaisten kourujen kautta ulos kattilasta ja liuotetaan laihavalkolipeään. Syntynyttä nestettä kutsutaan viherlipeäksi. Prosessissa käytettävät kemikaalit vaihtelevat hiukan eri tehtaissa. (28-31)

Prosessissa käytettävä natriumsulfidi tuottaa happojen kanssa reagoidessaan rikkivetyä, joka on erittäin myrkyllinen kaasu. Rikkivety on hygroskooppinen ja vetää puoleensa ilmasta kosteutta ja vapauttaa sen seurauksena pieniä määriä rikkivetyä, josta tulee ominaishaju (mädän kananmunan haju, korkeissa pitoisuuksissa hajua ei enää tunne). Natriumsulfidin palaessa siitä vapautuu rikin oksideita ja ilmeisesti myös rikkivetyä (24). Prosessin kemikaalit ovat vahvoja emäksiä, jotka ovat hengitettynä myrkyllisiä ja ärsyttävät ihoa, silmiä ja hengitysteitä (10, 11).

Prosessiin tulee välillä häiriötilanteita johtuen mm. sulakourujen tukkeumiin, jolloin avattaessa kuumaa emäksistä kemikaalisula roiskuu työympäristöön. Roiskeet ovat aiheuttaneet vaaratilanteita ja palovammoihin johtaneita tapaturmia. Tapaturmia on sattunut myös muissa prosessin häiriötilanteissa, tehtaiden ylös- ja alasajojen aikana sekä myös erilaisissa kunnossapitotöissä. Prosessissa käytettävät vaaraa aiheuttavat kemikaalit ja korkeat lämpötilat vaativat paneutumista soodakattilatyöntekijöiden työturvallisuuteen. Työpaikoilla tulee tehdä vaara- ja riskikartoitus ja minimoida

vaara- ja haattatekijät ensisijaisesti teknisin toimenpitein. Jäljelle jääviä vaaroja vastaan työntekijöiden turvallisuutta tehostetaan henkilönsuojainten käytöllä.

Soodakattilatyöntekijöiden henkilönsuojainten ja suojavaatteiden tulee suojata riittävästi kuumilta kemikaaliroiskeilta ja olla samanaikaisesti riittävän käyttömukavia kuumassa työympäristössä. Koska erityisvaatimukset tämän tyyppisille suojavaatteille EN-standardeina puuttuvat, on yrityksissä päädytty erilaisiin ratkaisuihin työntekijöiden suojaamisessa ja näin ollen soodakattilaprosessin työntekijöiden käyttämät henkilönsuojaimet ja suojavaatetus vaihtelevat eri yrityksissä. Yleisin on palosuojatusta kankaasta valmistettu kaksiosainen takki- ja housu-yhdistelmä. Lisäksi käytössä oli esimerkiksi sähkömiehille tarkoitettuja suojavaatteita, joiden ei ole todettu antavan tarvittavaa suojaa kemikaalisularoiskeita vastaan. Myös normaaleja palosuojaamattomia työvaatteita on käytössä. Muita suojaimia ovat kasvojensuojaimet ja suojakäsineet. Osassa yrityksistä työntekijöille on annettu työpisteisiin suojaimina esimerkiksi aluminoituja essuja käytettäväksi vaarallisen työvaiheen aikana. Työntekijät ovat kuitenkin kokeneet suojavaatteet hankaliksi ja liian paksuiksi kuumassa työympäristössä. Koska työvaihe itse soodakattilalla on yleensä lyhyt, suojaimien käyttö jää vähäiseksi. Suojaimia puetaan ylle vain, kun katsotaan, että tukkeuma kattilalla on hankala. Suojautumista tarvitaan normaalin työkierroksen aikana kattilalla, lisäksi erityisesti prosessin häiriötilanteissa sekä ylös- ja alasajon aikana ja kunnossapitotöissä.

Sattuneiden tapaturmien johdosta keväällä ja kesällä 2003 Työterveyslaitos (TTL) teki Stora-Enson Oulun tehtaan tilaamana esitutkimuksen suojavaatetusmateriaalien suojauksesta kuumalta soodalta eli kemikaalisulalta. Tehtaalla käytössä olleen palosuojatun materiaalin lisäksi testattiin eri tyyppisiä kuuman suojavaatetusstandardin (EN 531) vaatimukset täyttäviä materiaaleja tai materiaali-yhdistelmiä. Materiaalitestit tehtiin Oulun Stora Enson tehtaalla. Testimenetelmänä käytettiin sulametallitestilaitteistosta muunneltua hiekkapedille asetettua testilaitteistoa, jossa kangas asetettiin näytepidikkeeseen, joka oli 75°:n kulmassa. Kuumaa sulaa otettiin suoraan ränneiltä ja sitä kaadettiin suppilon läpi kankaalle. Materiaalitestejä jatkettiin TTL:n suojainlaboratoriossa. Esitutkimuksen mukaan mikään normaaleista palosuojatuista standardin EN 531 mukaisista palosuojatuista suojavaatemateriaaleista (neliöpaino 312-420 g/m²) ei antanut suojaa kemikaalisulalta. Kuuma kemikaali läpäisi kankaat aiheuttaen 3-asteen palovammat tekoiholle. Testatut materiaalit olivat 100% puuvilla, 75 % puuvilla/25 % Kevlar, 55

% ppan/45 % puuvilla, 50 % puuvilla/50 polyesteriä. Lisäksi testattiin kahden eri palopuvun 3-kerrosmateriaalia. Palopuvuissa käytettävä kosteussulullinen monikerrosmateriaali suojasi paremmin kuin yksikerrosmateriaalit. Kemikaalisula aiheutti 1-asteen palovammat tekoiholle. Parhaan suojan antoi paksu haljasnahka. Vertailukankaana käytettiin 70 % puuvillaa ja 30 % polyesteriä sisältävää materiaalia, joka oli tehtaalla käytössä olevan suojavaatteen materiaali. Selvityksen mukaan mikään testatuista yksikerros-suojavaatemateriaaleista ei antanut parempaa suojaa kuumia kemikaaliroiskeita vastaan. (16)

2 Työsuojelulainsäädäntö -Työturvallisuuslaki 738/2002 10 §

Työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajaa mm. huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta, poistamaan vaara- ja haittatekijät tai jos tämä ei ole mahdollista, korvaamaan ne vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla. Työnantajan tulee huolehtia että työntekijällä on riskikartoituksen perusteella valittu oikeanlaiset suojaimet. Laki velvoittaa selvittämään työstä, työtilasta ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät. Huomioon on otettava mm. esiintyneet tapaturmat, ammattitaudit ja työperäiset sairaudet sekä vaaratilanteet sekä työn kuormitustekijät. Työturvallisuuslaki velvoittaa työntekijää noudatamaan työnantajan antamia määräyksiä ja ohjeita. Työntekijän on käytettävä käyttöön määrättyjä suojaimia. Mutta mikäli suojaimissa on puutteita tai ne eivät suojaa tarpeeksi, työntekijän tulee antaa niistä tietoa työnantajalle. (7, 26, 27)

2.1 Henkilönsuojaimia koskeva lainsäädäntö

CE-merkityt suojaimet

Henkilönsuojaimia ovat suojavaatteet, suojakäsineet, turva-, työ- ja suojajalkineet, hengityksensuojaimet, kasvojen- ja silmiensuojaimet, sekä kuulonsuojaimet. Euroopan talousalueella markkinoitavien suojainten on täytettävä valtionneuvoston päätöksen 1406/1993 (EY:n direktiivi 89/686/EEC (1)) vaatimukset ja niiden tulee olla CE-merkittyjä (13). CE-merkintä osoittaa, että suojain täyttää sille suojaindirektiiveissä asetetut perusvaatimukset. Suojaintyyppikohtaiset vaatimukset ja testausmenetelmät on pyritty antamaan eurooppalaisissa standardeissa. Tällaiset

vaatimukset kuitenkin puuttuvat suojaukselle kuumalta emäksiseltä kemikaalilta. Näinollen CE-merkintä ei kuitenkaan tarkoita, että käytössä oleva suojain välttämättä suojaa sularoiskeilta, vaan työnantajan tulee tarkistaa suojaus suojainmyyjältä.

Suojainten valinta ja käyttö

Suojainten valintaa ja käyttöä koskee valtioneuvoston päätös 1407/1993 (EY:n direktiivi 89/656/ETY (1)). Suojainten tarvearvio ja valinta on tehtävä vaarojen kartoituksen ja riskinarvioinnin perusteella. Vaarat tulee poistaa ensisijaisesti teknisin keinoin. Jäljelle jääneitä vaaroja vastaan hankitaan vaatimukset täyttävät ja käyttäjälle sopivat henkilönsuojaimet Suojaimille järjestetään huolto ja kunnossapito ja työntekijöille annetaan opastusta ja ohjausta suojainten oikeasta käytöstä. Työntekijä perehdytetään työtehtävien turvalliseen suorittamistapaan ja annetaan ohjeet turvallisesta toiminnasta prosessin häiriötilanteissa ja niiden varalta tarvittavaan suojautumiseen. (26, 27)

Henkilönsuojainten jaottelu

Henkilönsuojaimet jaetaan kolmeen ryhmään sen mukaan, kuinka vakavalta vaaralta ne suojaavat: (9,13)

- Ryhmän I suojaimet suojaavat vähäisiltä vaaroilta mm. "puutarhakäsineet"
- Ryhmän II suojaimet suojaavat muilta kuin vähäisiltä tai vakavilta vaaroilta näitä ovat mm. useimmat suojavaatteet, -käsineet, kasvojen- ja silmiensuojaimet, kuulonsuojaimet.
- Ryhmän III suojaimet suojaavat vakavilta vaaroilta. Esim. hengityksensuojaimet, kemikaaleilta suojaavat suojavaatteet ja -käsineet, useimmat palomiesten suojaimet.

Ryhmän 1 mukaisiin suojaimiin valmistajat voivat itse kiinnittää CE-merkin, mutta ryhmän II ja III mukaisilla suojaimille tarvitaan ilmoitetun laitoksen tyyppitarkastus, jonka perustana on testaus akkreditoidussa laboratoriossa. Mm. Suomessa tällaisena ilmoitettuna laitoksena (nro 0403) toimii TTL:n suojautuminen ja tuoteturvallisuustiimi. Ryhmän III mukaisilla suojainten valmistajilla tulee lisäksi olla menettely tuotannon tasalaatuisuuden valvomiseksi.

Suojainten merkinnät ja vaaraa osoittavat kuvatunnukset

Vaatimusten täyttävissä henkilönsuojaimissa on kuvan 1. mukainen CE-merkintä. Ryhmän III suojaimessa on CE-merkinnän lisäksi myös ilmoitetun laitoksen numero, joka valvoo tuotannon tasalaatuisuutta. Lisäksi merkinnässä tai pakkauksessa

suojaintyypistä riippuen tulee olla valmistajan nimi tai tunnus, suojaimen nimike tai tuotekoodi, koko, usein myös vaaraa osoittava kuvatunnus ja suojausluokka sekä valmistus tai vanhenemisajankohta. (9)



Kuva 1. CE-merkintä (ryhmän III suojaimet)

Suojainstandardit

Henkilönsuojaimia koskevat Eurooppalaiset suojainstandardit, liitteeseen 1 on koottu mm. kuumansuojavaatetusta, suojakäsineitä, turvajalkineita, silmiensuojaimia ja hengityksensuojaimien valintaa varten tarvittavia tietoja standardeista.

3 Materiaalit tulta ja kuumuutta ja emäksisiä kemikaaleja vastaan

3.1 Materiaalit suojavaatteisiin

Materiaaleina tulta ja kuumuutta vastaan vaatetuksessa käytetään viimeistyksessä palosuojattuja tai luonnostaan paloturvallista kuiduista valmistettuja kankaita.

Puuvilla ja villakankaat palosuojataan kankaina palosuoja-aineilla. Palosuojaus puuvillalle voi olla esimerkiksi Proban- tai Pyrovatex-viimeistys. Proban-käsittelyjen tuotteiden pesuprosessi vaatii oikeanlaisen pesu- ja huoltomenetelmän, koska palosuojattujen materiaalien palokäyttäytymiseen vaikuttaa suuresti pesu- ja huoltotapa, jotta palosuojaus kestäisi kymmeniä tai jopa satoja pesuja. (20)

Palosuojattu viskoosi viimeistellään kehruussa lämpöä kestäväksi ja voi olla kauppanimeltään esim. Viscose FR, Durvil, Lenzingin palosuojattu viskoosi, Danufil Cs.

Palosuojattu polyesteri on myös kehruussa paloturvalliseksi modifioitu kuitu, kauppanimeltään esim. Trevida CS, Trevira Y 271, Dacron 900F. Modakryyli on myös kehruussa paloturvalliseksi modifioitu kuitu, jonka kauppanimi on esim. Protex. Uusia teknisiä sovellutuksia on mm. termisesti stabiili polyakryylnitriili, jonka kauppanimi on esim. Panox.

Aramidikuidut kuten meta-aramidit (Nomex, Conex, Fenilon, Apyeil) ja para-aramidit (Kevlar, Trawron, Technora) ovat luonnostaan lämpöä kestäviä kuituja. Ne ovat yleisesti kemikaaleja kestäviä. Aramidi hilttyy noin 430°C:n lämmössä, kuitenkin sen sulametallin ja hitsauskipinöiden kesto on huono, sillä kipinät tarttuvat helposti materiaaliin. (20)

Muita luonnostaan lämpöä kestäviä kuituja ovat polybenzimidazole, PBI, polyamidi-imidi, Kermel, fenolialdehydi, Novoloid ja Kynol.

3.2 Kuumuutta kestävät materiaalit teknisiin tarkoituksiin

Kymmenen viimeisen vuoden aikana tekniset kuumuutta kestävät materiaalit ovat kehittyneet. Korkeita lämpötiloja kestäviä teknisiä materiaaleja ovat mm. lasikuitu, silikon-, keraamiset kuidut ja hiilikuidut. Näitä materiaaleja käytetään erilaisissa teknisissä sovellutuksissa kuten letkumateriaalina ja eristeenä, kun tarvitaan paloturvallisuutta ja kuumuudenkestävyyttä. Esimerksi silikonin kestävä kuumuutta 1000 °C ja keraamiset kuidut 1200 °C ja niiden sulamislämpötila on 1800 °C. (14)

Markkinoille on myös tullut viimeaikoina uusia ns. "High-tech" materiaaleja, joita on kehitetty ja edelleen kehitetään USA:ssa, Japanissa ja Aasiassa. Näissä sovellutuksissa käytetään hyväksi mm. nanotekniikkaa. Käyttömukavuudeltaan parempia tuotteita kuumansuojaukseen saadaan tulevaisuudessa aikaan mm. faasia muuttavilla tai reagoivilla materiaaleilla. Tällainen materiaali lisää eristystä lisäten suojausta vasta altistuessaan tulelta tai kuumuudella. (12)

3.3 Materiaalien kemikaalien kesto

Kirjallisuudesta löytyy tietoja materiaalien huoneen lämpöisten emästen kestävydestä, mutta tietoja ei löydy kestävydestä kuumia emäksisiä aineille. Luonnonkuitumateriaaleista puuvilla ja viskoosi kestävä emäksiä, kun taas villa ja silkki eivät kestä. Huoneenlämpöisiä emäksiä kestävä myös polyamidi, polyesteri, polypropeeni ja luonnostaan kuumuutta kestävä materiaali kuten aramidi. (8)

4 Tavoitteet ja hyöty

Soodakattila on vaativa työympäristö ja fyysisesti raskaat työtehtävät asettavat suojavaatetuksen mallille ja varsinkin materiaalille erityiset vaatimukset. Työntekijät tarvitsevat henkilönsuojaimet ja suojavaatetuksen, joita käytetään aina, kun on kemikaalisulan roiskumisvaara. Suojaimet tulee valita niin, että ne vastaavat kussakin työpisteessä tarvittavaa suojaustasoa ja että ne koetaan mukaviksi käyttää. Suojaimet hyväksytään parhaiten käyttöön, kun ne on suunniteltu ja valittu yhdessä työntekijöiden kanssa, täyttämään työn asettamia vaatimuksia.

Tutkimuksen tavoitteena on parantaa soodakattilatyöntekijöiden turvallisuutta selvittämällä käytössä olevien henkilösuojaimien ja suojavaatteiden todellinen suojaus kuumaa kemikaalisulaa vastaan sekä suojauksen kehittämistarve sekä kehittää suojavaatetusta ja materiaalivalintojen tueksi laboratorio-oloissa tehtävää materiaalien kemikaalisulatestimenetelmää. Suojainten osalta tutkimuksessa keskityttiin kasvojen, käsien ja vartalon suojaukseen. Tavoitteena on määritellä käyttöön parhaiten soveltuvat suojainmallit ja suojavaatemateriaalit sekä kehittää suojavaatteen mallia vastaamaan työn vaatimuksia. Tavoitteena on myös suunnitella malliluonnokset soodakattilatyöntekijän vaatetukselle, sekä antaa ohjeet oikean tyyppisestä suojautumisesta.

Suojaavilla ja työntekijöiden hyväksymillä suojaimilla ja kehitetyllä suojavaatetuskokonaisuudella voidaan vähentää ja estää soodakattilatyöntekijöiden riskiä saada palovammoja kuumasta sulasta. Työntekijöiden käyttöön tarkoitetulla ohjekirjasella korostetaan suojautumisen tärkeyttä ja ohjataan suojainten oikeaan käyttöön.

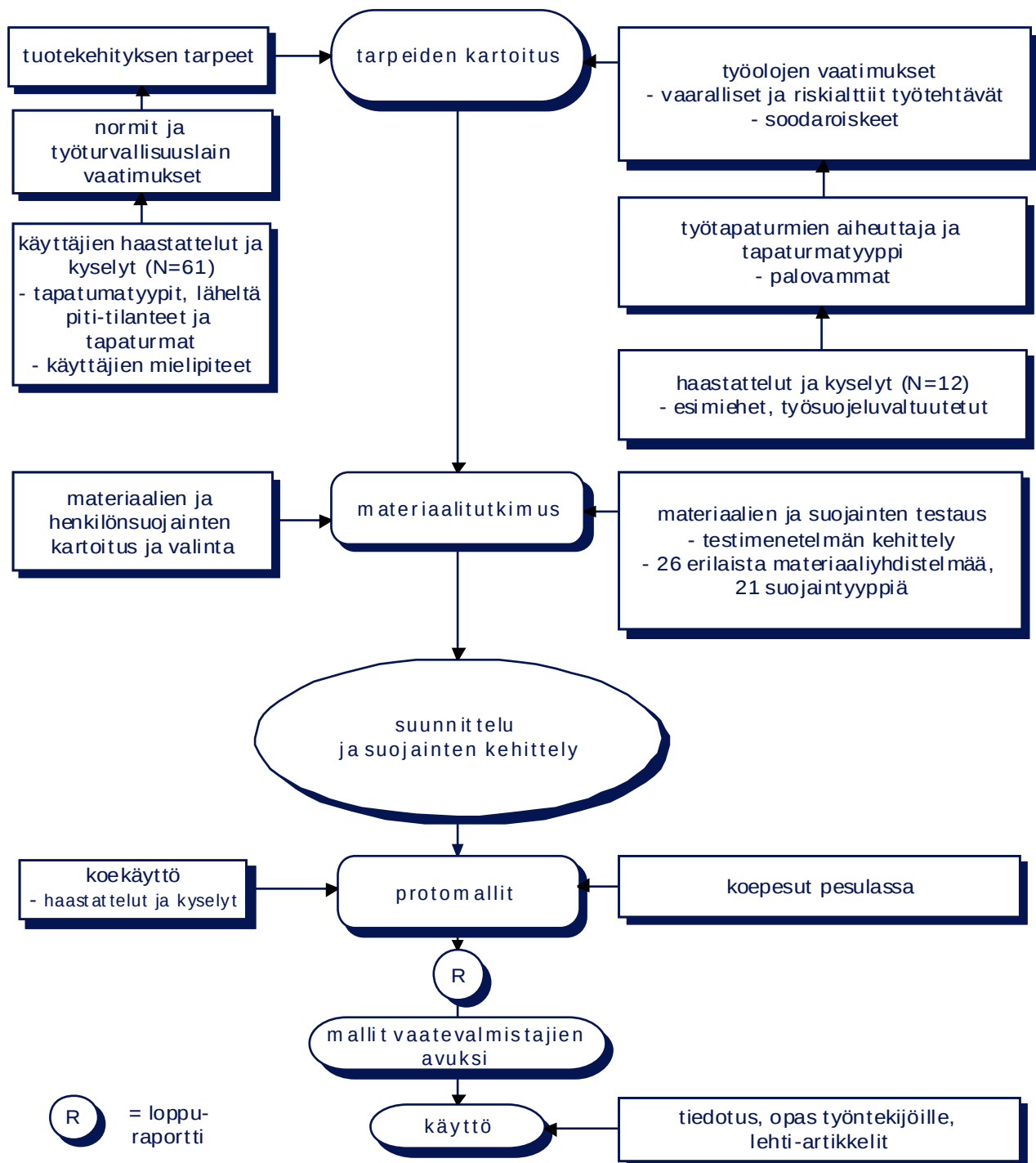
Tutkimuksen tuloksista voivat hyötyvät kaikki Suomen sellutehtaiden soodakattiloiden työntekijät, joilla on vaara kuumasta kemikaalisulasta. Tutkimuksessa kehitetyllä testimenetelmällä voidaan edistää suojavaatemateriaalien kehitystä valmistajien tueksi. Lisäksi kehitetyn testausmenetelmän avulla voidaan mitata materiaalien sulan kestoa ja varmistaa tuotteiden soveltuvuus työhön ja suojaus kuumilta soodaroiskeilta.

5. Menetelmät ja aineisto

Tutkimus koostui:

- työolo- ja tapaturmaselvityksestä
- kyselyistä soodakattilatyöntekijöille sekä esimiehille/työsuojeluhenkilöille (käytössä olevat suojaimet, vaatimukset, toiveet)
- suojain- ja suojavaatemateriaaliselvityksistä
- materiaalien testauksesta
- suojavaatemallin suunnittelusta ja protomallien koekäytön organisoinnista ja valmistuttamisesta
- suojautumisoppaan valmistelu työntekijöille yhteistyössä Suomen Soodakattilayhdistyksen kanssa.

Tutkimuksessa edettiin Työterveyslaitoksella kehitetyn työ- ja suojavaatetuksen kehittämiskaavion mukaisesti (kuva 2). Projekti toteutettiin ajalla 1.12.2004-15.11.2006. Projekti oli alunperin tarkoitettu toteutettavaksi vuoden 2005 aikana, mutta projekti viivästyi aikataulusta paperi- ja selluteollisuuden työsulkujen johdosta keväällä 2005. Lisäksi, vahvalta emäksiseltä seokselta suojaavan ja vaatetusmateriaaliksi soveltuvan materiaalin löytäminen osoittautui odotettua hankalammaksi. Projektiin saatiin mukaan koekäyttövaatteiden valmistajaksi Lindström Oy. Mallien kehittäminen, materiaalien saaminen ja protomallien valmistuttaminen viivästytti raportin loppuunsaattamista.



Kuva 2. Soodakattilatyöntekijöiden suojautuminen, projektin kulku

5.1 Työolojen vaatimukset

Työolojen asettamien vaatimusten selvittämiseksi tehtiin työpaikkakäyntejä ja haastatteluja seitsemällä eri tehtaalla. Käynneillä kirjattiin ylös kattila-alueen eri työpistessä tehtävät työt, työn vaaratekijät ja työasennot eli tehtiin perusriskikartoitusta työstä. Lisäksi kerättiin työolokuvauksia ja -selvityksiä sekä vaaratilanneselvityksiä eri tehtailta työnjohtajilta, työsuojeluhenkilöiltä tai työterveyshuollolta.

Kierrosten aikana kartoitettiin eri työpisteissä vallitsevat ympäristön lämpöolot (ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus). Mittauspaikkoja olivat mm. valvomo ja taukotilat, sularännit, lipeäsuuttimet, ruiskut, ilma-aukot sekä muu kattila alue. Työympäristön lämpötila- ja kosteusmittaukset tehtiin Vaisala HMI 31 mittarilla. Neljällä kattilalla lämpötila mitattiin sularännien kohdalta pallolämpötilamittarilla (musta pallo Ø 150 mm; YSI 427 ja YSI 2100 Tele-Thermometer). Pallo asetettiin rännien läheisyyteen vähintään 45 minuutin ajaksi. Pallo aseteltiin niin, ettei siitä ollut haittaa rännien avaukselle ja mahdolliset roiskeet eivät tulisi suoraan pallon päälle. Kaikki mittaukset tehtiin turvallisuussyistä hieman työskentelypaikkaa kauempana. Mittauksilla pyrittiin saamaan suuntaa antavia tuloksia kattila-alueiden ilman lämpötilasta ja kosteudesta.

5.2 Työtapaturmien aiheuttaja ja tapaturmatyyppi

Soodakattilatyöntekijöille vuosina 1999-2006 sattuneet tapaturmat selvitettiin Sosiaali- ja terveysministeriön ylläpitämästä tapaturmaselosterekisteristä (TOL 2111). Rekisterissä olevasta selostuksesta pomittiin tapaturman aiheuttaja sekä arvio oliko vaateuksella tai suojautumisella merkitystä tapaturman vakavuuteen. Lisäksi kuuman sulan aiheuttaneista tapturmista kerättiin tietoja työntekijöitä ja esimiehiä haastatteleamalla.

5.3 Haastettut ja kyselyt

Työpaikkakäyntien aikana työntekijöitä (N36) ja esimiehiä haastateltiin ja tehtaiden suojavaatteiden vastuuhenkilöiden kanssa kartoitettiin nykyisin käytettäviä suojausratkaisuja ja niiden huoltoa. Lisäksi Suomen Soodakattilayhdistyksen

kautta postitse lähetetyn lomakkeen avulla selvitettiin työntekijöiden ja esimiehien suojaukselle asetettavia vaatimuksia.

Esimiehille ja työsuojeluvastaaville (N12) suunnattu lomake sisälsi kysymyksiä mm. työntekijöille sattuneista tapaturmista; sattuneiden tapaturmien vakavuus (keskimääräinen sairaspöissaolo aika), loukkaantuneet ruuminosat, käytössä oleva suojavaatetus, suojainten käyttö, suojainten malli, merkintä ja valmistaja ja "läheltä piti" tapauksien kirjaus. Lisäksi pyydettiin vapaamuotoisia kommentteja kuumilta soodakattilatyönteijöiden suojaavasta vaatetuksesta. *Liite 2. Kysely esimiehille ja työsuojeluvastaaville vaatetuksesta ja suojautumisesta.*

Työntekijöille (N25) kysely lähetettiin Soodakattilayhdistyksen kautta. Sillä kartoitettiin soodakattilatyöntekijöiden suojainten nykytilanne ja kokemukset suojaamista eri tehtailla. Lisäksi selvitettiin käyttäjien toiveita ja ehdotuksia suojaamisen parantamiseksi. Työntekijöille suunnattu lomake sisälsi kysymyksiä käytössä olevista suojaamista, kokemuksia suojainten käytöstä, toiveita työ- tai suojavaatetukselle sekä suojaajille. Lomake sisälsi lisäksi kysymyksiä mm. sattuneista tapaturmista ja vaaratilanteista sekä "läheltä piti" tilanteista. Kyselyyn vastanneilla oli myös mahdollisuus antaa vapaamuotoisia kommentteja ja parannusehdotuksia käytössä olevaan työ- tai suojavaatetukseen että suojainkokonaisuuteen. *Liite 3. Kysely työntekijöille vaatetuksesta ja suojautumisesta.*

5.4 Henkilönsuojainten kartoitus ja valinta

5.4.1 Kasvojen ja käsien suojainten markkinakartoitus

Työpaikkakäyntien, haastattelujen ja kyselyjen tulosten perusteella saadun vaatimusprofiilin perusteella kartoitettiin ja arvioitiin markkinoilta käyttöön sopivimmat kasvojen- ja käsiensuojaimet. Valmistajien ja toimittajien antamien teknisten tietojen perusteella selvitettiin suojainten ja suojakäsineiden soveltuvuutta soodakattilatyöhön. Soveltuvimmat suojaimet testattiin myös kuumaa kemikaalisulaa vastaan TTL:n kehittämällä menetelmällä (kohta 5.5).

5.4.2 Materiaalikartoitus

Tutkimuksen materiaalit etsittiin tekemällä tilanneselvitys markkinoilla olevista materiaalivehtoehdoista. Valmistajien toimittamien tietojen perusteella arvioitiin materiaalin soveltuvuutta suojavaatemateriaaliksi mm. niiden raaka-aineen, rakenteen, lujuuden, paloturvallisuuden, huollettavuuden ja käyttömukavuuden perusteella. Selvityksen perusteella valittiin materiaaleja ja materiaalikokonaisuuksia testaukseen.

5.5 Testimenetelmä sulan soodan roiskeita vastaan

Testausmenetelmää kehitettiin vaiheittain lähtien EN 373 määrittelemästä sula metallitestausten menetelmästä. Menetelmässä kaadetaan sulaa metallia (esim. alumiinia tai rautaa) 60 (alumiini) tai 75 (rauta) asteen kulmassa olevalle 120 x 300 mm kokoiselle materiaalinäytteelle. Näytteen alla olevalla PVC tekoiholle tapahtuneiden kuviomuutosten avulla arvioidaan palovamman syntymistä ja suojaustasoa. (17, 18)

Ensimmäisessä vaiheessa "Materiaalitestit 1" sellutehtaan soodakattilalta saadut kiinteät kemikaalimassa-kappaleet sulatettiin induktiuunissa ja kuumen kemikaalisulan lämpötila mitattiin lämpötila-anturilla ennen kaatoa. Kemikaalisula (n. 50 g) kaadettiin suppiloon, jonka pohjassa oli reikiä ($\varnothing$ 6mm). Suppilosta kemikaalisula tippui pisaroina näytteelle, joka on telineessä 75 asteen kulmassa. Kuumen kemikaalisulan lämpötila oli kaatovaiheessa noin 850°C. Näytteelle kaatuneen kemikaalisulan massa mitattiin. Ensimmäisen vaiheen materiaalitesteistä materiaalien antamaa suojausta arvioitiin PVC tekoihon avulla. (Kuva 3-4).



Kuvat 3 ja 4. Ensimmäisen vaiheen materiaalitesti, näytepidike ja kaato, tekoiho-malli

Toisessa vaiheessa "Materiaalitestit 2" edelleen kehitetyssä testilaitteistossa neljän lämpötila-anturin avulla mitattiin lämpötila materiaalin alta (kuvat 5-8). Suojaustason kriteereinä on palovamman syntymiseen johtavat lämpötilat: (21)

- 44 °C, ensimmäisen asteen palovamma,
- 55 °C toisen asteen palovamma,
- 72 °C kolmannen asteen palovamma.

Lämpötilan mittaus pyritään saamaan myös suojavaatteiden sulametallitestaustandardin EN 373 mukaiseen testimenetelmään yhdeksi suojauksen arviointimenetelmäksi.



Kuvat 5-8. Kehitellyt mittauslaitteisto, lämpötilan mittaus, näytepidike, induktiouuni ja kaatolaitteisto

5.6 Suojavaatemallin suunnittelu

Suunnittelun lähtötiedot kerättiin kuvan 2. mukaisesti kyselyjen, haastattelujen ja työoloselvitysten perusteella. Näiden tietojen perusteella suunniteltiin ensimmäiset mallit ja materiaaliselvitysten ja testausten tulosten perusteella valittiin materiaalit, josta valmistutettiin ensimmäinen mallivaate. (15)

Liite 5. Suunnittelun kaaviokuva

Suojavaatemallit suunniteltiin syksyllä 2005. Lähtötietojen perusteella luonnosteltiin erilaisia takki- ja housumalliehdotuksia työryhmän arvioitavaksi. Alkuvuonna 2006 Lindström Oy:n kanssa käytiin mallipalavereita, jonka pohjalta Lindström Oy tilasi alihankintana protomallin kaavoituksen ja valmistuksen.

5.7 Suojavaatemallin testaus ja koekäyttö

Ensimmäinen protovaate oli koekäytössä Kaskisten tehtaalla kesällä 2006. Tämän jälkeen koekäyttöön valmistettiin kolme vaatetuskokonaisuutta. Vaatteet annettiin koekäyttöön Kaskisten, Oulun ja Kuusankosken sellutehtaiden soodakattiloille. Lyhyen koekäyttöjakson jälkeen työntekijät raportoivat ennalta suunnitellun kyselylomakkeen avulla vaatteiden soveltuvuutta ja kokemuksia sen käytöstä. Koekäytön perusteella malliin tullaan tekemään tarvittavat muutokset (Lindström Oy). Lopullisesta mallista tehdään malliehdotukset, jonka perusteella tehtaot voivat sisänostaa soodaroiskeilta suojaavia suojavaatteita valmistajilta.

6. Tulokset

6.1 Työympäristö

Työntekijöiden kierrokset soodakattila-alueen eri kohteissa, samoin kuin kattiloiden rakenteet erosivat toisistaan. Tässä yhteydessä kattila-alueella tarkoitetaan soodakattilaa ja sen eri kerroksia, joissa työntekijät käyvät kierroksella tekemässä erilaisia heille kuuluvia työtehtäviä. Työtehtäviin soodakattilalla kuuluu valvomotyötä (kuva 12) sekä noin tunnin välein tehtävä tarkastuskierros soodakattilarakennuksen eri kerroksissa, jolloin suoritetaan mm. lipeäsuuttimien/-ruiskujen, ilma-aukkojen/-suuttimien tarkastus ja sularännien puhdistus ja rassa. Työ on fyysisesti kuormittavaa ja se sisältää rasisuippuja ja hankalia työasentoja. Kierroksen aikana työasennot olivat vaihtelevia ja ne sisälsivät kumartelua, kurottelua, kävelyä, jyrkkien rappusten nousua ja laskua, tarkistusluukkujen avaamista ja sulkemista, rännien tukoksien avaamista eli "rassaamista n. 4 m pitkällä rautakangella". (kuvat 9-11).

Melutaso oli korkea, jopa 96-112 dB. Työntekijöiden mielestä joissakin tehtaissa meteli oli niin kova, ettei käytössä olleet kupusuojaimet vaimentaneet melua tarpeeksi, joten he käyttivät kupusuojainten alla myös tulppasuojaimia.

Prosessista tuleva lämpösäteily ja valaistukseen käytettävät kohdelamput nostavat työympäristön lämpötilaa. Työntekijät altistuvat kuumalle sulalle myös päivittäisissä tehtävissä ränneillä, varsinkin vanhoilla kattiloilla, joissa tehdään paljon työvaiheita vielä manuaalisesti. Työtapaturman riski on erityisen suuri, kun työntekijät avaavat tukkeutumia avoimilla sularänneillä manuaalisesti pitkällä rassauskangilla.

Työympäristön muita haittoja olivat kattilalta "pöllähtävät" pölyt, lattialla olevat lipeälammikot, ahtaat paikat ja vaikeakulkuiset ritilälattiat.



Kuva 9 Työntekijä sularännillä



Kuva 10. Sularännien avausta kangen avulla



Kuva 11. Työntekijä kierroksella

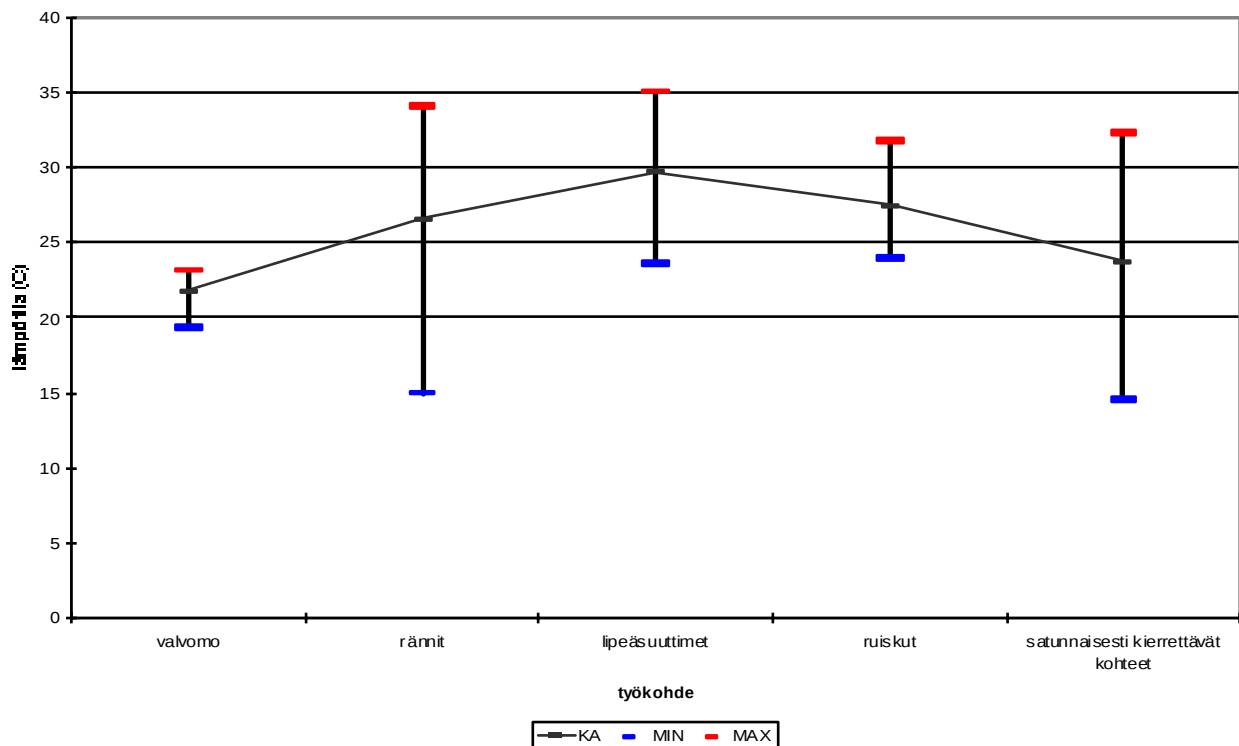


Kuva 12. Valvomotyö

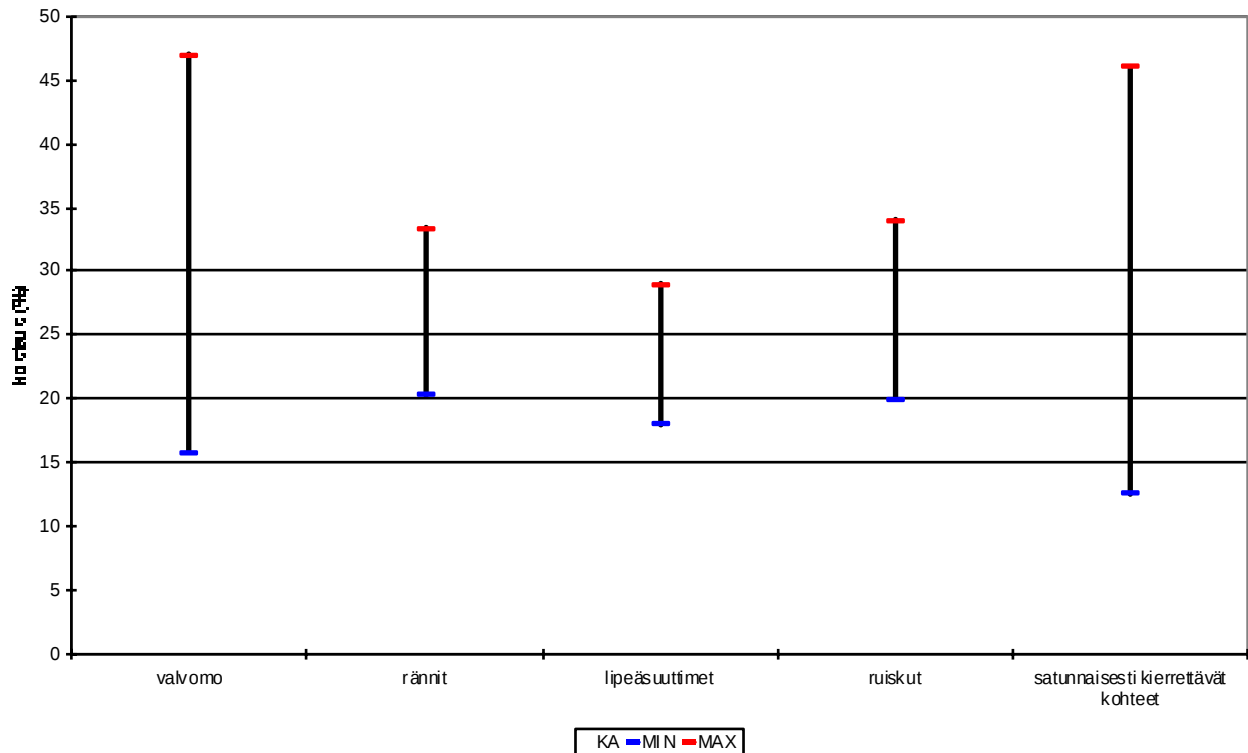
Periaatteessa prosessi on suljettu, mutta työntekijät altistuvat joissainmäärin aineille prosessista tulevien "pölyhdysten" aikana. Erään tehtaan työoloselvityksen mukaan työssä altistutaan syövyttävälle ja ärsyttävälle kalkkipölylle, hengitettynä myrkylliselle rikkivetykaasulle, likaislauhteelle (metanoli, etanoli, asetoni, liuenneet rikkikaasut) sekä laimeille hajukaasuille (rikkivety, metyylimerkaptani). Ilman epäpuhtauksien ja kuumien roiskeiden lisäksi suojaa tarvitaan kontaktikuumuutta vastaan työskenneltäessä ahtaissa paikoissa, joissa on kuumia putkia. Työoloselvityksessä on todettu seuraavien henkilönsuojainten käyttötarve mm. sularänneillä ja kaustisoinnissa: hengityksensuojaimet, kasvojen ja silmien suojaimet, kuulonsuojaus, käsien suojaus ja suojavaatetus (25). Liitteenä 4 on työpaikkakäyntien aikana otettuja kuvia käytössä olevista suojavaatteista ja suojaimista, työasunnoista sekä suojainten käyttötilanteista.

6.2 Lämpöolomittaukset

Lämpöolomittauksissa mitattiin ilman lämpötilaa (°C) ja kosteutta (RH %) eri työpisteissä kuten ränneillä ja lipeäsuuttimilla. Keskimääräinen lämpötila oli kattila-alueilla 25 °C (14 °C...35 °C), (kuva 13). Esim. yksittäisessä mittauksessa työntekijän tekemän kierroksen aikana ympäristön lämpötila saattoi vaihdella 16°C... 31,8 °C. Ilman suhteellinen kosteus oli keskimäärin 27 % (10,5 %...47 %), (kuva 14).



Kuva 13. Keskimääräiset ilman lämpötilat ja vaihteluvälit eri työskentelypisteissä



Kuva 14. Kosteus eri työskentelypisteissä (min, max)

Prosessin lämpötila soodakattilassa vaihteli kahdella eri tehtaalla käynnin aikana ränneillä 1100-1300°C ja kattilan keskikerroksessa 877-1025°C, syöttöveden lämpötila oli noin 117 °C:tta.

6.3 Työtapaturmien aiheuttajat ja tapaturmatyypit

Sosiaali- ja terveysministeriön tapaturmaselostusrekisterin mukaan (toimiala 21110, massan valmistus, mm. sulfaatti ja soodasellun valmistus, sisältäen soodakattilatyöntekijät) vuosina 1999-2006 sattui yhteensä 113 tapaturmaa, joista 18 oli korkean lämpötilan tai lentävien hiukkasten aiheuttamia, 79 esineisiin tai esineiden satuttamisia. Lisäksi oli muutamia kaatumisia, putoamisia ja liukastumisia.

Rekisterin mukaan esimerkiksi vuonna 2001 sattui kaksi erittäin vakavaa tapaturmaa, jossa tukoksen avauksessa työntekijän päälle roiskui kuumaa kemikaalisulaa, aiheuttaen työntekijöille eriasteisia palovammoja. Rekisteristä löytyi myös seuraavanlaisen vuonna 2005 sattuneen tapaturman kuvaus: "Sellutehtaan soodakattilalaitoksella prosessinhoitajalle sattui tapaturma, kun kuumaa mustalipeää roiskui prosessinhoitajan päälle. Roiskeet aiheuttivat palovammoja käsivarteen,

kaulaan ja kasvoihin. Vakavimmat vammat tulivat käsivarteen. Vahingoittuneella oli käytössään kypärä ja siihen kiinnitetty kasvosuoja, visiiri, mikä aivan ilmeisesti on lieventänyt seurausvaikutusten vakavuutta. Arvioitu työkyvyttömyyden kesto on muutama kuukausi." *Lähde: SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖ*

TAPATURMASELOSTUS-REKISTERI, v.2005

Sularoiskeiden aiheuttamissa tapauksissa vammat olivat vakavia, tapaturman aiheuttajana oli ollut mm. sulavesiräjähdytys tai tukkeuma putkessa normaalin valvontakierroksen yhteydessä, prosessin ylösajon aikana tai prosessin häiriötilanteessa. Raporttien mukaan sattuneissa tapauksissa työn vaara- ja riskinarviointi oli ollut puutteellinen. Työntekijät tulisi perehdyttää häiriötilanteisiin ja heille tulisi antaa selvät ohjeet turvallisista työskentely- ja toimintatavoista mm. sulan ulostulosta sekä häiriö- ja poikkeamatilanteissa.

6.4 Kyselyt ja haastattelut

6.4.1 Kyselyt esimiehille ja työsuojeluvastaaville

Esimiehille ja työsuojeluvastaaville suunnattuun kyselyyn vastasi 12 henkilöä, seuraavilta tehtailta:

- ✦ Stora Enso Oyj: viisi henkilöä (Kuusankoski, Oulu, Veitsiluoto, Kaukopää, Kotka, Kemijärvi)
- ✦ Oy Metsä-Botnia Ab: neljä henkilöä (Kemi, Joutseno, Kaskinen, Äänekoski)
- ✦ UPM-Kymmene Oyj: kolme henkilöä (Pietarsaari, Tervasaari)

Esimiehet raportoivat 28 kuumen soodan aiheuttamaa tapaturmaa vuosina 1999-2004, joista 33 % oli vuonna 1999 ja 22 % vuonna 2001. Pääosa tapaturmista, 28 tapausta, johti alle 3 päivän sairauspoissaoloon ja 1 johti yli kuukauden poissaoloon, (taulukko 1). Taulukossa 2 on eritelty tapaturmat loukkaantuneiden vartalonosien mukaan. Eniten oli sattunut alaraajaan kohdistuvaa vammoja.

Taulukko 1. Soodakattilalla sattuneiden tapaturmien vakavuus

<i>keskimääräinen sairas poissaolo aika</i>	<i>määrä</i>	<i>%</i>
alle 3 päivää	22	79
3-6	4	14
7-14	0	0
15-30	1	4
31-90	1	4
<i>yhteensä</i>	<i>28</i>	<i>100</i>

Taulukko 2. Tapaturmissa loukkaantuneet ruumiinosat

<i>vahingoitunut ruumiinosa</i>	<i>määrä</i>	<i>%</i>
alaraaja lonkasta nilkkaan	9	25
varpaat ja jalkaterä	5	14
käsivarsi	5	14
käsi, sormet	4	11
silmät	4	11
kaula	3	8
etuosa	3	8
pää	2	6
kasvot	1	3
<i>yhteensä</i>	<i>36</i>	<i>100</i>

Avovastauksissa kerrottiin tapahtumien kulusta seuraavanlaista: *"lipeäsuuttimen vaihdossa mustalipeää päälle, rännillä oli sulaa lentänyt vaatetuksen päälle ja useimmiten nilkoille ja jalkojen alueelle".*

Seuraavassa kaksi tyypillistä ilmoitettua tapausta:

Tapaus 1. Työntekijän vaatteiden käsivarsi syttyi palamaan, koska tukkeumaa avattaessa rännistä sulaa lensi useita metrejä, aiheuttaen työntekijälle palovammoja. Vaate oli syttynyt palamaan sulasta, vaikka vaatetus oli ollut palosuojattua materiaalia. (23)

Tapaus 2. Työntekijän silmään lensi kipinöitä, vaikka työntekijä oli käyttänyt kasvojen suojainta sekä silmälaseja. Torjuntatoimenpiteenä on todettu, että työntekijän tulisi käyttää naamiomallisia ja huurumattomia silmiensuojaimia, kasvojen suojaimen lisäksi. (24)

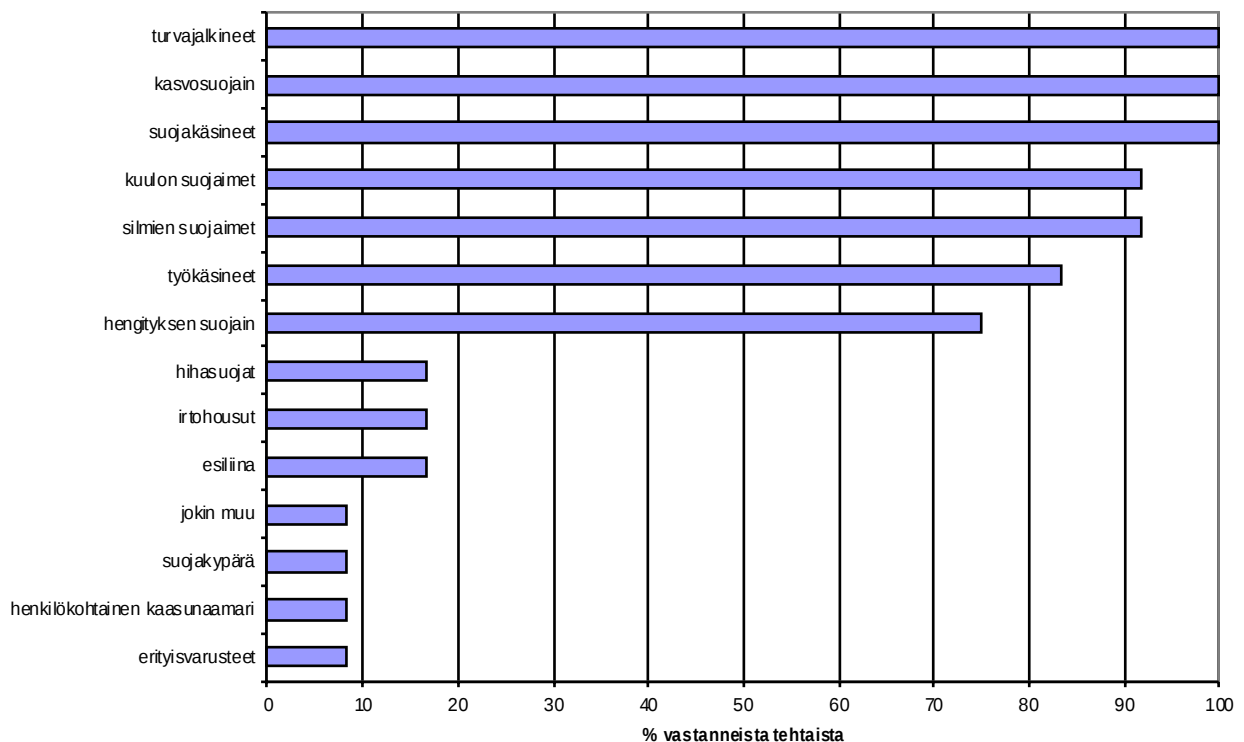
Kyselyyn vastanneista 67 % ilmoitti kirjaavansa ylös ns. "läheltä piti"-tapaukset.

Käytössä olevat työ- tai suojavaatteet

Esimiesten mukaan lähes puolella oli käytössä kaksiosainen takki ja housut. Noin 66 % käytössä olevista vaatteista oli kuumansuojausta osoittava pigmentti EN 531 tai EN 470-1 standardien mukaisesti. Käytössä olevista työ- tai suojavaatteista yli puolet olivat Lindström vuokravaatteita. Lisäksi käytössä oli Leijonan ja Laitoston valmistamia työ- ja suojavaatteita, sekä eri valmistajien lisäsuojia. Kahdessa tehtaassa oli käytössä etuosan suojaava lisäsuojain, jotka puettiin päälle ennen kierrokselle lähtöä tai kierroksen aikana ennen rännille menoa.

Käytössä olevat suojaimet

Kaikille työntekijöillä annetaan käyttöön henkilönsuojaimet kuten suojakäsineet, kasvojen- tai silmiensuojaimet, kuulonsuojaimet ja turvajalkineet, sekä häiriötilanteita/pakotilanteita varten hengityksensuojaimet (kuva 15).



Kuva 15. Työntekijöille käyttöön annetut suojaimet

Suojainten malli, merkintä ja valmistaja

Kyselyssä pyydettiin kirjaamaan käytössä olevien suojainten mallit, merkinnät ja valmistajat. Kuitenkin vain 24 % kyselyyn vastanneista pystyi ilmoittamaan käytössä olevien suojainten yksityiskohtaiset tiedot.

Tehtaissa oli käytössä hyvin erilaisia suojaimia ja suojainmalleja. Käytössä oli mm. seuraavien valmistajien ja maahantuojien kasvojensuojaimia: Scott Health&Safety Oy, Pulsafe, Peltor, Karske.

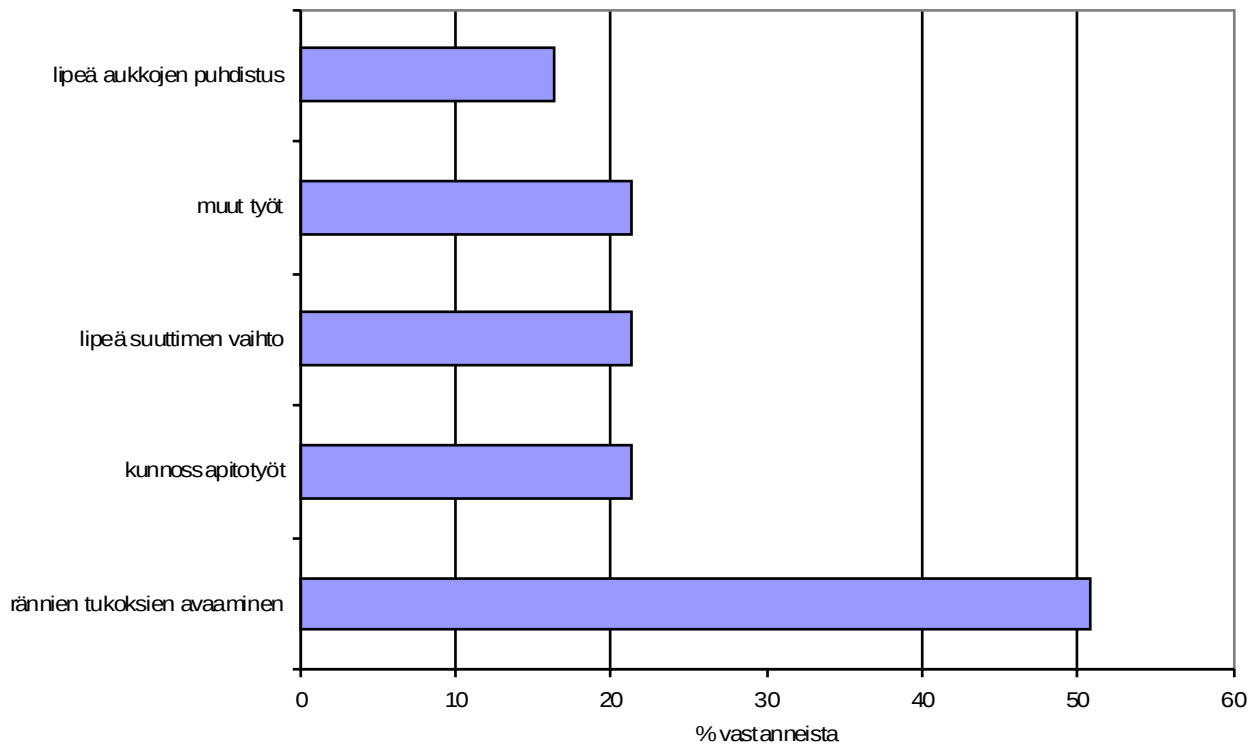
6.4.2 Kyselyt soodakattilatyöntekijöille

Kyselyyn vastasi yhteensä 61 työntekijää, näistä 36 haastateltiin henkilökohtaisesti ja Soodakattila-yhdistyksen kautta lähetetyn kyselylomakkeen palautti 25 työntekijää.

Kyselyyn vastanneet työntekijät olivat ammatiltaan: lämmittäjä (20), osastomies (11), käynnissäpitohenkilö (7), varamies (4), koneasentaja (4), laitosmies (3), kiertävä voimalaitostyöntekijä (2), lipeänvalmistaja (2), valvomonhoitaja (1), käynninvarmistaja (1), voimalaitoksen työt (1), harjoittelija (1) tai jokin muu (4).

Vastanneiden keskimääräinen työkokemus soodakattilatyöntekijän tehtävissä oli noin 13 vuotta ja yhteensä tehtaalla 15 vuotta.

Esimerkiksi tunnin välein tehtävään kierrokseen soodakattilalla työntekijät ilmoittivat kuuluvan kuvassa 16 lueteltuja työvaiheita. Työntekijöistä suurin osa ilmoitti tekevänsä valvontakierroksen kattilalla tunnin välein.



Kuva 16. Työntekijöiden tunnin välein tehtävään kierrokseen kuuluvat tehtävät

Työntekijöiden raportoimat tapaturmat

Kuuman soodan aiheuttamia tapaturmia oli sattunut 28 työntekijälle. Näistä tapaturmista 31 % oli sattunut rännien tukoksia avatessa, 21 % muussa tehtävässä, 5 % kunnossapitotöissä ja 2 % lipeäruiskulla. Muita syitä olivat kaatumiset tai putoamiset huoltotöiden tai seisokin aikana.

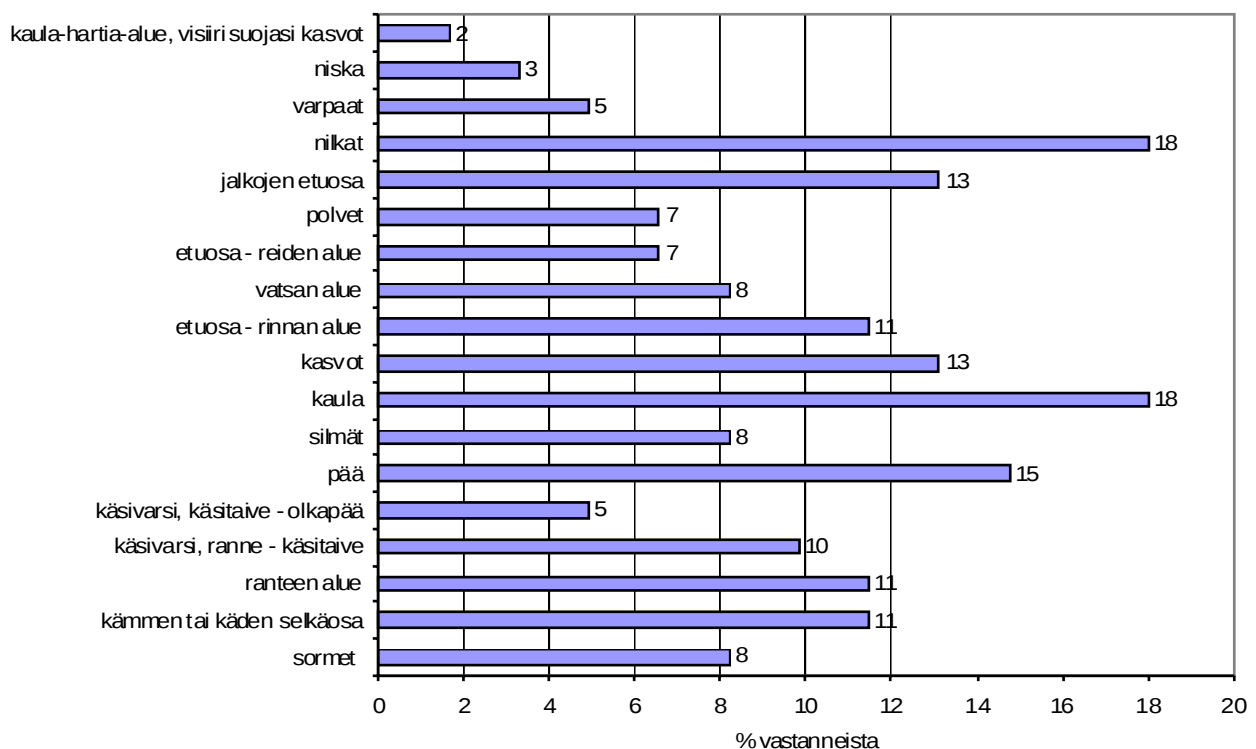
Työntekijöiden mukaan palovammoista 28 % oli lieviä ja 10 % vakavia. Sattuneissa tapaturmissa kuuman kemikaalisulan roiskeille olivat altistuneet eniten kaulan, ranteiden ja nilkkojen alueet.

Työntekijät kertoivat tapahtumien kulusta seuraavaa:

- poltti jalan, syöttövesiletkusta (taso 4) ja joutui juoksemaan 2-kerrosta (taso 6) ylös suihkuun (tasolta puuttui hätäsuihku)
- laudetta roiskui ränninpesussa letkuliitoksesta nilkalle
- näytteiden oton aikana
- aukkojen puhdistuksessa
- sammuttajalla lipeästä
- rassattaessa ränniä yläpuolelta, sulaa lensi jokapuolelle
- kouruilla hakatessa, roiskeita lensi jalalle

- liottajan pesussa "rännien ympäristössä"
- suuttimen kiristimen auetessa
- suuttimilla
- nilkka meni poikki, astuin letkun päälle
- lipeäruiskulla (tukoksia avatessa), lipeää roiskui nilkan alueelle (kämmenen kokoinen palovamma, valui kenkään, hätäsuihku kaukana eri kerroksessa)
- tennissukat ja nilkka kengät, ei ole ohjeita lahkeiden käytöstä saappaiden päällä
- rännistä roiske silmään vaikka suojalasit + visiiri
- poikkeusoloissa roiskui vaatetukselle ja iholle
- luultavasti kami putosi liuottajan katosta ja aiheutti roiskeita ränniin jolloin sula syöksyi ilmaan aiheuttaen useita roiskeosumia

Kuumalle sulaa oli roiskunut eniten kaulan, nilkkojen, pään ja kasvojen sekä nilkan alueelle (kuva 17).



Kuva 17. Tapaturmissa kuuman kemikaalin roiskeille altistuneet ruumiinosat.

“Läheltä piti ” tapaukset

Kuuman soodaroiskeen aiheuttamia ns. "läheltä piti"-tapauksia eli ei sairaalahoitoa, eikä sairaspöissaoloa vaatineita tapauksia oli sattunut 64 %:lle vastanneista työntekijöille. Tapaukset olivat sattuneet seuraavissa työtehtävissä: rännien tukoksien avaus 46 %, imasuuttimien vaihto 2 %, ilmasuuttimien rassa 2 %, lipeäsuuttimien vaihto 11 %, tai jokin muu työtilanne 7 %. Muita työtilanteita olivat kaustisointi (poltettu kalkkipöly, suola) ja kosketus eristämättömään kuumaan putkeen.

Taulukkoon 3 on koottu työntekijöiden kommentteja "läheltä piti"-tapauksista. Näitä voitaisiin käyttää hyödyksi eri tehtaiden työpistekohtaisissa työohjeissa ja esimerkiksi työturvallisuuskoulutuksessa.

Taulukko 3. Työntekijöiden yksilöimiä tilanteita "läheltä piti"-tapauksista

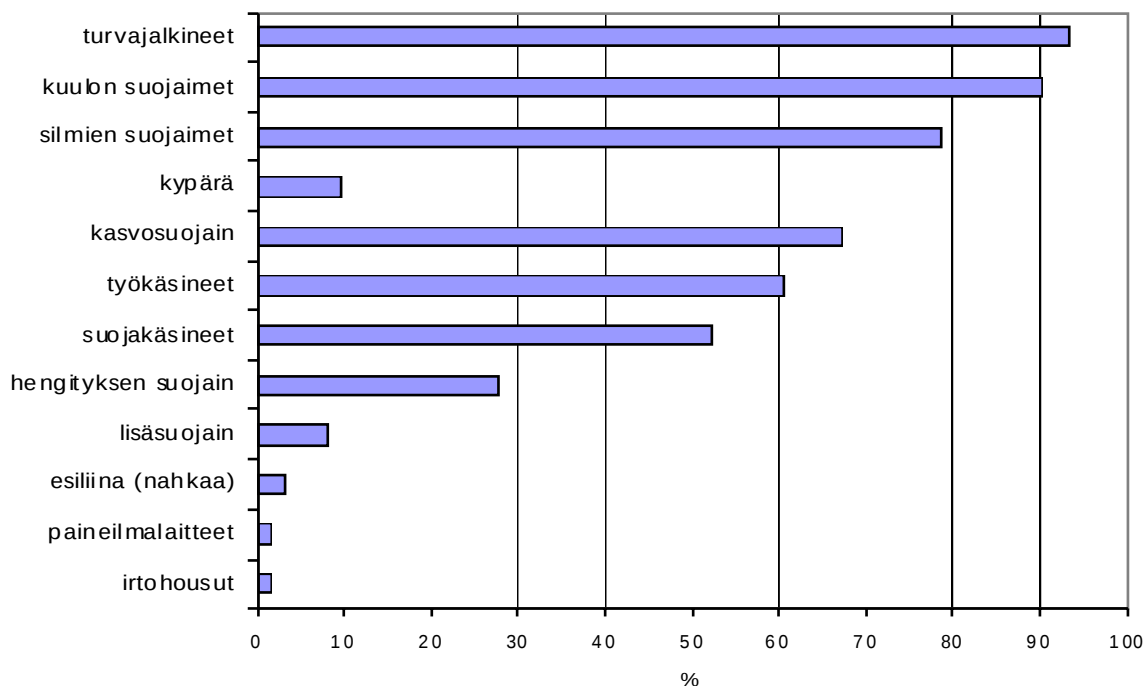
työ- piste	tapahtuma
sula- rännit	☛ sularännin roiskeita ☛ äkillinen sularoiskahdus ränniltä ☛ ränniä rassatessa lensi (ampuu) sularoiskeita ☛ rännien tukoksien avaus ☛ rännissä vesivuoto ☛ räiskii rännillä aukoista ☛ ränniä avatessa sulaa roiskahti (refleksi suojautumisessa roiskeilta), ☛ ränneihin ja niiden sivuille muodostuu kameja, jotka putoavat liuottajaan ja silloin roiskahtaa ☛ kattilalla ylipaine -kipinöitä ☛ homma päivittäistä ja jos liuottajassa räjähtelee roiskuu soodaa pitkin liuottajan kantta ☛ rännin korjaus ☛ räiskii rännillä aukoista, ehtii juuri alta pois ennen kuin ränni tai kattila sylkäisee ☛ rännin ollessa tukossa rassilla aukaistessa sula ryöppy tuli vauhdilla, roiskasi sulaa päälle ☛ poistin kamia rännin alta, jolloin lipeää roiskahti naamalle silmien sivuun ☛ roiskahti kuumaa sulaa ränniä avatessa ja meni haalareiden läpi reiteen 2 cm aukko ☛ soodalipeää räiskähti ränneistä ja meni haalarien läpi, aiheuttaen pienen palovamman ☛ ränniä lyödessä kipinät roiskuvat ☛ käytän pidempää rautaa poikkeustapauksissa ☛ roiskeet voivat lentää useita metrejä ☛ työntekijän avaamasta rännistä roiskahti sulaa päälle ☛ roiskui sulaa niskaan pisaroina normaalin rännin rutiinirassauksen yhteydessä
lipeä- suutin	☛ lipeäsuuttimilta tullut kuuma lipeä, ☛ lipeäroiskeita nilkkaan ja takista kimmokeena kasvosuojaimen alle ☛ polttolipeäroiskeet lipeäsuuttimelta ☛ lipeäruiskun aukot, höyryllä puhalletaan
liuotin	☛ liuotin räjähti, ei sattunut olemaan juuri kohdalla ☛ liuottaja piti kovaa pauketta ja suojaluukku ei mennyt kokonaan kiinni jolloin raosta räiski hieman naamalle lipeää tai sulaa
ilma- aukot	☛ Ilma-aukkoja rassatessa aukosta livepisaroita kaulalle. ☛ sivusuunnasta tullut roiskeita päälle, ruiskupilleillä, kattilahäiriö ☛ tyhjen nykessä, venttiilit kiinni ja karkuun (ilma-aukot?)
muuta	☛ mustaa kiehuvaan töhmää paukahtaa päälle, jos prosessiin tulee häiriö ☛ häiriötilanteessa ☛ höyryletkun vaihdon yhteydessä ☛ kuuma putki, putki oli eristämätön ☛ lieskat tulivat ulospäin, kun höyrypuhallus laitettiin päälle ☛ liuottajan sulakertymien pesussa (rännien ympärillä) ☛ kunnossapito tehtävissä ☛ viherlipeä, kuuma lipeä, viherlipeä ☛ mustaa kiehuvaan töhmää paukahtaa päälle, jos prosessiin tulee häiriö ☛ haalarit paloivat, kankaaseen pieniä reikiä ☛ kattila meni paineelle suuttimen vaihdossa ☛ pieniä räiskeitä rukkasiin, kaula-aukosta iholle sekä kengän sisään ☛ säädettäessä hajoitushöyryä hehkuva sulakertymä kaatuu sitä pestessä, kuuma liemi roiskuu

Käytössä oleva työ- tai suojavaatetus

Kyselyyn vastanneista yli puolet käyttivät kaksiosaista takki/housu-yhdistelmää ja loput kokohaalaria.

Suojainten käyttö

Lähes kaikki vastanneet käyttivät jonkinlaisia turvajalkineita. Malliltaan nämä vaihtelivat sandaalimallisista jalkineista kumisaappaisiin. Kuulosuojaimia ilmoitti käyttössä noin 90 % vastanneista, silmiensuojaimia alle 80 % ja kasvojen suojaimia alle 70 %. Suojainten käytön ongelmaksi osoittautui suojainten yhteensopimattomuus. Kuvassa 18 on kuvattu eri suojainten käyttö prosentteina vastanneista.

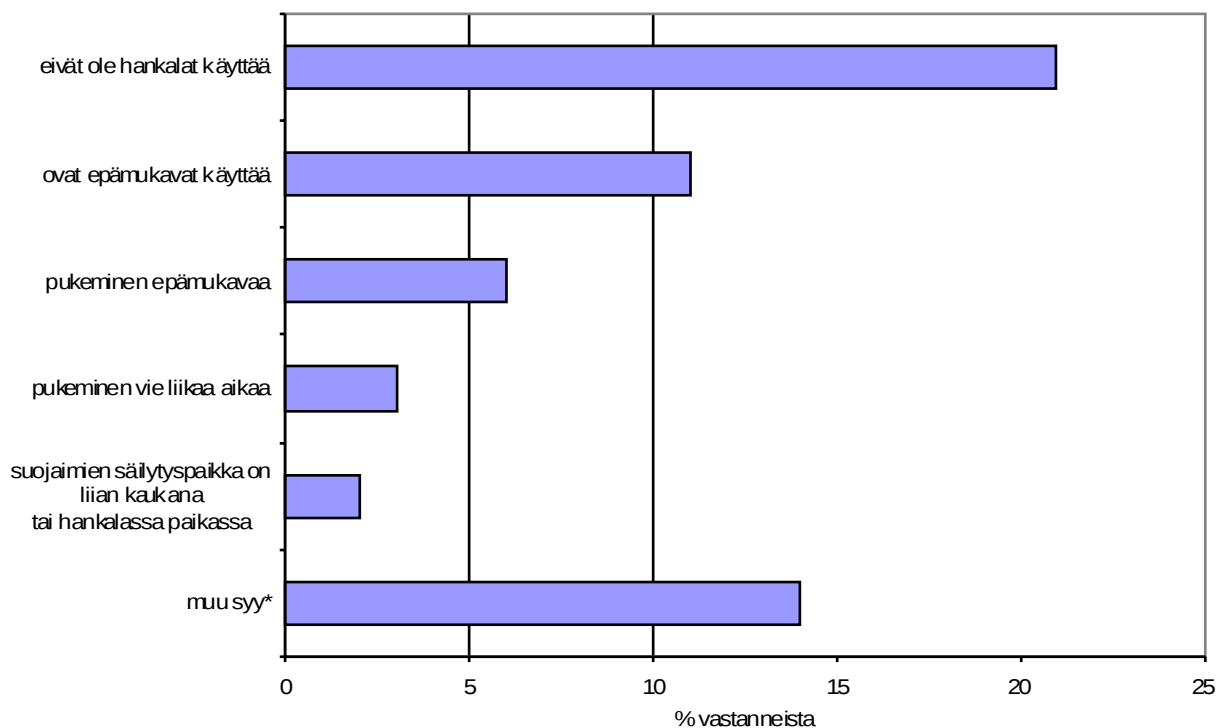


Kuva 18. Suojainten käyttö

Osa vastanneista koki, että suojaimia on epämukavia käyttää tai niiden pukeminen on hankalaa tai vie liikaa aikaa. Suojainten yhteensopivuus koettiin ongelmaksi, koska ne eivät ole yhteensopivia keskenään. Vastanneista 20 % koki, ettei kasvosuojainten kanssa ei voi pitää kuulosuojaimia ja 11 %:n mielestä ne eivät suojaa tarpeeksi.

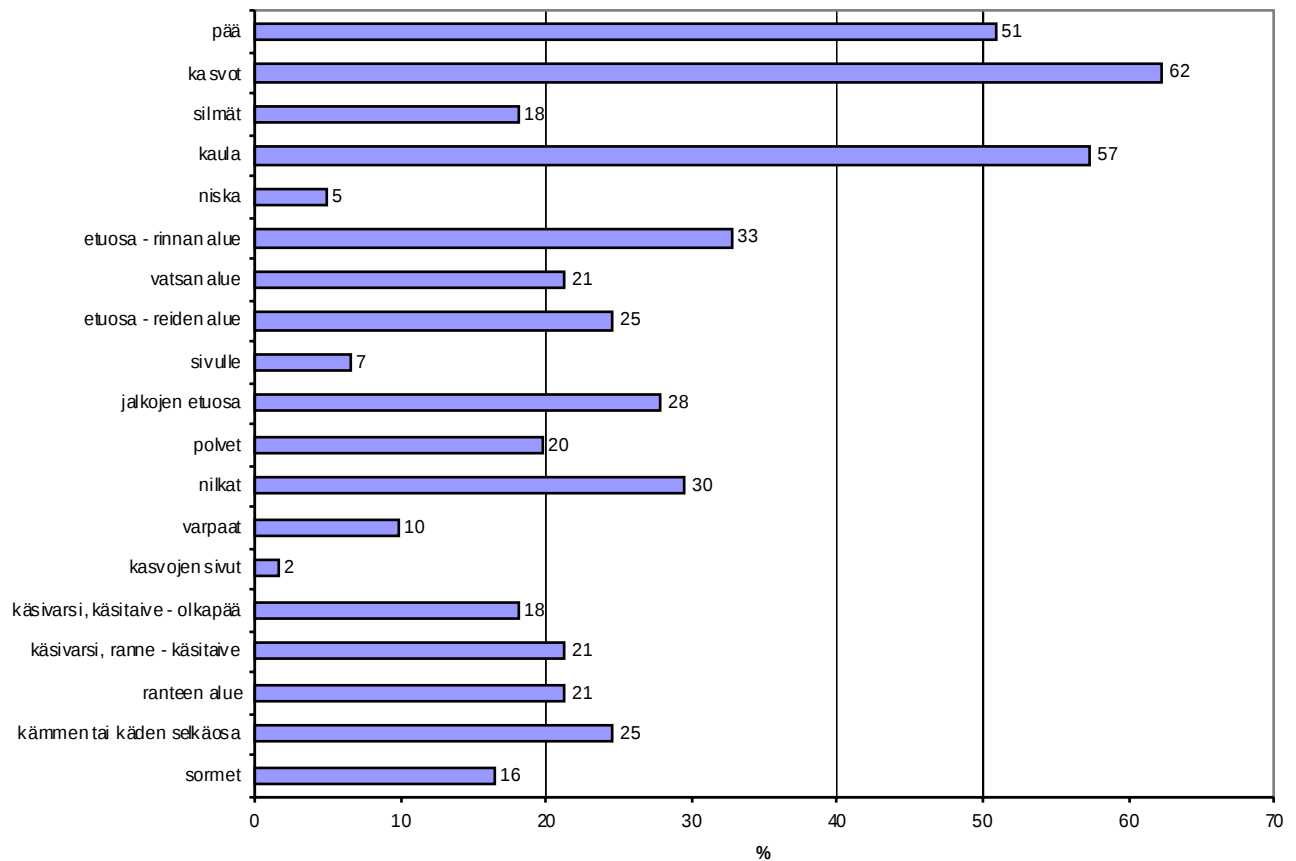
Kuitenkin lähes 35 % koki, etteivät suojaimet ole hankalia käyttää, niiden käyttöön tottuu ja käyttö sujuu rutiinilla.

Myös lisäsuojainten käyttö sujuu 34 % mielestä; niiden käyttöön tottuu ja se menee rutiinilla. Epämukavaksi lisäsuojainten käytön koki 18 % vastanneista. Muita moitteita saivat suojainten säilytyspaikan sijainti kaukana tai hankalassa paikassa (kuva 19). Muita syitä olivat lisäsuojainten hankala pukeminen, suojainmallin sopimattomuus työtehtävään, kuumuus käytössä, materiaalin paksuus ja kiinnityksen toimimattomuus.



Kuva 19. Lisäsuojainten käyttö

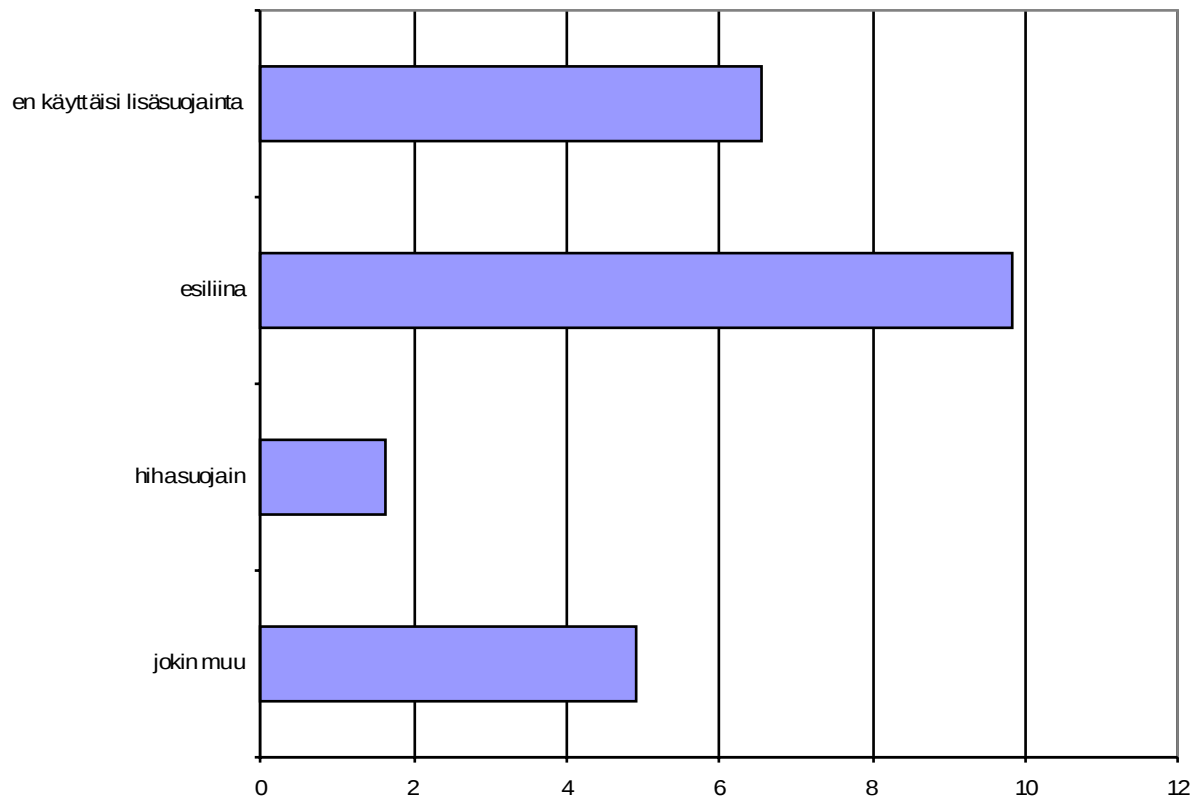
Eniten suojausta tarvitaan kasvojen, kaulan ja pään alueille sekä rinnan alueelle. Toiseksi eniten nilkkojen ja jalkojen etuosan alueelle, sekä kolmanneksi eniten reiden alueelle sekä kämmenen tai kämmenen selkäosan alueelle että käden alueelle (kuva 20).



Kuva 20. Suojaustarve

Suojavaatetuksen suojauksen parantaminen

Lisäsuojaa toivoi 21 % vastanneista ja 18 % toivoi nykyiseen vaatetukseen lisättäväksi erillistä suojamateriaalia roiskeita vastaan. Alle 10 % ilmoitti käyttävänsä mieluiten esiliinan mallista lisäsuojaa. Kuitenkin noin 7 % vastanneista ilmoitti, ettei käyttäisi lisäsuojaa ollenkaan (kuva 21).



Kuva 21. Lisäsuojaimen käyttö

6.5 Materiaalitutkimus

Materiaaleja etsittiin suoraan eri materiaalivalmistajilta ja kangasagenteilta, sekä kansainväliseltä teknisten kankaiden messuilta (Techtextil/Avantex, Frankfurt) vuonna 2005.

Materiaalin valintakriteereitä olivat:

- suojaus kuumilta roiskeilta, emäksinen seos, lämpötila noin 860°C :tta (natriumhydroksidi (NaOH), natriumsulfidi (Na_2S) + epäorgaanisia ja orgaanisia aineksia, natriumsulfaattia (Na_2SO_4), natriumkarbonaatti)
- kankaan rakenne, sidoksen pinnan sileys, roiskeiden hylkivyyys
- vaatetuskäyttöön soveltuva: ommeltava, mukava tuntu ihoa vasten
- teollisuuspesuprosessiin soveltuva, vesipestävyys
- kankaan neliömassa
- kankaan viimeistys

Materiaalitestit 1

1. vaiheen materiaalitestit suoritettiin Työterveyslaitoksen suojainlaboratoriossa keväällä 2005. Tässä vaiheessa testattiin yhteensä 12 materiaalia. Nämä olivat:

- palosuojattu kangas, nurjalla pinnote
- alumiinipinnoitettu raion kangas
- erikoiskäsitelty lasikuitukangas
- silikonipäällysteinen lasikuitukangas
- pintanahka
- haljasnahka
- molemmin puolin silikonipäällysteinen kangas
- molemmin puolin punainen silikonipäällysteinen kangas
- silikonipäällysteinen ohut Kevlar-kangas
- molemmin puolin silikonipäällysteinen kangas + satiinisidoksinen palosuojattu kangas (345 g/m²)
- silikonipäällysteinen ohut Kevlar-kangas + palosuojattu kangas (345 g/m²)
- palosuojattu 3-kerroskangas kosteussuojakalvolla + palosuojattu kangas

Parhaiten kuumaa soodasulaa kestivät silikonipinnoitteiset materiaalit. Ohut sileä silikonipinnoitettu kangas palosuojatun kankaan kanssa antoi suhteellisen hyvän suojan. Silikonipinnoitetuilla kankailla pohjakankaan sileyden erot näkyivät suojaustasossa. Nurjalta puolelta pinnoitettuihin palosuojattuihin kankaisiin soodasulaa takertui runsaasti ja tekoihon vauriot olivat huomattavat.

Alumiinipinnoitus ei kestänyt kemikaalia vaan suli pois. Mitä sileämpi oli materiaalin pinta, sen paremmin sula liukui pois ja tekoiho muutokset olivat vähäisempiä.

Kerroksellisuudesta ei ollut etua kosteussuojakalvon sisältämässä kerrosyhdistelmässä.

Materiaalitestit 2

2. vaiheen materiaalitestit suoritettiin ajalla loka-joulukuu 2005 (28.10-2.12.2005).

Testattuja materiaaleja ja materiaaliyhdistelmiä oli 26 (taulukko 4). Kullekin materiaalille tai materiaaliyhdistelmälle pyrittiin tekemään yhteensä kolme rinnakkaista testiä vaihteluvälin selvittämiseksi. Vertailumateriaalina käytettiin soodakattiloilla yleisesti käytössä olevaa materiaalia (70 % puuvillaa ja 30 % polyesteriä).

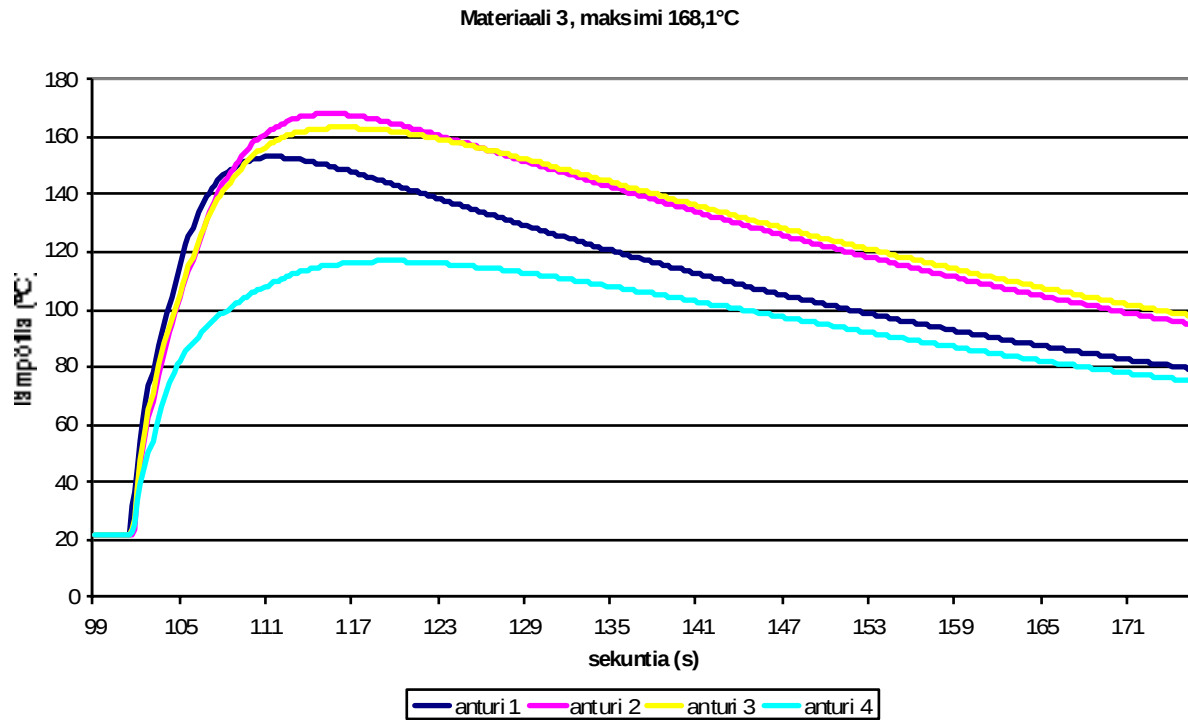
Taulukko 4. Testatut materiaalinäytteet

<i>nro</i>	<i>materiaali (%)</i>	<i>sidos</i>	<i>neliöpaino g/m²</i>
1	55 % Protex (modakryyli), 45 % puuvilla	trikoo neulos	205
2	55 % Protex, 45 % puuvilla	pikee neulos	240
3	30 % Kevlar, 70 % Panox (polyakryyliniiri)	twill 2/1	260
4	100 % Kevlar	twill 2/1	380
5	98 % Trevira CS – 2 % Negastat	twill	150
6	50 % viskoosi, 30 % villa, 17 % PES, 3 % R-Stat	satiini	345
7	55 % Protex, 45 % puuvilla	satiini	270/275
8	Kevlar	viton	325 (300-350)
9	30 % Kevlar, 70 % Panox	twill 2/1	340
10	50 % Nomex, 50 % Kevlar	twill 2/1	480
11	PTFE, polytetrafluorethylene	huopa	750
12	45 % villa, 24 % puuvilla, 18 % PPAN-fr, 13 % polyesteri (pool:100 % villa)	pool fabric	450
13	50 % fr-rayon, 40 % villa, 10 % nylon	2/1 twill	340
14	Kevlar + sively	kudottu kangas + sively	913
15	Silikonipinnoite, lasikuitu kangas	kudottu, silikonipinnoite	paksuus 0,4 mm
16	Silikonikangas	kudottu kangas	350
17	100 % Carbon X (86% O-Pan/14 % P-Aramidia)	Rip	270
18	Carbon X	2x2 twill	210
19	Carbon X R	interlock	285
20	Carbon X	huopa	
21	2-puolinen silikonikangas	kudottu, silikonipinnoite	paksuus 0,4 mm
22	neulos		
23	Carbon X, neulos		
24	Vertailumateriaali 70 % puuvilla 30 polyesteri	twill	320

Testeissä kaadetun kemikaalisulan lämpötila oli 904-933°C, keskiarvon ollessa 920 °C. Kankaan pinnalle kaadetun sulamäärä oli 33-49 g. Kankaiden ja kangasyhdistelmien alta mitatut lämpötilat olivat 48.9-96.3 °C.

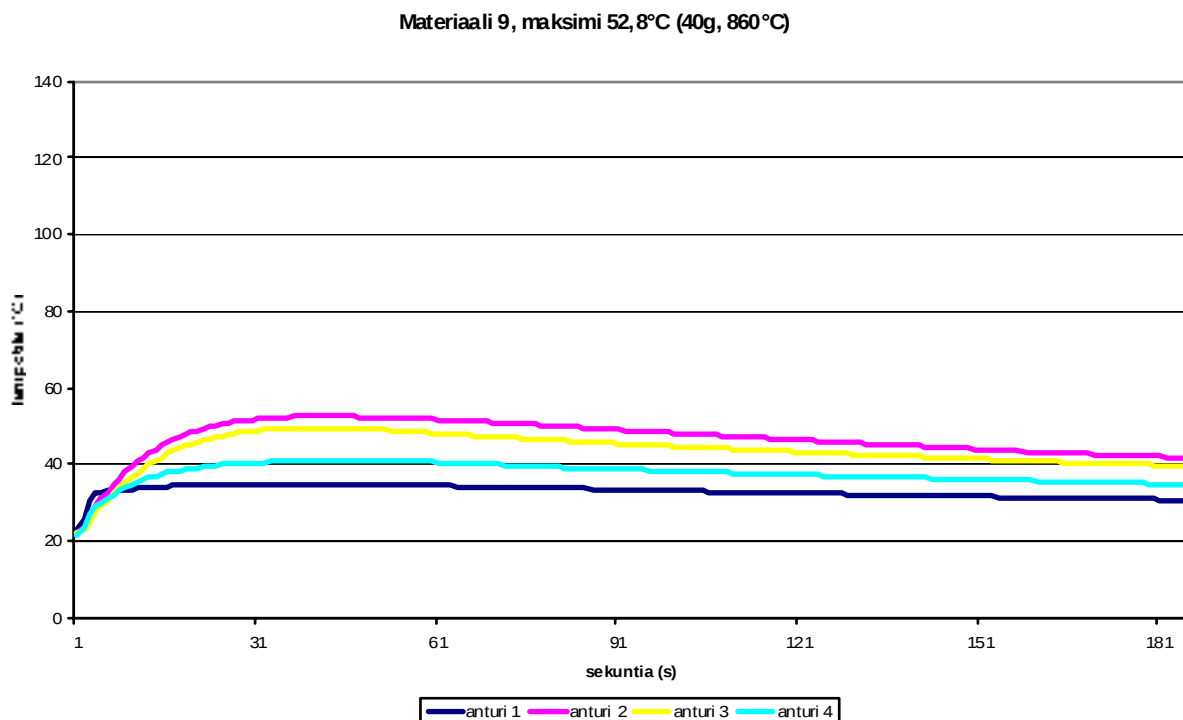
Parhaiten kuumalta kemikaalisulalta suojasivat silikonipinnoitteiset kankaat, myös käytettäessä kriteerinä näytteen alta mitattua lämpötilaa, sillä silikonin sileä pinta hylki hyvin kuumaa sulaa.

Yleisesti tulelta suojaavat hiilikuituiset materiaalit eivät kestäneet ilman erikoiskäsittelyä kuumaa emäksistä roisketta vaan imivät lämpöä itseensä. Lämpötila oli mitattu kolmella rinnakkaisella näytteellä 84-141 °C, kaatolämpötilan ollessa 908-925 °C (Kuva 22).



Kuva 22. Lämpötilan nousu hiilikuitua sisältävällä materiaalilla

Silikonisivelty kangas antoi huomattavasti paremman suojan korkeimpien lämpötilojen ollessa noin 55 °C (kuva 23).



Kuva 23. Lämpötilan nousu silikoniviimeistellyllä materiaalilla

Neulahuopamateriaali osoittautui myös suojaavaksi, näytteen alta mitatun lämpötilan jäädessä alle 50 °C. Tällaiset materiaalit soveltuvat kuitenkin paremmin eriste- tai vuorimateriaaliksi suojaamaan kuumilta soodaroiskeilta. Kuvissa 21-22 esitetään 3-kerrosmateriaalin käsittäen lisäsuojamateriaalin, suojavaatemateriaalin ja alusvaatemateriaalin kahden rinnakkaisen mittauksen tulokset. Näissä tapauksissa lämpötilat jäivät selvästi alle 40 °C.

Materiaalitestien jatkoon valittiin materiaalit, joille mitattiin alhaisimmat lämpötilat. Näille tehtiin vielä kolme rinnakaista uudelleenkaatoa tuloksen mittausepävarmuuden varmistamiseksi. (Taulukko 5).

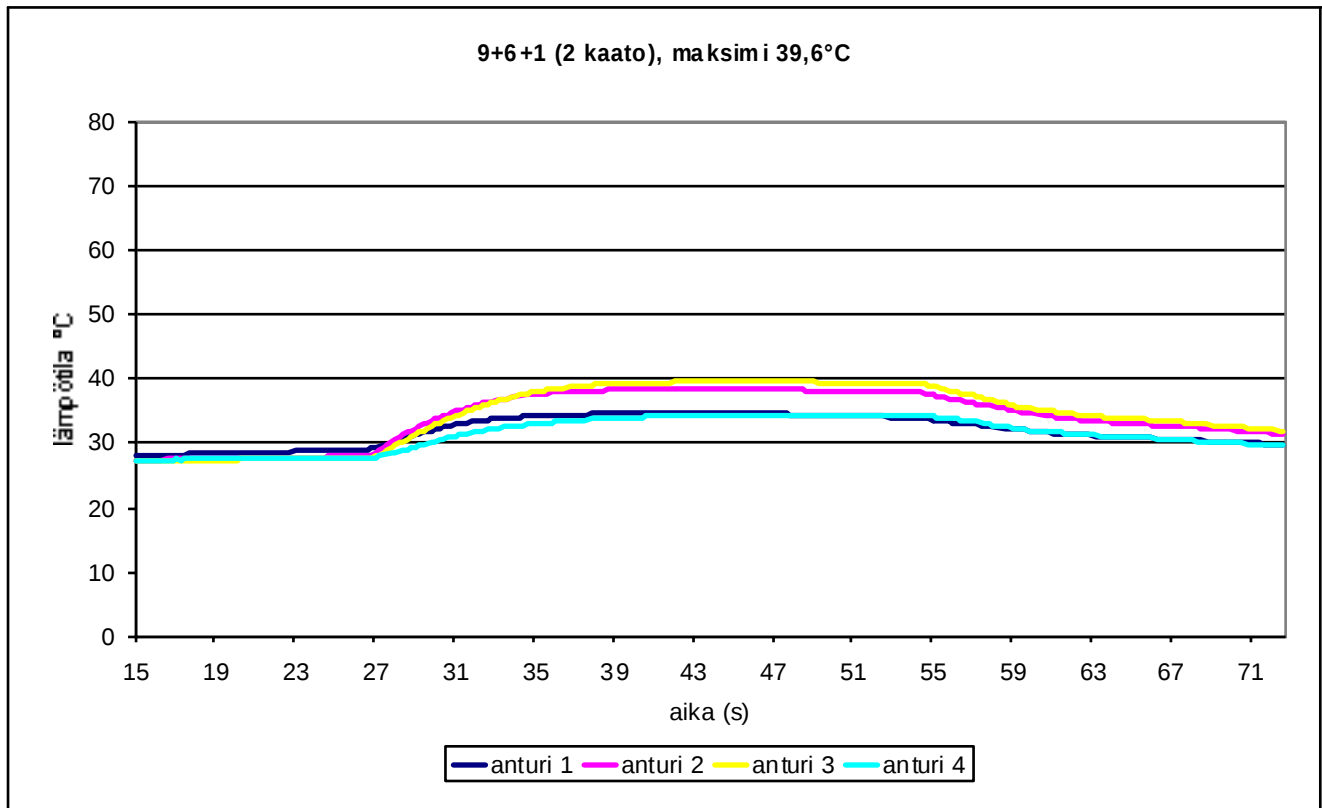
Taulukko 5. Jatkotesteihin valitut materiaaliyhdistelmät (ka, min, max)

<i>näyte</i>	<i>materiaali</i>	<i>ka</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>sulan lämpötila (°C), ka</i>
7+1	suojavaate + alusvaate trikooneulos	84,1	74,7	93,4	914
7+2	suojavaate + alusvaate pikeneulos	53,7	72,2	93,4	906
6+1	suojavaate + alusvaate trikooneulos	46,5	40,2	52,7	915
6+2	suojavaate + alusvaate pikeneulos	49,4	38,4	68,0	912
9 + 6 + 1	lisäsuojain + suojavaate + alusvaate trikooneulos	47,3	36,4	65,9	925
vertailu- kangas	suojavaate	84,9	74,5	96,0	904

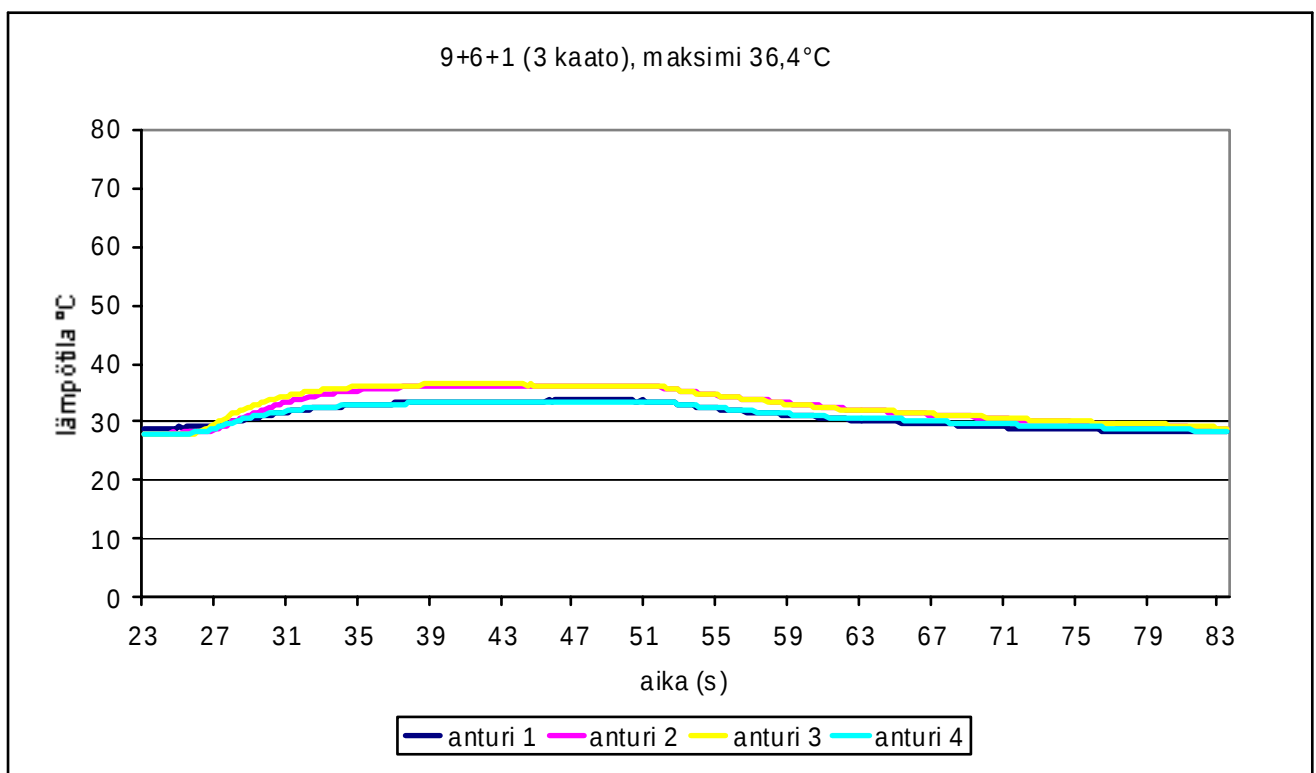
Lopullisia kangasmateriaalin valintakriteereitä olivat:

- 1) Alhainen lämpötila kangasmateriaalin alla (4 mittausanturin lämpötilan keskiarvo). Iholle kohdistuva lämpötila, olisi jäänyt 1-asteen tai 2-asteen palovamman muodostumiseen tarvittava lämpötilan alle.
- 2) Lämpötilan nousuun menevä aika.
- 3) Vähäinen vaurio kankaan pinnassa, sulan hylkivyyys, tarttumattomuus kankaan pintaan.
- 4) Materiaalin yleinen palokäyttäytyminen (ei jälkipaloa, ei voimakasta näytteen savuamista). Tulosta tarkasteltaessa otettiin myös huomioon kankaan ja ihon väliin jäävä ilmatila, koska tätä testimenetelmää käyttäen materiaalinäytteet olivat kiinni

toisissaan. Todellisessa käyttötilanteessa materiaalien väliin jää ilmaa, joka vähentää iholle kohdistuvaa lämpötilaa. Kuvat 24-25 valitun kangasmateriaalin kahden sulakaadon tuloksia.



Kuva 24. 3-kerrosyhdistelmä, kaato 1. Lisäsuojain-, suojavaatetus- ja alusvaatetusmateriaali



Kuva 25. 3-kerrosyhdistelmä, kaato 3. Lisäsuojain-, suojavaatetus- ja alusvaatetusmateriaali

6.6 Suojainselvitys

Eri valmistajilta ja maahantuojilta valittiin soodatesteihin erilaisia visiirimateriaaleja, silmiensuojaimia ja suojakäsineitä valmistajien antamien teknisten tietojen perusteella. Kasvojensuojaimissa tarkasteltiin erityisesti sivuosan suojausta, joka ei kuitenkaan saa olla työasentoja haittaava mm. päätä käännettäessä tai sularännejä rassatessa, sekä suojausta myös alhaalta tulevilta roiskeilta.

Taulukossa 6 on esitetty eri visiirimateriaaleissa käytettyjen polymeerien sulamislämpötiloja.

Taulukko 6. Visiirimateriaaleja ja niiden sulamislämpötila (22)

<i>visiirimateriaali</i>	<i>polymeerin sulamislämpötila (°C)</i>
polyamidi	172-265
polykarbonaatti	220-250
selluloosa-asetatti	300, esterillä 230, ei ylläpidä palamista, ei kestä lipeitä

Työterveyslaitoksen suojainlaboratoriossa testattiin loppuvuodesta 2005 suojainten kemikaalisulan kesto. Testeihin valittiin tehtailla käytössä olevia suojaimia, markkinoilla olevia suojaimia sekä valmistajien kehittämiä uusia tuotteita (taulukko 7).

Suojainten sulakaatotestissä sulan lämpötila oli 920 °C (860-1000 °C), sulan määrä oli keskimäärin 40 g (23 g - 51 g).

Taulukko 7. Testeissä testattiin seuraavanlaisia suojaimia

<i>suojaintyyppi</i>	<i>kappalemäärä, kpl</i>	<i>materiaali</i>
suojakäsineet	6	kevlar, haljasnahka, pintanahka
suojalasit	5	polykarbonaatti, selluloosa-asetatti, kovetettu polykarbonaatti
kasvojensuojaimet	7	
visiirit	5	
kypärät	2	polykarbonaatti, kovetettu polykarbonaatti

Suojakäsineistä parhaiten suojasivat pintanahkasta valmistetut suojakäsineet. Mutta myös käsineiden terenauhojen tulee olla sulankestävää materiaalia. Yksikerros-

materiaalista valmistetut käsineet eivät antaneet riittävää suojaa roiskeilta.

Parhaimman suojan antoivat käsineet, joissa oli eristäväkerros sekä kuuman kestävä vuorimateriaali.

Naamiomallisten silmiensuojainten linssit ja kasvosuojusten visiirit olivat erilaisia muovimateriaaleja. Visiirit oli valmistettu mm. asetaatista, polykarbonaatista ja kovetetusta polykarbonaatista. Suojalaseista ja kasvojensuojaimista suojasivat parhaiten kovetetusta polykarbonaatista valmistetut suojaimet. Visiirien lisäosien kestävyys tulee tarkastaa, sillä sulakaadoissa visiirien lisäosat sulasivat tai joissakin tapauksissa syttyivät tuleen. Samoin testattujen silmiensuojainten kuminauhat tai kehikot eivät kestäneet sularoiskeita vaan niiden materiaalit sulivat. Testeissä parhaiten sularoiskeita kestivät silikonireunaiset silmiensuojaimet. Testeissä testatun kypärä-kuulonsuojainyhdistelmän kuulosuojainten tiivisterengas syttyi tuleen.

Sulakaatotestien mukaan markkinoilta saatavien suojainten lisäosien sulankestävyys tulee tarkistaa myyjältä ja myyjän tai valmistajan tulee antaa yksityiskohtaiset materiaalitiedot tuotteistaan, jotta suojainten soveltuvuus käyttöön voidaan tarkistaa. Testien mukaan tuotekehitystä suojainten osalta tarvitaan edelleen, tai ainakaan tässä tutkimuksessa ei löydetty markkinoilta maksimisuojauksen antavaa suojainta, sillä suojainten lisäosat eivät kestäneet emäksistä kuumasulaa.

6.7 Suojavaatteen mallin kehittäminen

Haastattelujen ja kyselyjen tulokset sekä sattuneet tapaturmat otettiin huomioon suunnittelussa. Suunnittelun aluksi listattiin vaatimukset vaatemallille ja sen yksityiskohdille taustatietojen perusteella:

- suojaus kuuman kemikaalisulan roiskeilta
- kaulan alueen suojaus
- nilkan alueen suojaus
- vaatetuksen soveltuvuus sekä valvomotyöhön että kierrokselle
- yhteensopivuus muiden suojainten kanssa

Valvomokäytössä oleva suojavaate todettiin pääosin mallillisesti ja mallin yksityiskohdiltaan soveltuvaksi soodakattilatyöntekijän työhön, jos kaulan alueen suojausta parannetaan. Lisäksi suojavaatteen materiaali tulee olla ehdottomasti

paremman suojan antava kuin nyt käytössä oleva materiaali. Samoin materiaalin tulee olla teollisenpesun kestävä.

Parannusehdotukset nykyiseen malliin olivat:

- kaulus: korkeampi/käännettävä kaulus, ylös asti suljettava
- radiopuhelin tasku: taskun mallin ja kiinnityksen edelleen kehittäminen, puhelimen pysyvyys taskussa myös eri työasunnoissa
- lahkeen suut: vahvistettu lahkeen alue

Mallinsuunnittelun aikana kerättiin tehtailta vielä yksityiskohtaista tietoa käytettävistä radiopuhelimista taskujen suunnittelua varten, koska kyselyssä ilmeni, etteivät vaatteiden taskut olleet sopivan kokoisia tehtailla käytössä oleville radiopuhelimille (Taulukko 7).

Materiaalien valinnassa jouduttiin tekemään kompromisseja tarvittavien ominaisuuksien suhteen, asettaen tärkeimmäksi kriteeriksi materiaalin suojaavuuden sularoiskeilta, ratkaisu ei ole edullisin tarkasteltaessa esimerkiksi materiaalin hankintahintaa.

Taulukko 7. Tehtailla käytössä olevien radiopuhelimien mittoja

<i>tehdas</i>	<i>pituus (mm)</i>	<i>leveys (mm)</i>	<i>syvyys (mm)</i>	<i>anteenin sijainti, pituus (mm)</i>	<i>paino (g)</i>	<i>muuta huomioitavaa</i>
1	190	60	35	keskellä puhelimen yläosaa, 60	560	puhelimeen kiinnitetään johto kuulokkeita varten
2	160	65	55	ylhäällä, 80	424	käytössä kuuloke/mikki
3	190	60/65	35/45	päällä keskellä, 70	500	toimii kuulosuojainten ja mikin kanssa

3-kerrosvaatetus

Suojavaatetus suunniteltiin kolmikerrosvaate-ratkaisuksi, jotka valmistetaan materiaalitestien tulosten perusteella parhaiten suojaavista materiaaleista. Malli koostuu alusvaatetuksesta, suojavaatetuksesta ja lisäsuojaimesta. Lisäsuojain suunniteltiin käytettäväksi työtehtävissä, jossa tarvitaan eniten suojausta kuumilta roiskeilta mm. sularänneillä. Lisäsuojain laitettaisiin päälle kierrokselle mentäessä ja valvomossa pidettäisiin vain suojavaatetusta. Kolmikerros ratkaisu antaa huomattavasti paremman suojan kuumia roiskeita vastaan kuin nyt käytössä oleva työ/suojavaate. Perusvaatetuksen käyttöaikaa voidaan lisätä, jos pahimmalta altistumiselta suojautumiseen käytetään lisäsuojaa. Mallin suunnittelussa pyrittiin ratkaisemaan kriittisten alueiden suojaus kuten kaulan, käsivarsien, etuosan sekä sivun alueen suojaus.



Kuva 26. Vaatetuksen protomalli, lisäsuojain ja suojavaateus

6.7.1 Materiaalit

Koekäyttövaatetuksen materiaaliksi valittiin materiaalitestien perusteella seuraavat materiaalit

- alusvaate: Magnum 55 % Protex, 45 % puuvilla, 205 g/m²
- suojavaate: Argos 50 % palosuojattu viskoosi, 30 % villa, 17 % polyesteri, 3% R-Stat, 345 g/m²
- lisäsuojain: 30 % Kevlar(R), 70 % Panox(R), alumiinipigmentoitu silikonisively, 340 g/m²

6.7.2 Palaute koekäyttöpuvuista - Käyttökysely

Koekäytön aikana pyydettiin koekäyttäjää raportoimaan seuraavista asioista: vaatetuksen käyttöaika, työvuorojen lukumäärä, kuvaus työtehtävästä, sekä arvostelemaan vaatekokonaisuuden toimivuutta (lisäsuojain, suojavaate, alusvaatetus). Vaatekokonaisuuden toimivuutta pyydettiin arvioimaan asteikolla: 5= toimii erittäin hyvin, 4= toimii hyvin, 3, 2, 1=ei toimi.

Vaatetuskokonaisuuden hengittävyys oli yksittäisen vastaajan mielestä parempi kuin aikaisemmalla vaatetuksella, kuumien roiskeiden kesto, soveltuvuus työtehtävään ja vaatekerrosten välinen kitka arvioitiin hyväksi kuten myös ja vaatekerrosten toimivuus yhdessä.

Lisäsuojaimen ominaisuudet kahden koekäyttäjän mielestä olivat: puettavuus ja riisuttavuus hyvä, kuten myös toimivuus eri työliikkeissä, suojaavuus roiskeilta, kaavoitus, lisäsuojaimen pituus, istuvuus ja väljyys, hihojen pituus, kauluksen malli.

Takin ominaisuuksista erittäin toimivaksi arvioitiin toimivuus eri työliikkeissä kierroksella, takin suojaavuus, kauluksen suojaavuus, kauluksen malli, sekä kauluksen tuntu ihoa vasten. Takin materiaalin tuntu ihoa vasten arvioitiin mukavaksi. Toimivuus aluspaidan ja lisäsuojan kanssa arvioitiin hyväksi. Takin taskujen ja niiden paikkojen suhteen mallin yksityiskohtiin toivottiin muutosta. Kaavoituksellisia muutoksia toivottiin takin pituuteen, takin istuvuuteen ja väljyyteen. Palautetta tuli koon myös sopivuudesta ja vaatteen kutistumisesta pesussa.

Vaatetus on edelleen koekäytössä kolmella eri tehtaalla ja palaute kerätään myöhemmin ja tieto tuloksista välitetään protomallien valmistajalle tuotteen edelleen kehittelyä ja laajempaa koekäyttöä varten.

6.8 Suojainten kehittäminen

Tulosten perusteella kaulan ja kasvojen alueen suojaus todettiin osittain puutteelliseksi. Siksi hankkeen puitteissa otettiin yhteyttä suojainvalmistajiin ja keskusteltiin kasvosuojainmallin kehittämisestä vastaamaan tehtaiden tarpeita.

Mukana olivat Euromaski Oy Raumalta ja Scott Safety Vaasasta. Lisäksi Euromaski Oy:n kasvosuojaimen suunniteltiin kaulan alueen lisäsuojain.



Kuva 28. Kasvonalueen ja kaulan suojaus



Kuva 29. Visiiri

Kasvosuojainten mallikappaleen valmisti Euromaski Oy (visiiri + kehikko) ja hengityksensuojaimen toimitti Scott Safety Oy. Lisäksi kasvosuojaimen toteutettiin kaulaa suojaava erillinen lisäsuojain (ei kuvassa). Mallikappale valmistettiin silikonipinnoitetusta materiaalista Työterveyslaitoksella.

Lisäksi Scott Safety Oy kehitteli edelleen tutkimuksen tulosten perusteella sivuosaa paremmin suojaavan visiirin.

7 Pohdinta

Kuumalle kemikaaliroiskeille altistuminen aiheuttaa työntekijöille merkittävän työturvallisuusriskin ja sattuneet tapaturmat yrityksille huomattavia taloudellisia menetetyksiä. Suojautuminen perinteisillä henkilönsuojainratkaisuilla ei ole riittävää, vaan etenkin vaikeimpiin tilanteisiin tarvitaan erikoismateriaaleja ja -ratkaisuja. Ongelmaa on käsitelty vain vähän kirjallisuudessa eikä valmiita toimivia suojausratkaisuja löydy.

Suojaus tulisi aina suunnitella kokonaisvaltaisesti lähtien perusteellisesta riskinarvioinnista eri työpisteissä. Suojautumisratkaisut tulee suunnitella työturvallisuusperiaatteiden mukaan, jolloin ensin toteutetaan vaaran poistaminen teknisin keinoin. Hankkeen aikana tulikin ehdotuksia työpisteisiin teknisesti toteutettavien roiskesuojien kehittämiseksi, kuten läpinäkyvien pleksien rakentaminen. Myös uudistettaessa soodakattiloita voidaan vaaroja vähentää teknisesti.

Kun soodakattilatyöntekijöille sattuu kuuman kemikaalisulaseosroiskeiden aiheuttamia työtapaturmia, pidetään tilanteita usein ennalta-arvaamattomina. Kokeneiden työntekijöiden mielestä tulevan prosessin häiriötilanteen tilanteen voi joissakin tapauksissa kuulla esim. prosessin ja sularännin äänestä. Jos tämä on mahdollista, osaan vaaratilanteista voitaisiin varautua ennakolta kouluttamalla työntekijöitä tuntemaan prosessin kulku. Motivaatiota tähän varmasti löytyy, sillä tutkimuksen aikana tuli esille työntekijöiden huoli omasta työturvallisuudesta ja käytössä olevan vaatetuksen ja muiden suojainten huonosta suojauksesta roiskeilta.

Myös hengityssuojainten käyttötarve tulisi arvioida. Viimeisen vuoden aikana sattui yksi tapaturma, jossa työntekijä oli saanut myrkytyksen kemikaalivuodosta. Hänellä ei ollut käytössään hengityksensuojainta.

Suunniteltua vaikeamman hakuprosessin jälkeen tekniseen käyttöön tarkoitetuista materiaaleista löytyi materiaaleja, jotka antavat riittävän suojan. Tiiveinä ja raskaina materiaaleina ne eivät kuitenkaan sovellu jatkuvaan käyttöön, vaan niiden käyttöä tulee rajoittaa tapaturmavaarallisimpiin työvaiheisiin. Yrityksissä tarvitaan määrääjain toteutettavia motivointikampanjoita, jotta lisäsuojia muistetaan käyttää.

Myös testausmenetelmä osoittautui vaikeasti toistettavaksi. Mm. näytteelle kaatuneen sulan lämpötilaa ja määrää oli vaikea pitää vakiona. Soodakattilalta kiinteässä muodossa saatu kemikaali voi reagoida säilytyksen aikana, mikä voi vaikuttaa tulokseen. Tutkimuksessa kehitetty kalorimetrinen lämpötilan mittaussuunnitelma antaa uuden ja realistisemman mittaussuunnitelman materiaalien testaamiseen kuumia roiskeita vastaan.

Tutkimusprosessin edistymistä alkuperäisen suunnitelman mukaan haittasivat työseisokit suunniteltujen työpaikkakäyntien ja työntekijöiden haastattelujakson aikana. Lisäksi materiaalin löytyminen vei odotettua enemmän aikaa, samoin koska suunniteltu uusi vaatekokonaisuus haluttiin toteuttaa konkreettisesti, jolloin protomallin valmistaminen/valmistuttaminen vuokraus/pesulayrityksen toimesta vei odotettua enemmän aikaa. Lisäksi tutkimushankkeessa katsottiin tarpeelliseksi toteuttaa työntekijöitä konkreettisesti neuvova opas suojautumisesta, mikä ei kuulunut alkuperäiseen suunnitelmaan.

Kangasmateriaaleissa on tapahtunut uusien tekniikoiden käyttöönoton ansiosta hyvää kehitystä viime vuosina. Markkinoille on tullut ns. "high tech" materiaaleja ja älymateriaaleja. Tulevaisuuden ajankohtaisia tuotekehitys aiheita ovat ns. älykkäät materiaalit, joissa materiaali on valmistettu niin, että se voi reagoida ulkoapäin tulevaan ärsykkeeseen kuten kuumuuteen ja lisätä suojausta tarpeen mukaan. Materiaaleja on jo kehitetty erilaisiin vaatetusteknisiin sovellutuksiin ja niitä on markkinoilla mm. urheilupuolen tuotteissa. Onkin odotetavissa, että tällaiset materiaalit tulevat pian laajempaan käyttöön myös työ- ja suojavaatetuksessa.

Ainakaan vielä kuumatyöhön tarkoitettujen suojavaatemateriaalien emäksisen kemikaalisulan kesto-ominaisuus ei sisälly standardien mukaisiin testeihin, vaan tähän erikoistarkoitukseen, samoin kuin esimerkiksi kemikaaliyhdistelmiltä suojaavat suojavaatteet ja suojaimet tulisi testata erikseen ja näin ollen varmistaa niiden soveltuvuus käyttötarkoitukseen.

8 Yhteenveto ja johtopäätökset

Soodakattilatyössä on vaarana altistua sulan aiheuttamille työtapaturmille. Tapaturma ja tilanneselvitykset osoittivat, että soodakattilatyöntekijöille on sattunut kuuman kemikaalisulan aiheuttamia vakavia palovammoja ja vaaratilanteita normaalin työkierroksen aikana, mutta erityisesti prosessin poikkeustilanteissa esim. veden päästessä tulipesään sekä prosessin ylös- ja alasajon yhteydessä. Haastattelujen perusteella työntekijöille sattuu myös pieniä sulan aiheuttamia palovammoja, jotka ovat ikäviä työntekijöille, mutta eivät näy tapaturmatilastoissa. Tapaturmatilaston mukaan valtaosa kirjatusta tapaturmista on sattunut poikkeustilanteiden aikana mm. korjaustöitä tehneille työntekijöille.

Eri selluteollisuuden tehtaissa henkilönsuojainten käyttö ja taso oli hyvin kirjavaa. Käytössä oli sekä työvaatteita sekä standardien mukaisia suojavaatteita. Nykyisin työ- ja suojavaatteissa käytetyt kangasmateriaalit eivät anna kuitenkaan riittävää suojaa kuumilta emäksisiltä kemikaaliroiskeilta. Myöskään muiden käytössä olevien suojainten suojaustaso ei ollut aina riittävä. Työntekijöille sattuu edelleen silmiin kohdistuvia tapaturmia, vaikka silmiensuojaimia käytetään lähes sataprosenttisesti. Silmätapaturmariskiä voidaan pienentää käyttämällä tiiviimpiä naamiomallisia silmiensuojaimia. Parhaiten koko pään alueen suojaus saavutetaan käyttämällä huppumallista kasvojen alueen suojainta, joka suojaa sekä silmien että kasvojen alueen ja siinä on tarvittaessa hengityksensuojain. Tällöin myös huppumateriaalin tulee olla kuumaa kemikaalisulaa kestävä materiaalia. Valinnassa tulee huomioida, että visiiri suojaa silmiä myös sivusta ja alhaaltapäin tulevilta roiskeilta. Myös jalkojen ja nilkkojen alueen suojaus tulee huomioida samoin kuin hengityksensuojainten käytön tarpeellisuus tulisi selvittää.

Tutkimuksessa suunniteltu ja kehitetty 3-kerros suojavaatekokonaisuus koettiin koekäytössä toimivaksi. Materiaaliselvitysten ja testausten avulla löydetty materiaali todettiin käyttökelpoiseksi ja koekäyttäjien antama palaute oli erittäin positiivinen varsinkin materiaalin mukavuuden osalta ja kauluksen mallin suojaavuuden osalta. Koekäytön aikana sattui yksi "läheltä piti" -tapaturma, jossa suojavaate-alusvaateyhdistelmä oli antanut työntekijälle riittävän suojan.

Soodakattiloiden työolot vaihtelevat riippuen kattilan iästä. Uusimmilla kattiloilla haitta- ja vaaratekijät ovat vähäisempiä. Tarvittava suojaustaso tuleekin valita työpaikalla tehtävien vaarojen kartoituksen ja riskin arvioinnin mukaan. Turvallisuus ja käyttömukavuus ovat tärkeitä tekijöitä valittaessa työ- tai suojavaatetusta. Mikäli palovammariskiä ei teknisillä torjuntatoimenpiteillä voida vähentää, tulee soodakattilalla käytettävän vaatetuksen olla monikerrosvaatetus. Myös muille vaara-alueella työskentelevillä kuten alihankkijoilla erilaisten kunnossapito- ja huoltotöiden aikana tulee olla käytössä kuumilta roiskeilta suojaava suojavaatetus, kun on riski altistua sulalle kemikaalille.

Markkinoilta ei ollut saatavilla tutkimuksen aikana tarpeeksi toimivaa päänaalueen suojainta, jossa olisi samassa suojainyhdistelmässä suojakypärä, kuulosuojaimet ja hengityksensuojain raitisilmalaitteella. Jatkossa tuotekehitystä tarvittaisiin käyttömukavan pääna alueen yhdistelmäsuojaimen saamiseksi soodakattilatyöhön.

Työntekijät halusivat lisätietoa työn vaaratekijöistä ja eri aineille altistumisesta ja sen vaikutuksesta omaan terveyteensä. Tärkeä osa suojautumista ovat oikeat työtavat, suojainten oikea käyttö ja käytön motivointi. Työntekijöille tulee antaa opastusta oikeista työtavoista sekä opastaa suojainten oikeanlaiseen käyttöön altistumisen pitämiseksi mahdollisimman pienenä. Opastus tulisi uusien kampanjatyyppeistä määrääjien. Osana tutkimusta on myös valmistumassa työntekijöille tarkoitettu opas oikeanlaisesta suojautumisesta ja käytön tärkeydestä.

Raportin liitteeksi 1 on koottu suojavaatteen ja suojainten valintakriteeristö suojainten valinnan tueksi soodakattiloille.

Viitteet

1. European Council Directive; 89/686/ EEC. Official Journal of the European Communities. 30.12.1989. (Suomen säädöskokoelma; Valtioneuvoston päätös henkilösuojaimista, N:o 1406.)
2. European Standard EN 374. Protective gloves against chemicals and micro-organisms. Part 1: Terminology and performance requirements. European Committee for Standardization, rue de stassart, 36-1050 Bruxelles
3. European Standard EN 407. Protective gloves against thermal risks (heat and/or fire). European Committee for Standardization, rue de stassart, 36-1050 Bruxelles
4. European Standard EN 420. Protective gloves. General requirements and test methods. European Committee for Standardization, rue de stassart, 36-1050 Bruxelles
5. European Standard EN 470-1. Protective clothing for use in welding and allied processes. Part 1: General requirements. European Committee for Standardization, rue de stassart, 36-1050 Bruxelles
6. European Standard EN 531. Protective Clothing. Protective clothing for workers exposed to heat. European Committee for Standardization, rue de stassart, 36-1050 Bruxelles
7. Finlex, Työturvallisuuslaki 738/2002
8. Haudek Werner, Viti Erna. Textilfasern. Melliland Textilberichte KG: ISBN 3-87529-018-6
9. Henkilönsuojaimet työssä. Työterveyslaitos, Työturvallisuuskeskus, Sosiaali- ja terveysministeriö. 4. uudistettu painos, 134 s., ISBN 951-802-376-X, Helsinki 2001.
10. <http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit>
11. <http://www.ttl.fi/internet/ova/index.html>
12. Hongy T., Phillips G.O., Takigami M. New milleneum fibers. Woodhead Publishing Limited, England 2005.
13. Käsien suojaus. Työterveyslaitos, Työsuojeluhallitus. Helsinki 1988.
14. Machatschke Rolf, Doneit Britta, HKO Heat Protection Group. High temperature textiles. Technical Textiles. No. 3 August 2006.
15. Mäki Susanna, Koskinen Hanna, Mäkinen Helena. Protective clothing and other personal protective equipment (PPE) against high temperature liquid splashes for recovery boiler workers. Protective clothing - Towards Balanced Protection. 3rd European Conference on Protective Clothing (ECPC) and Nokobetef 8. Poland, Gdynia 10-12.5.2006. Warszawa 2006. p.102 (pages 117)
16. Mäkinen Helena, Karkkula Sanna, Jaakkola Kirsi. Suojavaatetus soodakattilan kemikaalisulan roiskeita vastaan. Työterveyslaitos, 15.8.2003.

17. Mäkinen H, Karkkula S, Mäki S, Koskinen H. Protecting recovery boiler workers against hot chemical splashes. In: Podgórski D, Majchrzycka K, Pleban D, editors. Proceedings of the International Conference. Research and standardization in the field of development and use of personal protective equipment; 2005 Sep 12-14; Cracow. Warsaw: Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy; 2005: p. 329-33.
18. Mäkinen Helena, Nieminen Kalevi, Mäki Susanna, Isopahkala Sirkku. Development of a test method against hot alkaline chemical splashes. Protective clothing - Towards Balanced Protection. 3rd European Conference on Protective Clothing (ECPC) and Nokobetef 8. Poland, Gdynia 10-12.5.2006. Warszawa 2006. p.21 (pages 117)
19. prEN ISO 11612:2002, Protective clothing -Clothing to protect against heat and flame. pp 23. CEN, European Committee for Standardization, rue de stassart, 36-1050 Bruxelles
20. Ryyänen Tiia, Kallonen Raija, Ahonen Eino. Palosuojaatut tekstiilit-ominaisuudet ja käyttö, VTT, Espoo 2001
21. Stoll, A.M., Chianta, M.A. Method and Rating System for Evaluation of Thermal Protection. Aerospace Medicine 40, 1969, 1232-1237.
22. Tammela Viljo, Polymeeritiede ja muoviteknologia. Osa II, 519. Helsinki 1990
23. Tapaturman/vaaratilanteen tutkimuspöytäkirja, Sellutehdas/Lipeälinja, pvm. 19.12.2002. StoraEnso Oyj.
24. Vaaratilanneilmoitus/-tutkimus, Havaintonumero: 102105, pvm. 27.04.2004. UPM-Kymmene Oyj, Wisaforest.
25. Vakanssin olosuhdekuvaus, 23.09.2005. Voimalaitos, osastotason työolosuhdetiedot. Oy Metsä-Botnia Ab.
26. Valtioneuvoston päätös 1406/1993 henkilönsuojaimista.
27. Valtioneuvoston päätös 1407/1993 henkilönsuojaimien valinnasta ja käytöstä.
28. www.forest.industries.fi
29. www.knowpulp.com
30. www.metsabotnia.com
31. www.tsr.fi

Liitteet

1. Suojavaatetuksen ja suojainten valinta soodakattilatöihin
2. Kysely esimiehille ja työsuojeuvastaaville vaatetuksesta ja suojautumisesta
3. Kysely työntekijöille vaatetuksesta ja suojautumisesta
4. Käytössä olevia suojavaatteita ja suojaimia, työasentoja sekä suojainten käyttötilanteita
5. Protective clothing and other personal protective equipment (PPE) against high temperature liquid splashes for recovery boiler workers (poster)

Liite 1.

Suojavaatetuksen ja suojainten valinta soodakattilatöihin

1. Suojavaatetuksen ja suojainten hankintakriteeristö

Suositus soodakattilatyöntekijöiden suojavaatteiden ja suojainten hankintakriteereiksi:

1.1 Suojaimia sisäänostaessa tulisi valinnassa ottaa huomioon:

Suojavaate

malli:

- kauluksen suojaavuus roiskeilta, korkea ja suojaava kaulus, ylös asti suljettava
- kiinnitys helposti ja nopeasti suljettava ja avattava
- ranteen ja lahkeenalueen suojaavuus roiskeilta
- radiopuhelimen tasku, taskun ja puhelimen mittojen tarkistus
- tuuletusmahdollisuus?

materiaalin vaatimukset

- suojaus kuumalta emäksiseltä kemikaalilta, vaikeasti syttyvä materiaali, lämpötilan kesto 800-1100 °C

- seoksen koostumus vaihtelee tehtaittain, seos esim.

natriumhydroksidi (NaOH),

natriumsulfidi (Na₂S), sekä

epäorgaanisia ja orgaanisia aineksia.

natriumsulfaattia (Na₂SO₄)

natriumkarbonaatti

alusvaatetus:

- vaikeasti syttyvä ja sulamaton alusvaatetus lisää vaatetuksen kokonaissuojausta huomattavasti
- materiaali: esim.

Suojakäsineet

malli:

- käsineen varren tulee olla riittävän tiivis, etteivät kipinät pääse hihansuusta sisään (varsi tarpeeksi ihon myötäinen, ei liian löysä, muttei saa haitata pukemista)
- varren tulee olla tarpeeksi pitkä, jotta koko ranteen alue yhdessä hihan kanssa tulee suojatuksi

- huom. kankaiset näppylähanskat eivät ole suojakäsineitä ja ne eivät suojaa kuumilta kemikaaliroiskeilta.

- kuumilta sularoiskeilta suojauksen lisäksi suojaus kontakti- ja säteilylämmöltä, jos tarpeen.

materiaali:

- esim. paksu haljasnahka ja kuumalta eristävä vuorikerros

- huomioi myös käsineessä olevien muiden lisämateriaalien esim. terenauhojen sulan kestävyys

Silmien- ja kasvojensuojaimet

malli:

- silmien ja kasvojen alueen kokonaisvaltainen suojaus kipinöiltä, visiirin suoja-alue laaja (ei saa haitata työliikkeiden tekemistä)

- suojaus myös alta ja sivusuunnasta tulevilta roiskeilta. Pelkkä visiiri ei suojaa joissakin työpisteissä myös alhaaltapäin tulevilta roiskeilta!

- visiirin tulee olla 150 mm syvä

materiaali:

- visiirin materiaali esim. polykarbonaattia, paksuus ainakin 1,5 mm

muuta huomioitavaa:

- jos työntekijät käyttävät silmälaseja ja tarvitsevat työssään silmiensuojaimia, kannattaa suojalasit hankkia työntekijän omilla vahvuuksilla

- silmiensuojaimia käytetään usein muiden suojainten kanssa, jolloin on varmistettava, että suojaimet asettuvat hyvin kasvoille eivätkä heikennä toistensa suojausominaisuuksia

Kypärä - päänsuojaus

malli:

- kypärämalli kannattaa valita niin, että siihen voidaan myös kiinnittää kuulonsuojaimet ja kasvojensuojain sekä radiopuhelimen kuuloke

materiaali:

- tarkista materiaalin sulan kesto valmistajalta tai myyjältä

muuta huomioitavaa:

- jos työpisteissä ahdasta ja vaarana pään osuminen mm. tolppiin, peruuttaessa hankalissa ja ahtaissa paikoissa tarvitaan kypärä tai kolhukypärä

Kuulonsuojaimet

malli:

- jos käytössä on myös kypärä, tulisi kuulonsuojainten olla myös kypärään kiinnitettävä malli

- kuulonsuojissa tulisi tarvittaessa olla radiopuhelimen kuuloke

- tarkistettava kuulonsuojainten vaimennuksen riittävyys

materiaali:

- tarkista materiaalin sulan kesto valmistajalta tai myyjältä

huolto:

- säännöllinen huolto ja tiivisterenkaan vaihto määräajoin uuteen

Turvajalkineet - kuumansuojajalkineet

malli:

- nilkan alueen suojaus

- läpällä suojattu vetoketju nauhojen sijaan

- jalkineen pohja kuvioitu ja valmistettu pehmeästä ja pitävästä materiaalista

materiaali:

- nahka tai muu kuumilta sularoiskeilta suojaava materiaali

muuta huomiotavaa:

- sandaalit eivät suojaa sulilta roiskeilta, vaan kattilalla tulisi käyttää turvajalkineina kuumansuojajalkineita, jotka suojaavat nilkan alueen kuuman kemikaalisulan roiskeilta

- jos mahdollista, valvomoon valitaan erilliset kevyet valvomojalkineet ja kierrosta varten kuumansuojajalkineet (jos sularoiskeiden riski suuri)

Hengityksensuojaimet

tyyppi:

- kaasumaisia epäpuhtauksia: hengityksensuojain, jossa aktiivihiilisuodatin

- kaasumaisia, hiukkasmaisia epäpuhtauksia (huurut): hengityksensuojain, jossa aktiivihiili- ja pölysuodatin

- työn kuormittavuutta voidaan vähentää käyttämällä raitisilmapuhaltimella varustettua hengityksensuojainta

muuta huomiotavaa:

- työpaikoilla tulee selvittää hengityksensuojainten tarve ilman epäpuhtaus-selvityksen perusteella

Suojainten yhteensopivuus yhdessä ja muita suojainten valinnassa huomioon otettavia seikkoja

- eri suojainten yhteensopivuus
- kokojen saatavuus, myös jalkineiden ja suojakäsineiden pienien kokojen huomiointi

1.2 Suojainten käytön opastus

Työhön opastuksen yhteydessä työntekijöitä tulisi opastaa suojavaatetuksen ja suojainten oikeasta käytöstä ja suojainten rajoituksista, kuten ettei suojavaate voi aina antaa maksimisuojaa roiskeilta kaikissa tilanteissa.

Lämpökuormittumisen vähentäminen

Kuumassa työskennellessä elimistö kuormittuu ja ylimääräinen lämpö poistuu hien höyrystyessä iholta. Kuumuus voi laskea toimintakykyä. Työprosessi vaatii eristävän suojavaatetuksen ja suojaimet jotka vaikeuttavat liikalämmön poistumusta iholta ympäristöön ja siten lisäävät elimistön lämpökuormaa. (opas: Ilmarinen Raija, Opas kuumatyöhön. Työturvallisuuskeskus, 2006)

Työntekijöitä tulisi opastaa tuulettamaan vaatetusta aina kun se on mahdollista ja huolehtimaan nestetasapainosta. Lisäsuojain tulisi pukea päälle häiriötilanteissa ja silloin kun on odotettavissa, että ränneiltä on vaarana roiskua kuumaa sulaa.

1.3 Suojainten huolto

Suojainten kunto tulee tarkistaa säännöllisesti ja tarvittaessa ne vaihdetaan uusiin.

Kuulonsuojaimet

Kupusuojainten vaimennusteho voi laskea käytön seurauksena, kun sanko löystyy ja tiivisterenkaat kovettuvat. Kovettuneen tiivisterenkaat vaihdetaan uusiin.

Kypärät

Kypäriä ja kolhupäähineitä ei saa käyttää, jos kuoreen on kohdistunut voimakas isku, niissä on näkyviä hiushalkeamia tai sisäosat ovat vahingoittuneet. Muovin haurastuminen näkyy selvimmin lipan juuressa hiushalkeamina. Kuluneet, haurastuneet, vaurioituneet tai liasta pinttuneet sisäosat on vaihdettava uusiin.

Hengityksensuojaimet

Hnegityssuojainten toimintakunto tulisi tarkastaa jokaisen käyttökerran jälkeen ja säännöllisin väliajoin. Hengityksensuojainten tarkastukseen kuuluu liitosten tiiviiden, kasvo-osan, hihnastojen, venttiilien ja liitosletkujen tarkastus. Suojaimet tulee

säilyttää puhtaassa paikassa. Työvuoron jälkeen hengityksesuojaimen suodattimet säilytetään suojainten säilytyspussissa (muovipussi), jolloin ne ovat suojassa tehoa heikentäviltä tekijöiltä kuten pölyltä, kosteudelta, kuumuudelta, kylmyydeltä ja auringonvalolta.

2. Ensiapu, palo- ja syöpymävammat

Riskialtiimpien työpisteiden välittömässä läheisyydessä tulee olla hätäsuihkut.

Roiskeille altistuneet vaatteet riisutaan, mutta ihoon kiinni tarttuneita vaatteita ei saa repiä irti.

2.1 Palo- ja syöpymävammojen muodostuminen

Palovammat

Kuuman sulan roiskuessa iholle, palovammojen muodostumiseen vaikuttavat sularoiskeiden lämpötila ja määrä sekä kuuman kosketusaika.

Taulukko 3. Palovamman vakavuus ja ihon vaurio

<i>palovamman vakavuus</i>	<i>ihon kudoksen lämpötila</i>	<i>vaurio</i>
1 asteen palovamma	44 °C	ihon punoitus
2 asteen palovamma	55 °C	rakkulat, punoitus
3 asteen palovamma	yli 60 °C	valkoinen tai ruskea rupikerros

Kuumat 800-900 °C emäksiset roiskeet aiheuttavat nopeasti palovammoja läpäistessään ohuet vaatekerrokset tai tarttuessaan kankaan pintaan. Jollei vaatetta pystytä nopeasti riisumaan, pitenee altistumisaika kuumalle lisäten palovamman vakavuutta. Esimerkiksi 1 asteen palovamma syntyy, jos ihon kudosten lämpötila kohoaa yli 44°C. Vaurio pahenee, jos ihoa ei pystytä heti jäähdyttämään riittävän kauan.

Syöpymävammat

Mustalipeäroiskeet aiheuttavat riittämättömästi suojatulle iholle syviä haavaumia tai syövytysvammoja, jotka vastaavat 3. asteen palovammoja. Altistumisen jälkeen ihovaurio alkavaa muodostua heti, vaikka ärsytys saattaa alkaa tuntua iholla vasta myöhemmin. Vamman vakavuus riippuu liuoksen väkevyydestä. Lipeän imeytyessä

syvälle ihoon, se aiheuttaa tuskallisen kivun ja jälkikäteen sen vaikutusta on vaikea lievittää. Usein toistuvan ihoaltistumisen seurauksena voi ilmetä ihon halkeilua, kuivumista tai ihotulehdusta.

3. Suojainstandardit

Eurooppalaisilla harmonisoiduilla standardeilla selitetään Valtionneuvoston päätöksen VNp 1406 oleellisia turvallisuusvaatimuksia erityyppisiä vaaratekijöitä vastaan.

Kuumansuojavaatetus EN 531

Standardin EN 531 mukainen vaatetus suojaa työntekijää lyhytaikaiselta liekkikosketukselta, ja ainakin yhden tyypistä muuta kuumuusrasitusta vastaan. Tällainen suojavaate ei jatka palamista altistuessaan tulelle ja suojaa liekkikuumuudelta, lämpösäteilyltä ja sulalta metallilta liekkikuvatunnuksen yhteydessä annettujen luokitusten mukaan. Mitä suurempi on luokkanumero sitä parempi on suojaustaso. Kuvassa 4 on esimerkki kuumansuojavaatetuksen merkinnästä. Luokitukset on selostettu suojavaatteen käyttöohjeessa. Luokitukset:

A = liekin leviäminen, jälkipalamisaika, jälkihehkuaika

B = liekkikosketus (viisi eri luokkaa)

C = lämpösäteily, 20 kW/m² (neljä luokkaa)

Sulan metallin roiskeet:

D = alumiini (kolme luokkaa)

E = rauta (kolme luokkaa)

EN 531



A B1 C1 D1 E1

Kuva 4. Kuumansuojavaatetuksen merkintäesimerkki

Kuumansuojavaatetusstandardi EN 531 on uudistumassa kansainväliseksi standardiksi prEN ISO 11612 (9), johon on lisätty mm. materiaaleille lujuusvaatimuksia.

Hitsaajan suojavaatetus EN 470-1

Standardin EN 470-1 mukainen suojavaatetus suojaa työntekijää pieniltä sulan metallin roiskeilta, lyhytaikaiselta liekkikosketukselta sekä ultraviolettisäteilyltä. Standardin mukaista suojavaatetusta tulee käyttää hitsauksessa ja vastaavissa töissä. Tällaisessa suojavaatteessa on myös liekkikuvatunnus. Standardissa on myös mallivaatimuksia vaatetuksen yksityiskohdille kuten kaulan alueen suojaukselle, taskujen läpän mallille ja takin kiinnitykselle. (10)

Suojakäsineet

Suojakäsineissä oleva kuvatunnus kertoo millaisilta vaaroilta ne suojaavat. Kuumansuojakäsineet suojaavat käsiä tulen ja kuumuuden aiheuttavilta vaaroilta. Kuumansuojakäsineissä on merkintä EN 407 ja liekkitunnuskuva. Kuvassa 5 on esimerkki kuumansuojakäsineiden merkinnästä. Numero (1 - 4) tarkoittaa suojaustasoa seuraavilta haitoilta: palo-ominaisuudet, suojaus kosketuslämmöltä, liekkikuumuudelta-, lämpösäteilyltä-, hitsauskipinöiltä- ja sulametalliroiskeilta. Suurempi numero osoittaa suurempaa suojaustasoa. (4, 3)

EN 407



4 4 4 4 4 x

Kuva 5. Kuumansuojakäsineen merkintä (merkintä x tarkoittaa, ettei ominaisuutta ole testattu)

Kemikaalinsuojakäsineitä tulee käyttää käsiteltäessä vaarallisia kemikaaleja. Kemikaalinsuojakäsineiden pakkauksessa on suojausta kemikaaleilta osoittava kuvatunnus ja standardin EN 374 numero sekä mekaanista kestävyyttä osoittavat tasot numeroina. Merkinnän yhteydessä on kirjainkoodeilla ilmoitettu, millä standardinmukaisilla peruskemikaaleilla käsine on testattu. Kuvassa 6 on kemikaalinsuojakäsineiden merkintäesimerkki. Käsineiden kemikaalinläpäisy testataan huoneenlämpöisillä kemikaaleilla.



A B L

1. numero: hankauslujuus, 4 luokkaa
2. numero: viillonkestävyys, viisi luokkaa
3. numero: repäisylujuus, 4 luokkaa
4. numero: puhkaisulujuus, 4 luokkaa

Kuva 6. Kemikaalinsuojakäsineen merkintä, A
metanoli, B asetoni, L rikkihappo 95 %

Silmien ja kasvojen suojaimet

Silmiensuojaimia ovat sankamalliset ja naamiomalliset suojalasit, ja erilaiset kasvojensuojaimet. Kasvojensuojain muodostuu kehysosasta ja visiiriosasta. Silmiensuojain standardi EN 166 määrittelee optiset ja mekaaniset vaatimukset erimallisille silmiensuojaimille.

Sankamallisten suojalasien linssit voivat olla lasia tai muovia. Naamiomallisten linssit ja kasvosuojusten visiirit ovat erilaisia muovimateriaaleja. Visiirit ovat valmistettu mm. asetaatista, polykarbonaatista ja kovetetusta polykarbonaatista. Yleisesti lasilinssit kestävät kemikaaliroiskeita paremmin kuin muovilinssit. Polykarbonaatti materiaali suojaa parhaiten kuumalta kemikaalisulalta.

Hengityksensuojaimet

Hengityksensuojaimia tarvitaan hyvälaatuisen hengitysilman saamiseksi, kun työtehtävän aikana on vaara altistua vaarallisille ilman epäpuhtauksille. Suodatinsuojaimessa tulee olla kyseessä olevan vaaran suojaamiseen sopiva suodatintyyppi. Sopivat suodatintyypit määräytyvät käytettävien kemikaalien mukaan. (9)

Hengityksensuojaimia ovat ilman epäpuhtauksia suodattavia (suodatinsuojaimet) tai eristäviä suojaimia, joissa puhdasta ilmaa saadaan paineilmaverkostosta tai mukana kannettavista pulloista. Soodakattila työhön soveltuu esimerkiksi suodattava hengityssuojain, jonka kasvo-osa on huppu, koko- tai puolinaamari. Työskentely on helpompaa, jos suojain on puhaltimella varustettu (EN 12941, kypärään tai huppuun

yhdistetty puhallinsuojain ja EN 12942, kokonaamariin, puolinaamariin tai suukappaleeseen yhdistetty puhallinsuojain). Vyöllä pidettävä puhallin, joka on yleensä paristokäyttöinen, ja se syöttää ilmaa kasvo-osaan vähintään yhden suodattimen kautta. Suodatinsuojaimessa voi olla hiukkassuodatin (EN 143), kaasusuodatin tai näiden yhdistelmäsuodatin (EN 141).

Pelastautumiseen tulipaloista ja onnettomuuksien varalta on hyvä olla pakosuojaimia, jotka on yleensä suunniteltu suojamaan palojen ja räjähdysten yhteydessä syntyvältä hiilimonoksidilta, mutta ne eivät suojaa hapenpuutteenalta. EN 403 määrittelee huppuun yhdistetyn pakosuojaimen vaatimukset ja testausmenetelmät

Hengityksensuojaimissa tärkeää on toimivuus kuulonsuojainten ja muiden suojainten kanssa, joka voisi olla tarkoitukseen suunniteltu hengityssuojain-, kasvojensuojain-, kuulosuojainyhdistelmä.

Suojajalkineet

Ammattijalkineet luokitellaan kolmeen ryhmään, näitä ovat turvajalkineet, suojajalkineet ja työjalkineet. Turvajalkineissa on merkintä EN ISO 20345 (EN 345) ja niissä on varvassuoja (S). Suojajalkineissa on merkintä EN ISO 20346 (EN 346) ja niissä on kevyempi varvassuoja kuin turvajalkineissa (P). Työjalkineissa on merkintä EN ISO 20347 (EN 347), niissä ei ole varvassuojaa, mutta ne voivat olla mm. lämmöneristäviä (HI). P-merkintä osoittaa, että jalkine täyttää naulan läpäisevyydelle, C sähkönjohtavuudelle, A antistaattisuudelle, CI kylmäneristävyydelle ja E kannan energian absorptiolle asetetut vaatimukset. Palomiesten turvajalkineet on tarkoitettu sammutus- ja pelastustöihin. Ne suojaavat tulelta ja kuumuudelta ja niiden ulkopohja on kuumuuden kestävä. Kuumansuojajalkineiden tulee suojata mm. nilkan alue. Malliltaan sopiva jalkine on riittävän pitkällä varrella varustettu varsikenkä tai saapas.