



Työterveyslaitos

Työvaatetutkimuksen tuloksia

Työympäristön kehittäminen,
Suojautuminen ja tuoteturvallisuus
Mäki Susanna

Yhteistyökumppanit

- Suomen soodakattilayhdistys ry
 - Soodakattilayhdistyksen lipeätyöryhmä
- Sellutehtaiden soodakattilat
 - Oy Metsä-Botnia Ab, Kemi, Kaskinen, Rauma
 - Stora Enso Oyj, Oulu, Veitsiluoto
 - UPM-Kymmene Oyj, Kuusankoski, Pietarsaari
- Filtercon Oy, Rauma
- Työsuojelurahaston hanke nro 104375, v. 2005-2006

Työterveyslaitoksen tutkimusryhmä

Mäkinen Helena, tekn.tohtori, tiimipäällikkö

Mäki Susanna, apulaistutkija

Koskinen Hanna, laboratorioteknikko

Isopahkala Sirkku, tutkija

Karkkula Sanna, tutkija

Polvi Pasi, laboratorioteknikko

Nieminen Kalevi, tietojärjestelmäpäällikkö

Tavoite

Selvittää:

- soodakattilatyöntekijöiden tarvitsemat suojaimet
- työn asettamat vaatimukset suojaimille
- markkinoilla olevien suojainten ja suojavaatemateriaalien suojauskyky kuumaa kemikaalisulaa vastaan
- käyttäjien toiveet käytettävyydelle

Tavoite

- kehittää kangasmateriaalien testausmenetelmä
 - kuuma soodaroiske-testimenetelmä
- etsiä testausten perusteella parhaiten suojaava materiaali
- kehittää suojavaatteen mallia vastaamaan työntekijöiden ja työolojen tarpeita

Tutkimuksen taustaa

Kuuma kemikaalisula on aiheuttanut työntekijöille tapaturmia ja vaaratilanteita

- esim. vaatteet ovat syttyneet, aiheuttaen vakavia palovammoja
- onnettomuustilanteissa käytössä ollut palosuojatusta puuvillasta tai puuvilla/polyesteri-sekoitteesta valmistettu vaate ei ole antanut tarvittavaa suojasta
 - sularännien avaus
 - kunnossapitotehtävät
 - prosessin häiriötilanteet



Sattuneet tapaturmat

esim. vuonna 2001

- 2 vakavaa tapaturmaa
 - tukoksen avauksessa työntekijän päälle roiskui kuumaa kemikaalisulaa
 - työntekijöille aiheutui eriasteisia palovammoja
- 2 vakavaa ns. läheltä piti-tilannetta

LÄHDE: SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖ, TAPATURMASELOSTUSREKISTERI

Esimerkki sattuneesta tapaturmasta

"Sellutehtaan soodakattilalaitoksella prosessinhoitajalle sattui tapaturma, kun kuumaa mustalipeää roiskui prosessinhoitajan päälle. Roiskeet aiheuttivat palovammoja käsivartein, kaulaan ja kasvoihin. Vakavimmat vammat tulivat käsivartein.

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



Olisiko tapaturma voitu estää tai
lieventää, jos käytössä olisi ollut
paremmin suojaavat
henkilönsuojaimet?

Työturvallisuuslaki

- Työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajaa mm.
 - huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta
 - poistamaan vaara- ja hättatekijät
 - tai jos tämä ei ole mahdollista, korvaamaan ne vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla
 - huomioon on otettava mm. esiintyneet tapaturmat, ammattitaudit ja työperäiset sairaudet sekä vaaratilanteet sekä työn kuormitustekijät
- Työturvallisuuslaki velvoittaa myös työntekijää noudattamaan työnantajan antamia määräyksiä ja ohjeita

Työturvallisuuslaki

- Työntekijöiden, joilla on tulen tai kuumuuden aiheuttamia vaaroja työympäristössä, tulee käyttää suojavaatteita ja suojaimia, jotka täyttävät eurooppalaisen suojaindirektiivin perusvaatimukset (VNp 1406:93) ja ovat CE-merkittyjä

CE-merkintä

- Yleiset vaatimukset täyttävät suojaimet tunnistaa CE merkinnästä
- CE merkitty suojain täyttää eurooppalaisen suojaindirektiivin perusvaatimukset
 - CE-merkintä ei kuitenkaan tarkoita, että suojain välttämättä suojaa sularoiskeilta, vaan työnantajan tulee tarkistaa suojaus suojainmyyjältä



Suojavaatetus kuumatyössä, standardi EN 531

- vaatimusstandardia EN 531:1994
käytetään tulkitsemaan direktiivin yleisiä
vaatimuksia kuumassa
teollisuustyöympäristössä
- vaatetus suojaa työntekijää:
 - lyhytaikaiselta liekkikosketukselta + ainakin
yhden tyypistä muuta kuumuusrasitusta
vastaan (liekkikuumuus, lämpösäteily tai
sularauta tai -alumiini)
- standardissa ei huomioida suojautumista
kuumilta kemikaalisulalta !

EN 531



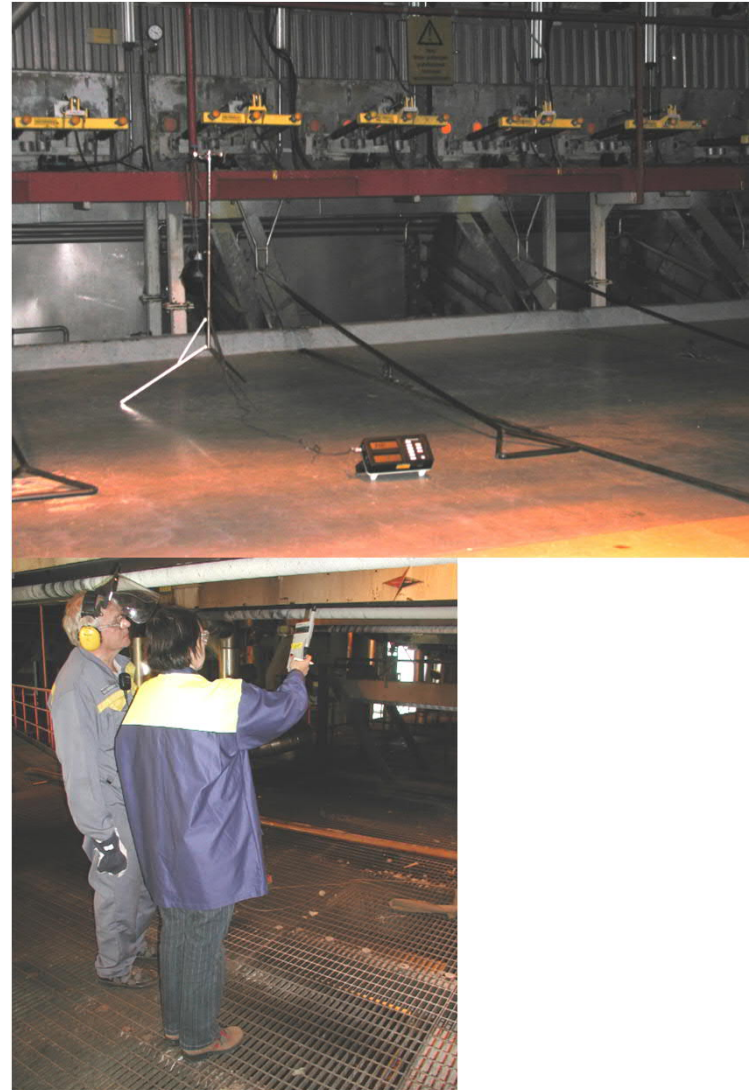
A B1 C1 D1 E1

Tutkimuksen menetelmät

- työolojen kartoitus
 - kierrokset soodakattilalla
 - mittaukset: lämpötila ja kosteus työpisteissä
- kyselyt soodakattilatyöntekijöille
 - henkilökohtaiset haastattelut
 - käytössä olevat suojaimet, vaatimukset, toiveet
- materiaali- ja suojainselvitys
- materiaalitestit
- suojavaatemallin kehittäminen, vaatetuksen suunnittelu
- koekäyttö

Työpaikkakäynnit ja lämpöolomittaukset

- lämpötila (°C)
- kosteus (rh %)
- työpisteissä:
 - sularännit
 - lipeäsuuttimet
 - ilmasuuttimet



Työolomittaukset

- lämpötila kattila-alueilla: ka 25,3 °C
vaihteluväli: 14 ...35 °C
- ilman suhteellinen kosteus: ka 26,8 %
vaihteluväli: 10,5...47 %
- esim. kierroksen aikana ympäristön
lämpötila 16°... 31,8 °C

Keskimääräiset lämpötilat ja kosteus eri työskentelypaikoilla

mittauspaikka	lämpötila, ka °C (min - max)	kosteus, ka % (min - max)
valvomo, taukotilat	22 (19 – 23)	27 (16 – 47)
sularännit	27 (15 – 34)	25 (20 – 33)
lipeäsuuttimet	30 (24 – 35)	23 (18 – 29)
ruiskut	28 (24 – 32)	27 (20 – 34)
ilma-aukot	25 (22 – 29)	12 (11 – 14)
muu kattila-alue	24 (15 – 32)	23 (13 – 46)



Työterveyslaitos

Työpaikkakäynnit ja haastattelut

2005

Työntekijöiden haastattelut ja kyselyt

Yhteensä 61 työntekijää, vuonna 2005

- henkilökohtaiset haastattelut (36)
 - Oy Metsä-Botnia Ab, Kemi, Kaskinen, Rauma
 - Stora Enso Oyj, Oulu, Veitsiluoto
 - UPM-Kymmene Oyj, Kuusankoski, Pietarsaari
- kyselylomakkeisiin vastanneita (25)
 - Oy Metsä-Botnia Ab, Kemi, Joutseno, Äänekoski
 - Stora Enso Oyj, Kotka, Veitsiluoto
 - UPM-Kymmene Oyj, Tervasaari

Työpaikkakäynnit ja haastattelut

Haastattelut ja kyselyt:

- sattuneet tapaturmat ja vaaratilanteet sekä "läheltä piti" - tilanteet
- käytössä olevat suojaimet
- työntekijöiden käyttökokemukset suojainten käytöstä
- toiveet työ- ja suojavaatteille sekä suojaimille

Esimiesten kyselyt ja haastattelut

Yhteensä 12

- UPM-Kymmene Oyj 25 %
- Stora Enso Oyj 42 %
- Oy Metsä-Botnia Ab 33 %
- Kuusankoski, Pietarsaari, Kemi, Kaskisten tehdas, Kaukopää, Joutseno, Tervasaari, Kotka, Äänekoski, Kemijärven Sellu Oy

Esimiesten / työsuojavaltuutettujen haastattelut ja kyselyt

- työntekijöille sattuneet tapaturmat
- tapaturmien vakavuus (keskimääräinen sairauspoissaolo aika)
- loukkaantuneet vartalonosat
- käytössä oleva suojavaatetus
- suojainten käyttö
- suojainten malli, merkintä ja valmistaja
- ”läheltä piti” tapauksien kirjaus
- kommentit suojavaatetuksesta

Suojavaate- ja suojainkartoitus

- työ- ja suojavaatteet
 - työvaatteet, kuumansuojavaatteet, lisäsuojaimet
- työ- ja suojakäsineet
- kasvojen- ja silmiensuojaimet
 - visiirit, suojalasit
- kuulonsuojaimet
 - tulppa- tai kupusuojaimet
- turvajalkineet
 - eri mallit: sandaaleista palosaappaisiin
- kypärät



Työympäristön haittatekijät



- sulasooda, musta- ja viherlipeä roiskeet
- korkeat lämpötilat
 - kontaktikuumuus
 - ympäristön lämpötila
- epäergonomiset työasennot
 - pölyt
 - melu



Tapaturmissa loukkaantuneet vartalonosat (esimies-kysely)

vartalonosat	määrä	%
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
yhteensä	36	100

lipeäsuuttimen vaihdossa mustalipeää roiskunut työntekijän päälle,
rännillä sulaa lentänyt vaatetuksen päälle, useimmiten nilkoille ja jalkojen alueelle.

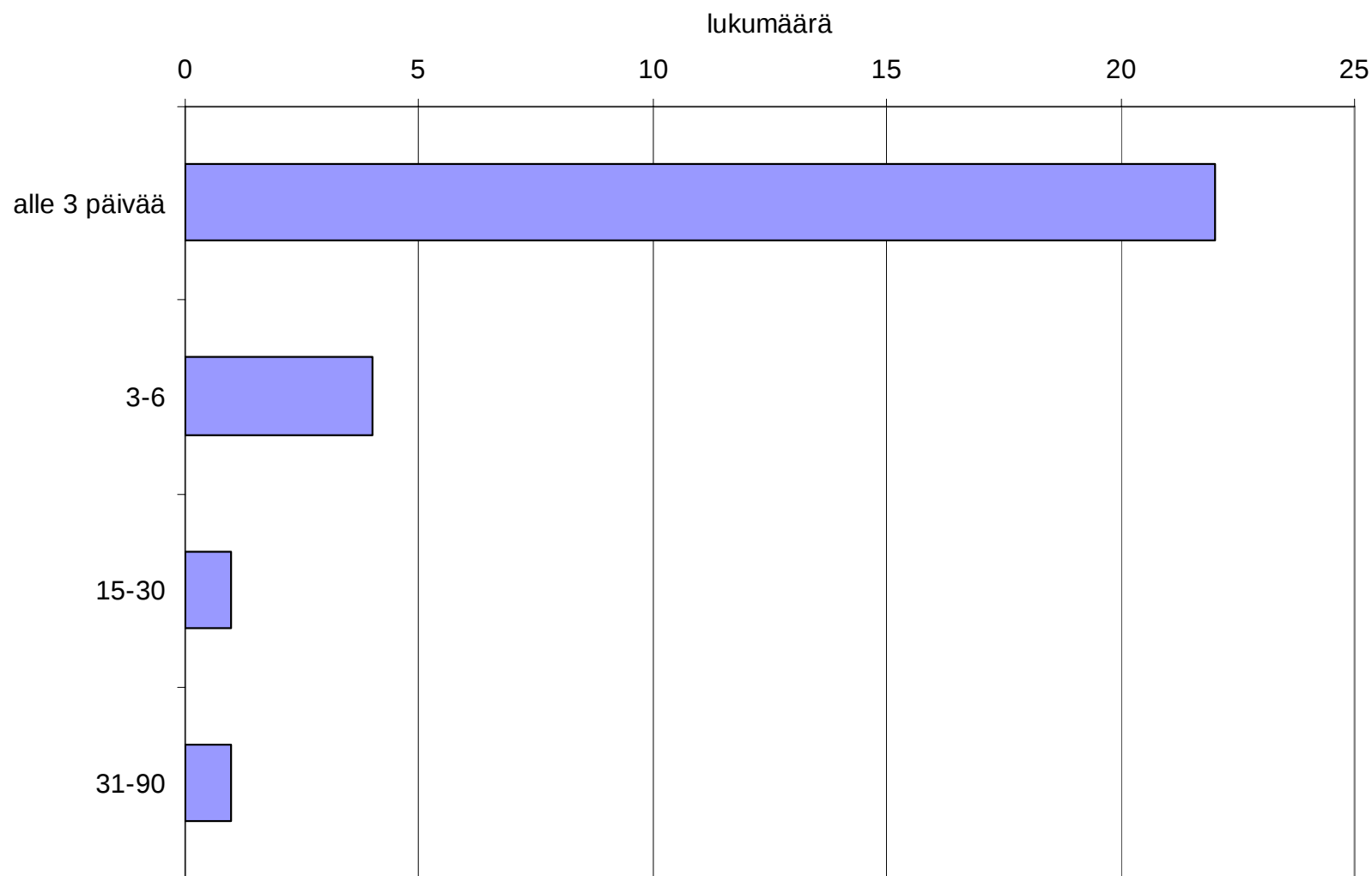
Soodakattilalla sattuneet tapaturmat

- rännien tukoksia avatessa 31 %
- kunnossapitotöissä 5 %
- lipeäruiskulla 2 %
- muut tehtävät 21 %

Palovammat

- vakava palovamma 10 %
- lievä palovamma 28 %
- ei palovammoja 10 %
 - ei lääkärihoitoa (palovammat ranteissa)
 - 2 vk sairaspoissaolo (niska paloi, vesirakkulat niskassa)
 - 3 vk sairaspoissaolo
 - 2-3 kk sairaspoissaolo

sairaspoissaoloaika



Käytössä oleva vaatetus (N61)

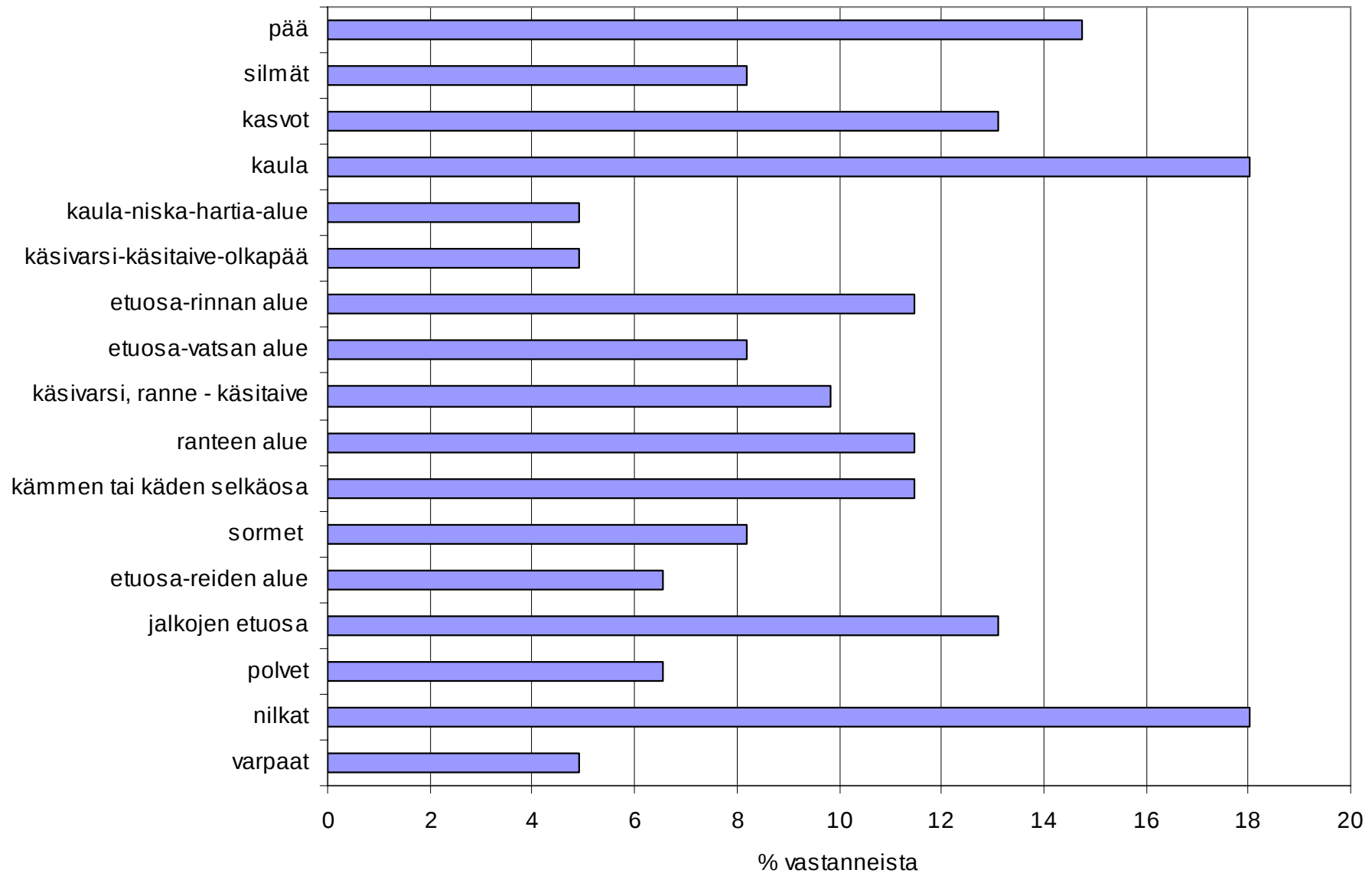
- 67 % takki ja housut
 - 8 % takki ja avohaalari
- 44 % kokohaalari
 - 10 % puuvillaa
 - 31 % palosuojattu
 - 3 % muu



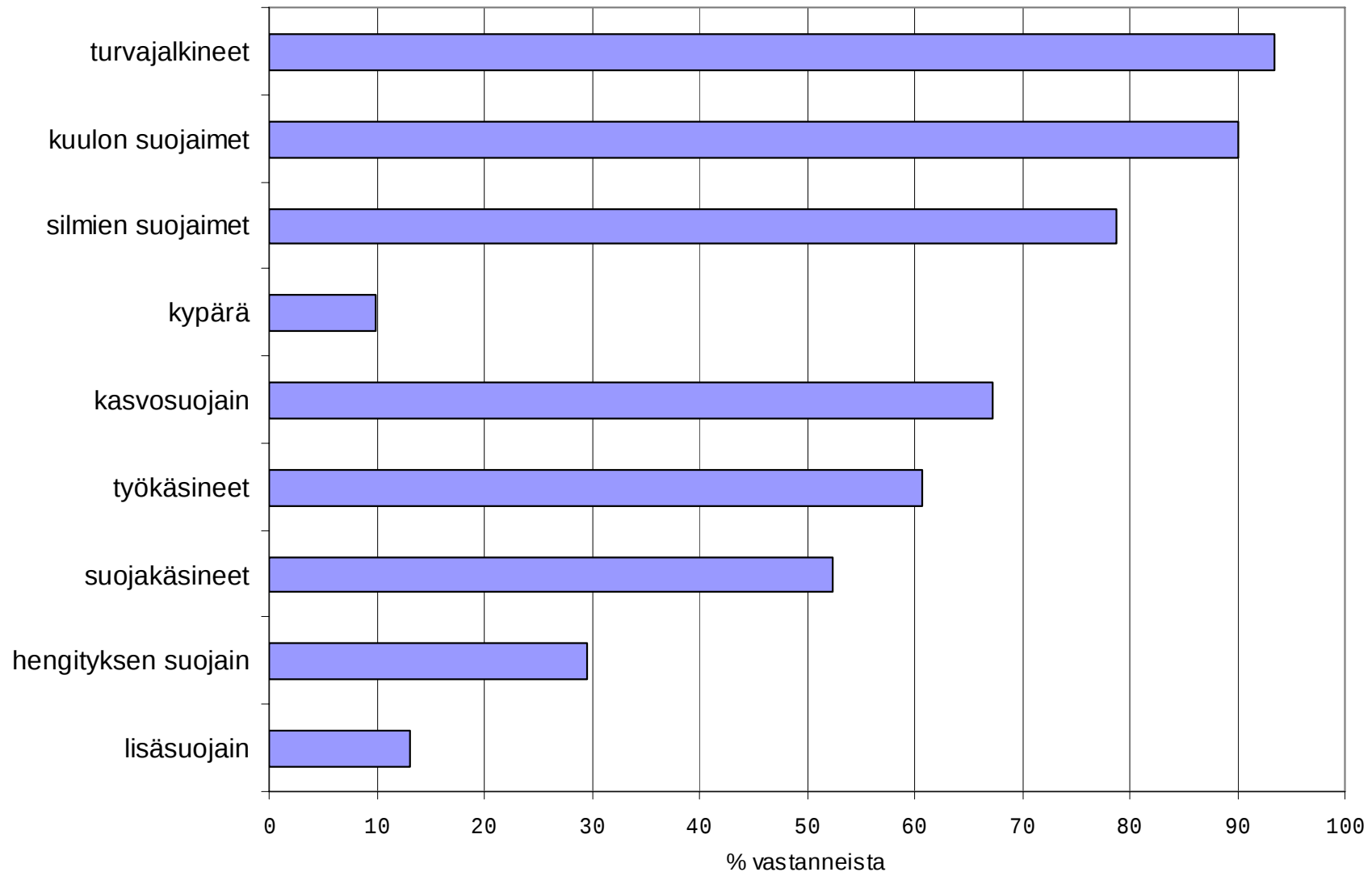
Lisäsuojia



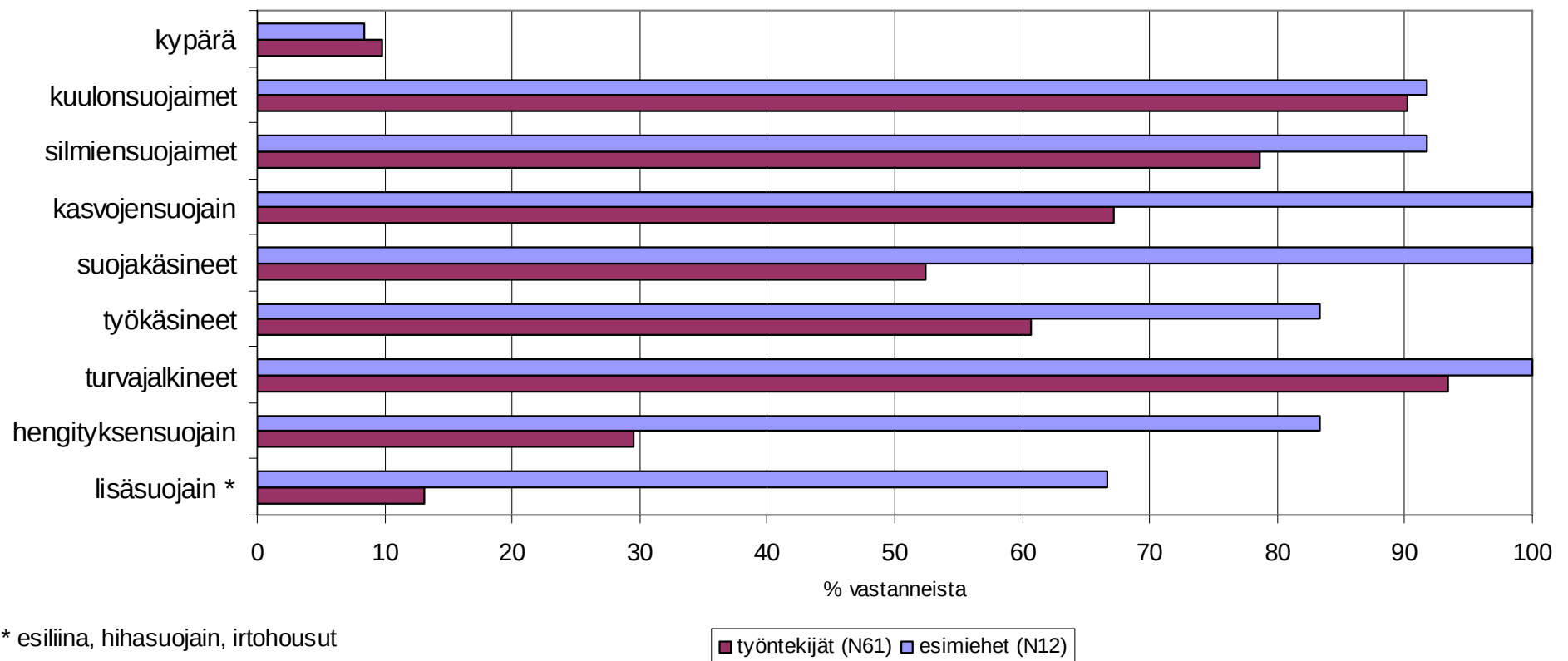
Roiskeille altistuneet vartalon alueet (N61)



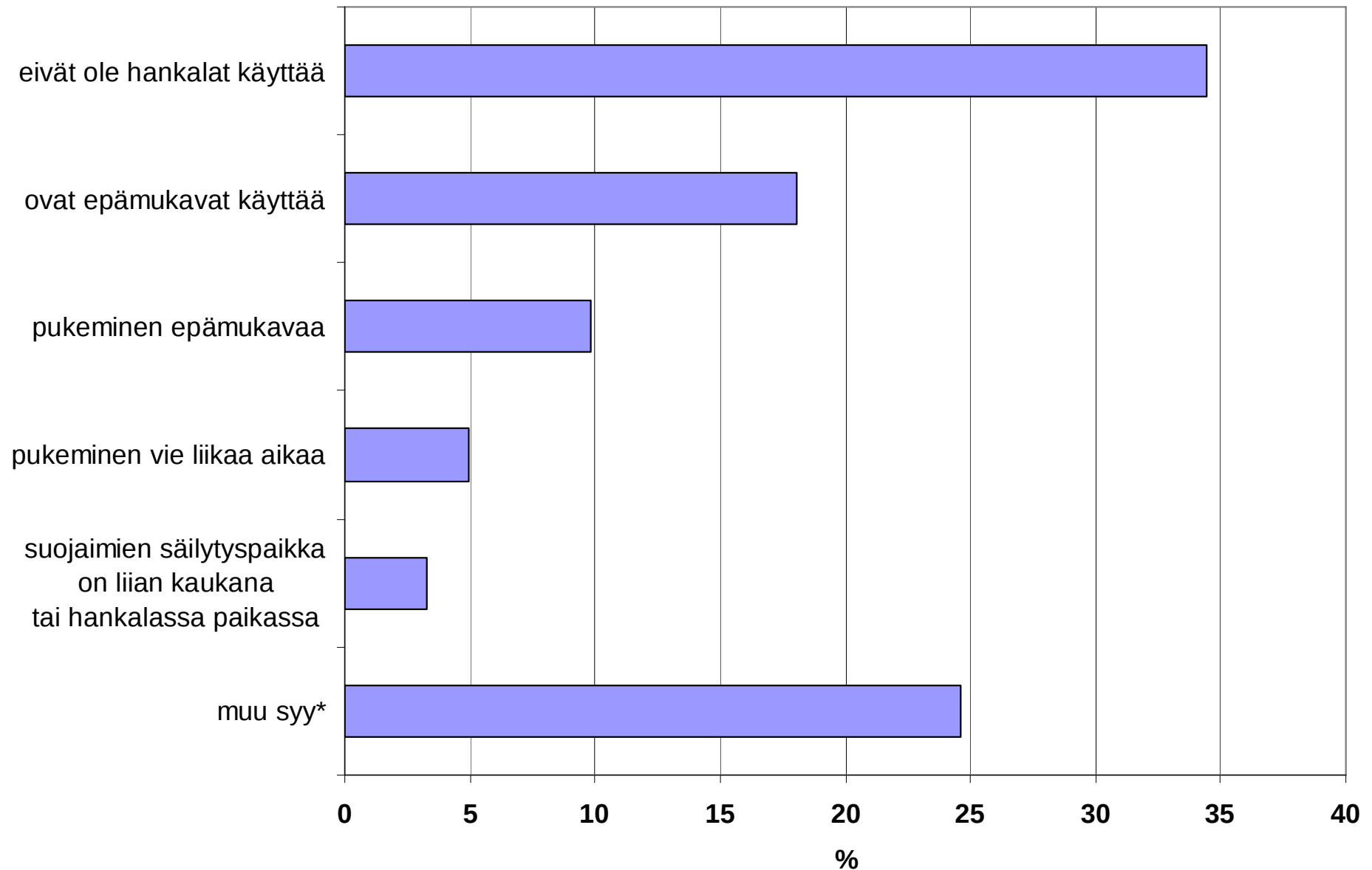
Työntekijöiden suojainten käyttö (N61)



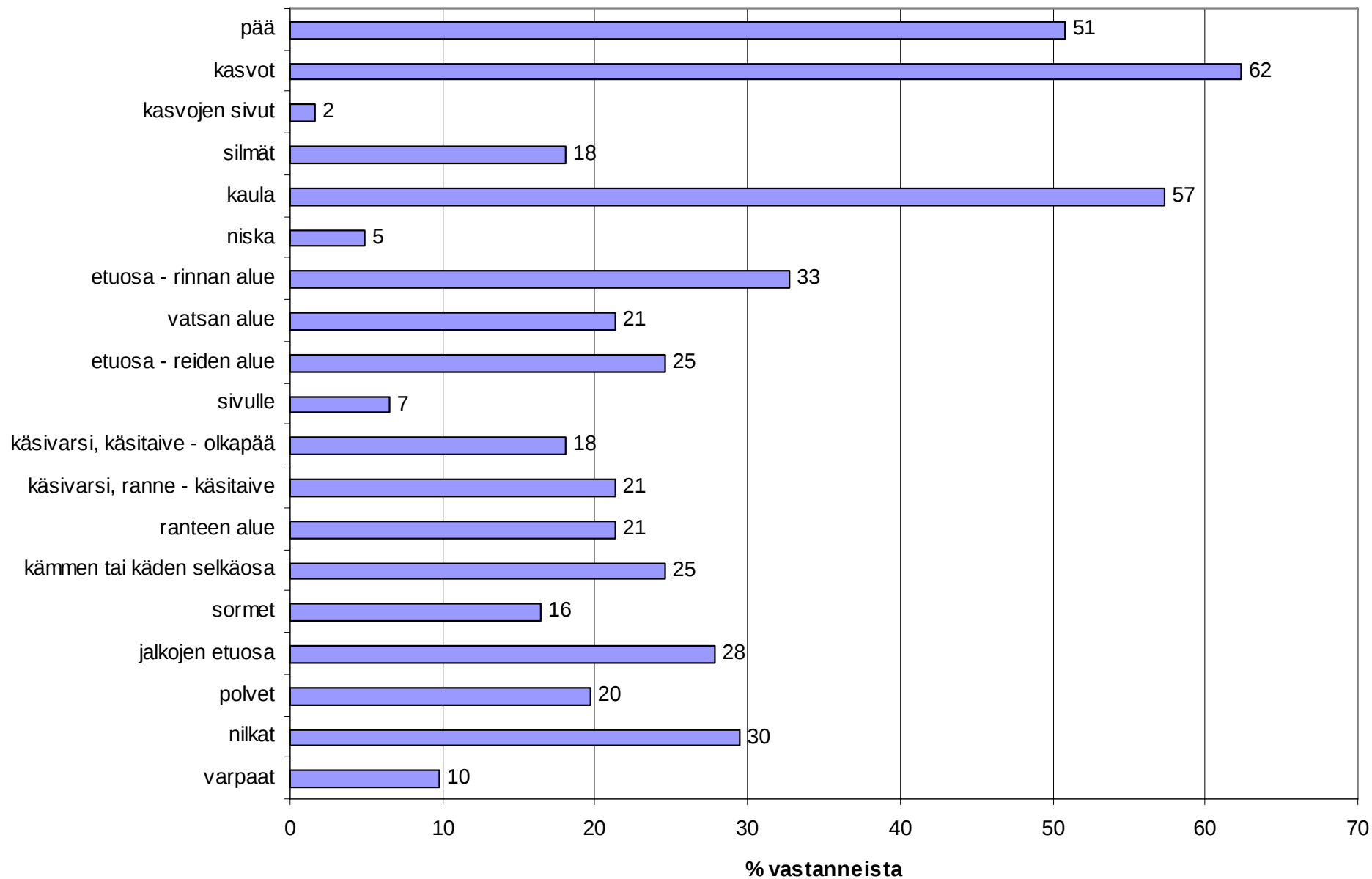
Suojainten käyttö



Kokemukset lisäsuojainten käytöstä



Suojaustarve (N61)



Tarvittava suojavaatetustyyppi

- lisäsuojain 21 %
- nykyinen vaate (lisätty suojamateriaalia roiskeita vastaan) 18 %
- kokohaalari 16 %
- takki ja housut 11 %
- alusvaatetus:
 - paloturvallinen t-paita

Ongelmakohtia

- suojainten yhteensopivuus
 - suojaimet eivät ole yhteensopivia keskenään (20 % vastanneista)
 - kasvosuojaimen kanssa ei voi pitää kuulosuojaimia (11 %)
 - vain tulpat sopivat, mutta eivät suojaa tarpeeksi melulta
 - radiopuhelin ei kuulu tarpeeksi hyvin
 - eivät suojaa tarpeeksi (11 %)



Työterveyslaitos

Materiaalikartoitus

Tausta - esiselvitys vuonna 2003

Suojausaste arvioitiin tekoihon avulla

- palosuojatut suojavaatemateriaalit
 - mikään testatuista materiaaleista ei antanut parempaa suojaa kuumia kemikaaliroiskeita vastaan
 - kuuma sooda poltti kankaat ja tekoiho sulii, 3-asteen palovammat
- monikerrosmateriaalit
 - palomiesten monikerrosmateriaali
 - nahka
 - palovammat lievempiä (ihon punoitus)

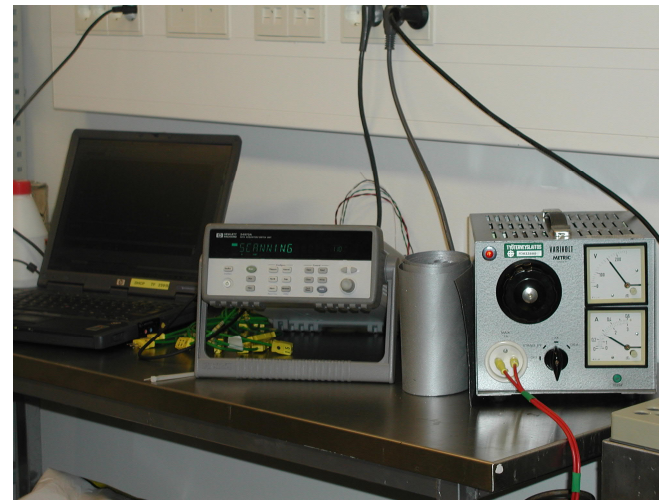
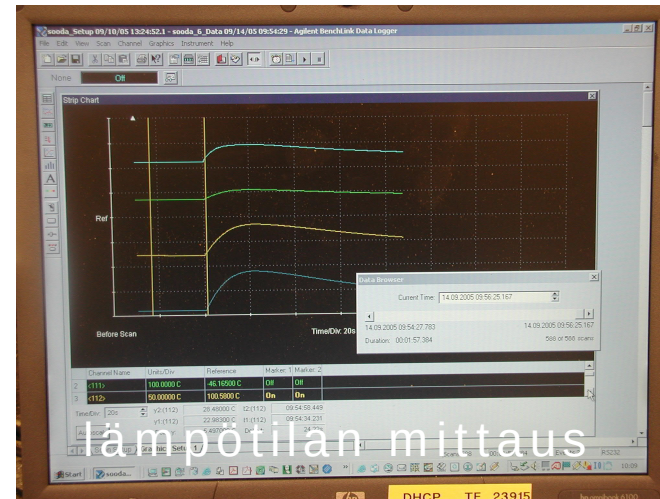


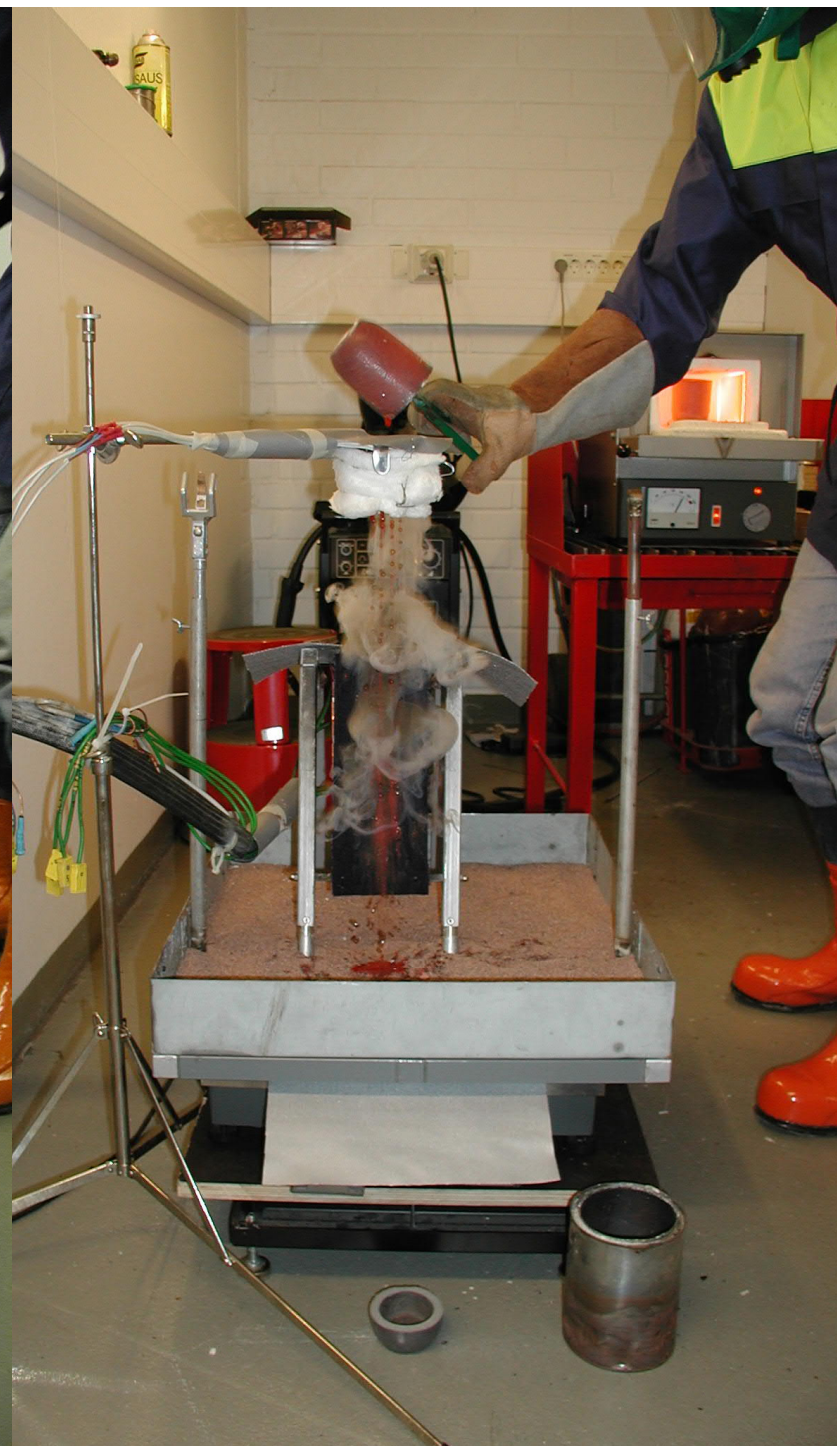
Materiaalikartoitus 2005

- soveltuvat
materiaalinäytteet (26)
 - suojavaatemateriaaleja
 - lisäsuojamateriaaleja;
teknisiä materiaaleja
- materiaalimessut
7-9.6.2006 Frankfurt



TTL:n kuumasooda testimenetelmä



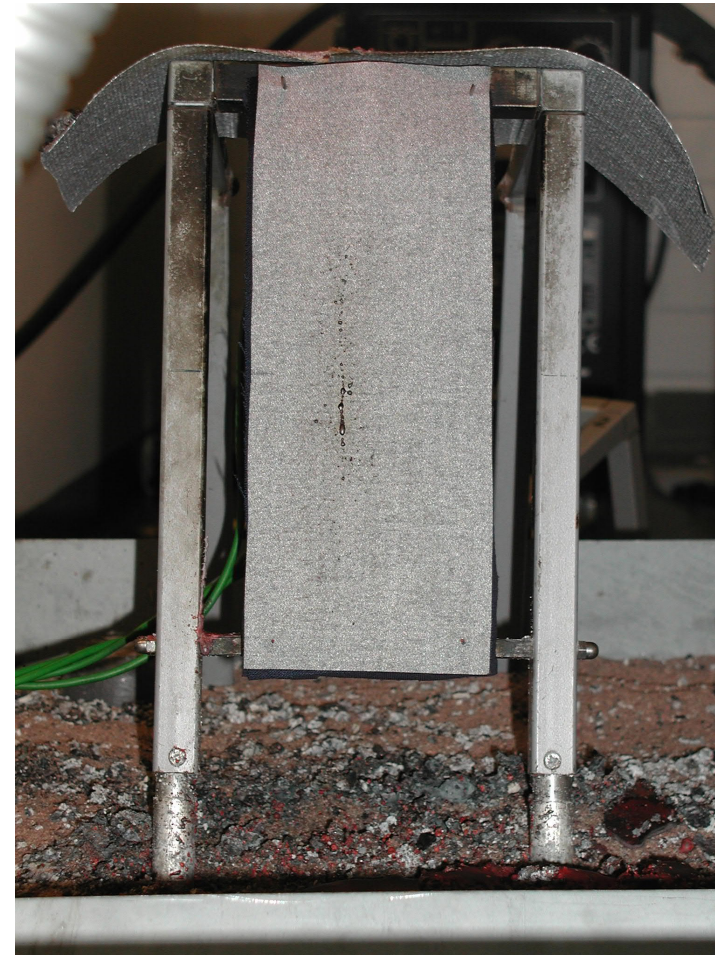


Kuumasooda-menetelmä

- kaatolämpötila 824 °C – 933 °C
 - ka 920 °C
- sulatettu sooda 50 g
 - natriumkarbonaatti n.70%
 - natriumsulfidi n.25 %
- näytteelle kaatunut määrä
 - 32 - 52 g, ka 44 g
- lämpötila kankaan alla
 - 48,9 - 96,3 °C



Materiaalitestit

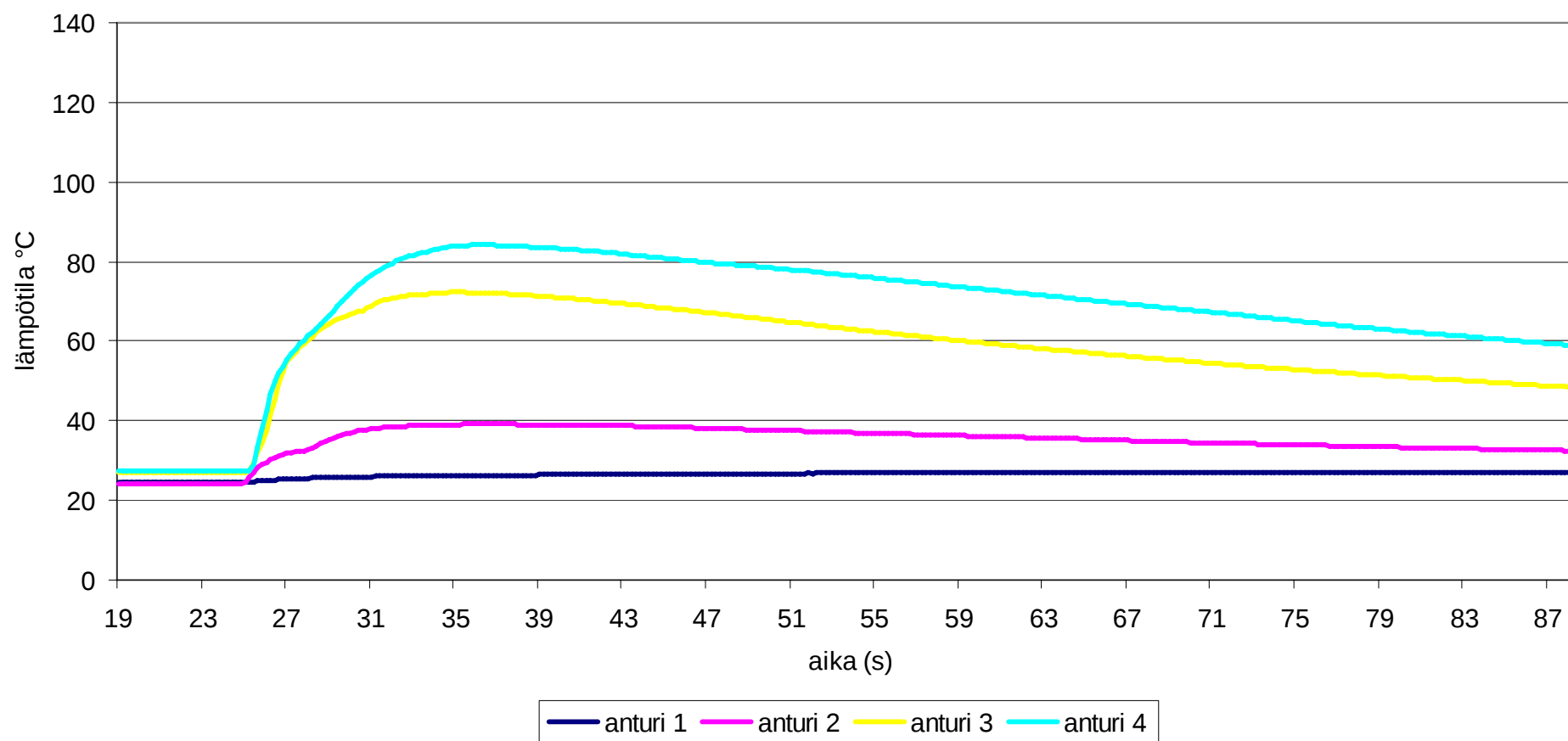




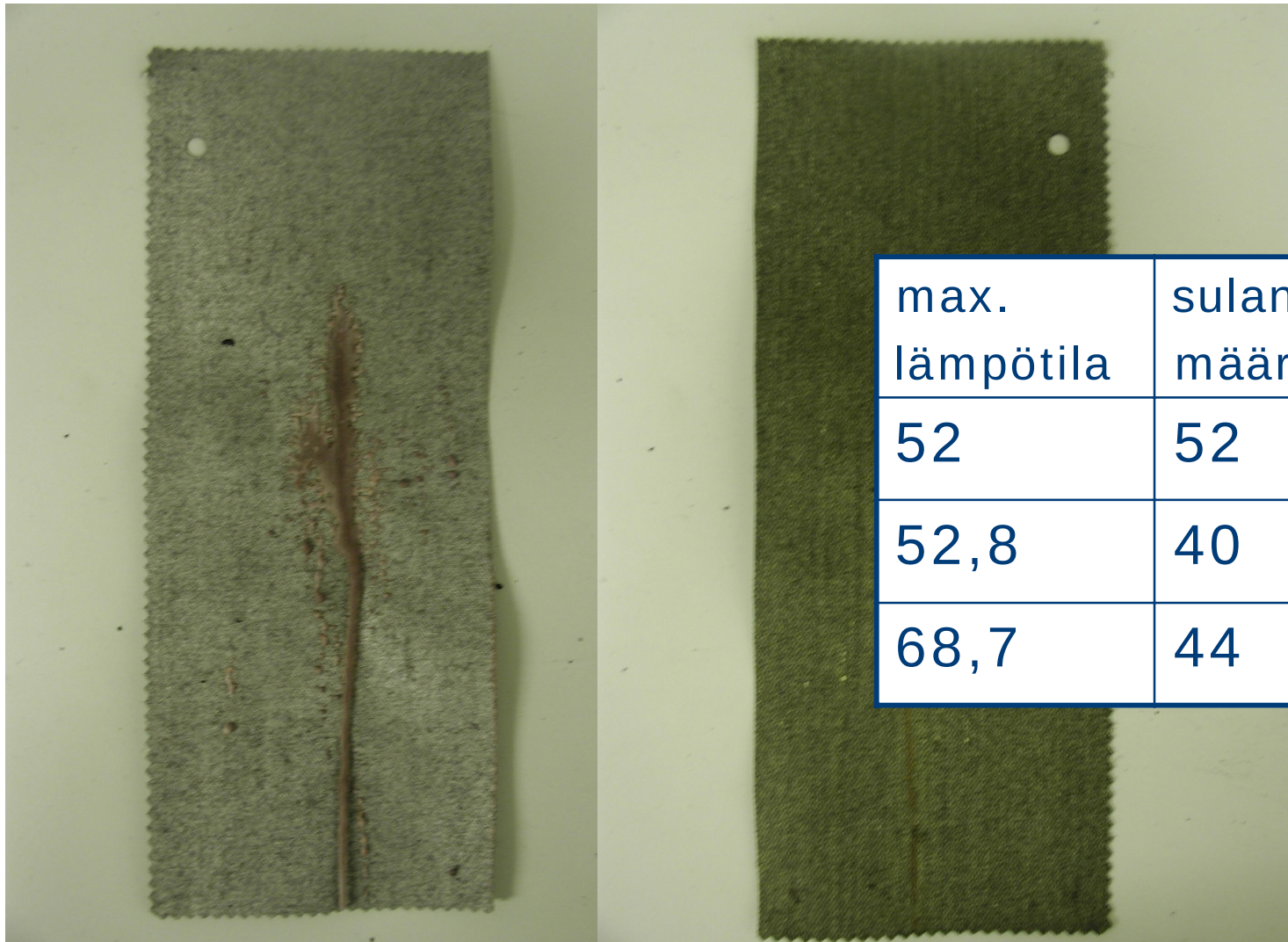
Millaisella
materiaalilla
paras suoja?

Referenssi materiaali + alusvaatetus, kaatolämpötila 917°C

maksimi 84,3°C



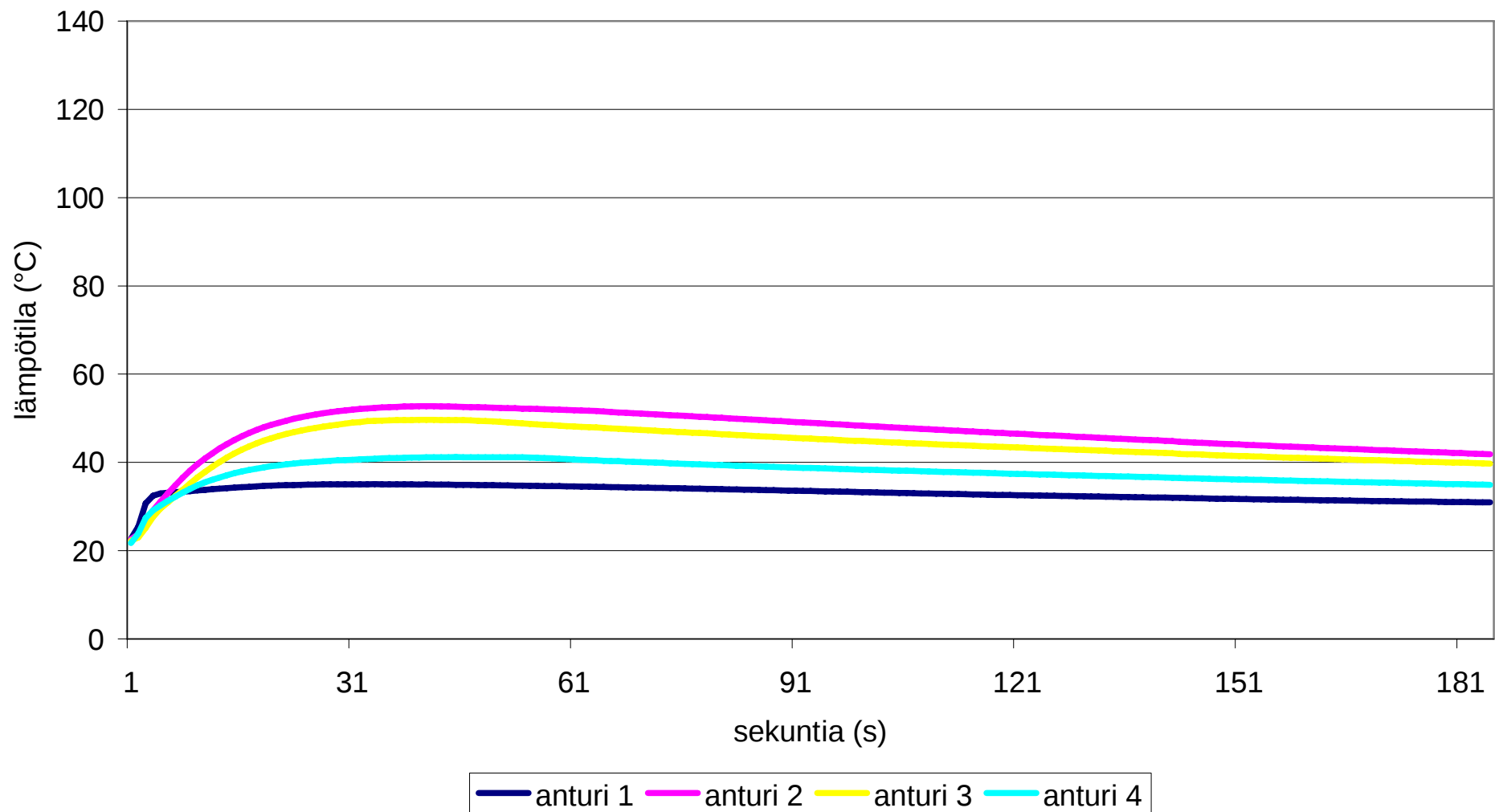
30 % Kevlar, 70 % Panox
+ aluminoitu silikoni pinnoite
340 g / m²



max. lämpötila	sulan määrä	lämpötila
52	52	930
52,8	40	860
68,7	44	913

Silikonipinnoitettu kangas

Materiaali: 30% Kevlar, 70% Panox, maksimi 52,8°C (40g, 860°C)



50 % viskoosi, 30 % villa, 17 % PES, 3 % R-Stat
55 % Protex, 45 % puuvilla



max. lämpötila	sulan määrä	lämpötila
66,3	45	913
52,7	43	931
40,2	33	900

Materiaaliyhdistelmä

30 % Kevlar, 70 % Panox

50 % viskoosi, 30 % villa, 17 % PES, 3 % R-Stat

55 % Protex, 45 % puuvilla (neulos)

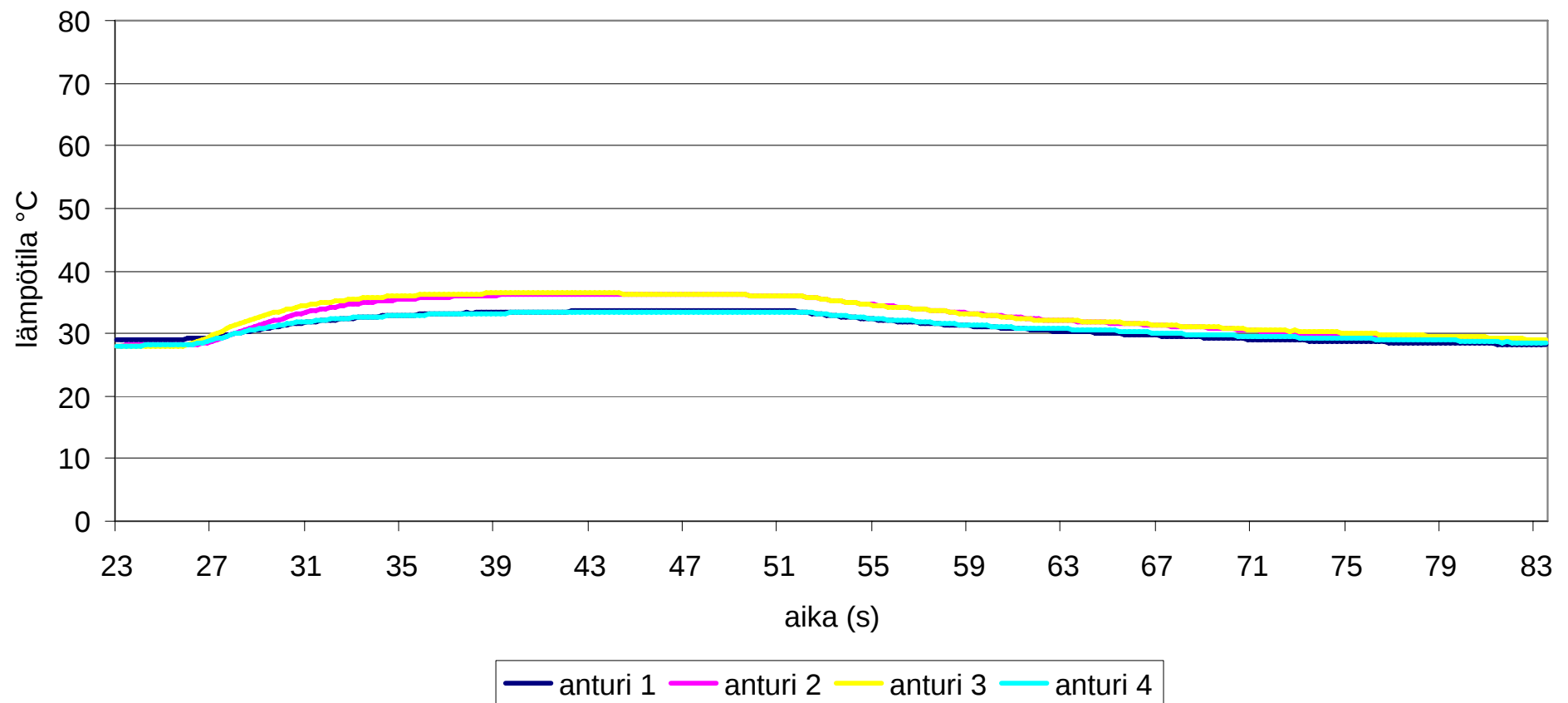


max. lämpötila	sulan määrä	lämpötila
36,4 °C	47 g	925 °C

max. lämpötila	sulan määrä	lämpötila
65,9 °C	47 g	932 °C

3-kerrosmateriaali, kaatolämpötila 925°C

9+6+1 (3 kaato), maksimi 36,4°C





Työterveyslaitos

Suojainkartoitus

Suojainkartoitus 2005

28 suojainta tai suojaimen osaa

- silmiensuojaimia 5
- kasvojensuojaimia 5
- visiiriä/visiirikehyksiä 9
- käsinemalleja/rannesuojia 6
- kypäriä 2



Testattuja silmiensuojaimia



Testattuja kasvojen suojaaimia



Maski - visiiriyhdistelmä



Kasvojensuojain



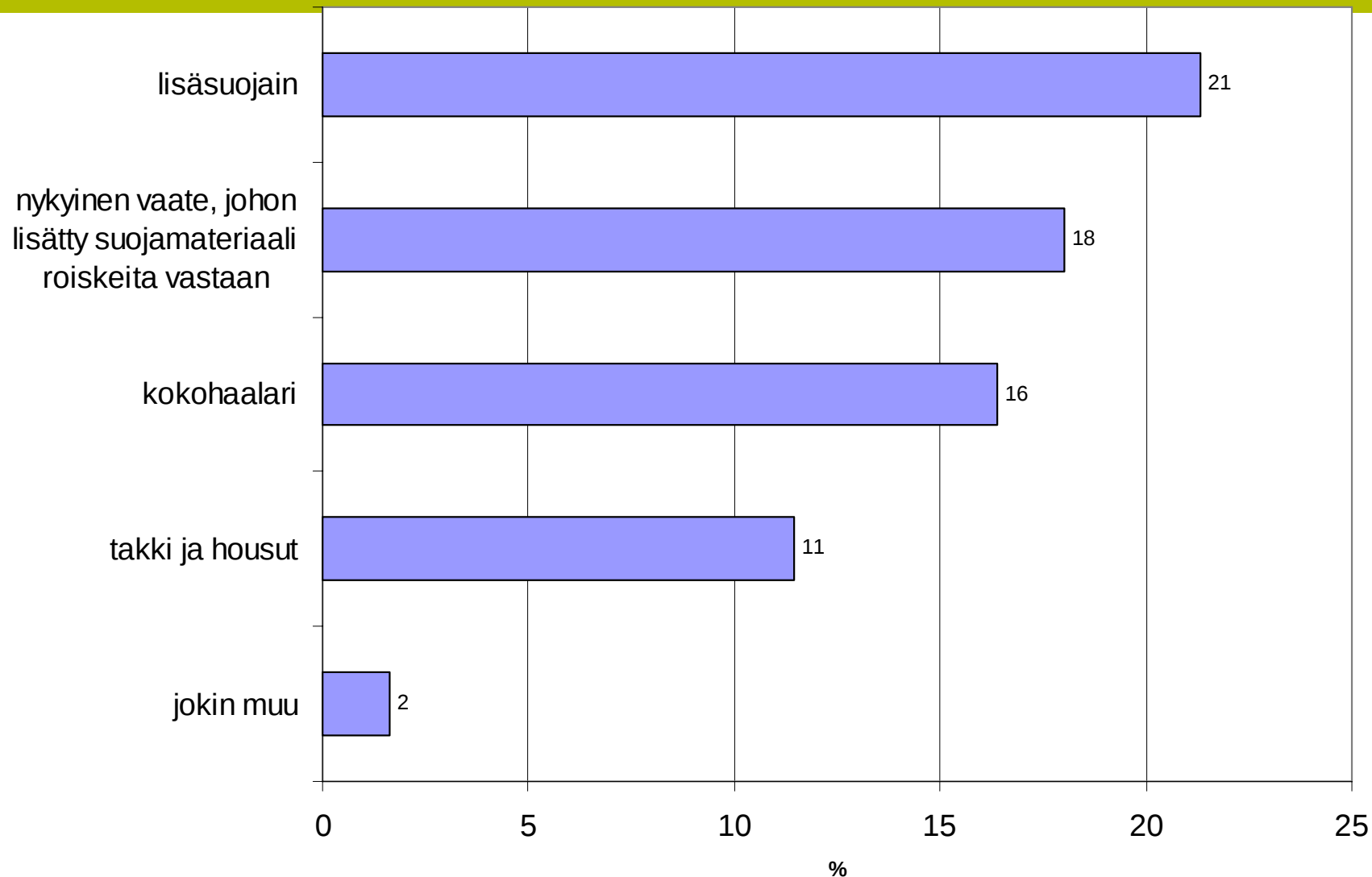
Kypärä - kuulonsuojainyhdistelmä





Suojavaatemallin suunnittelu

Ideat vaatetuksen mallille (N61)



Vaatimuksia

suojaus kuuman kemikaalisulan roiskeilta

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

Parannusehdotukset

- kaulus
 - korkeampi käännettävä kaulus
 - ylös asti suljettava kaulus
- radiopuhelin tasku
 - taskun kiinnityksen kehittäminen
 - puhelimen pysyvyys taskussa myös eri työasennoissa
- lahkeensuut
 - vahvistettu lahkeen alue

Mallin suunnittelu – ideat

vaihtoehto 1:

- alusvaatetus (trikoo)
- välikerros: housut/paitapusero (paitapusero: valvomo)
- lisäsuoja-in (silikonipinnoitettu Kevlar+Panox)

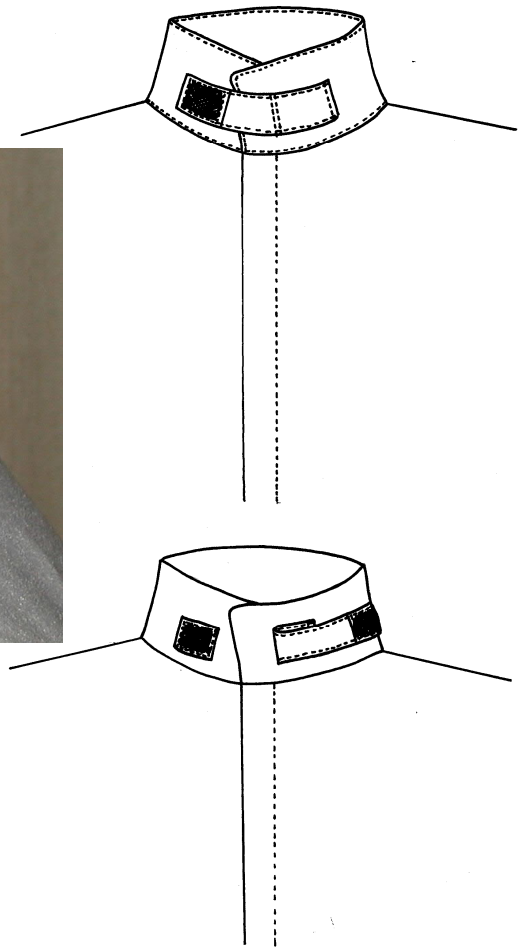
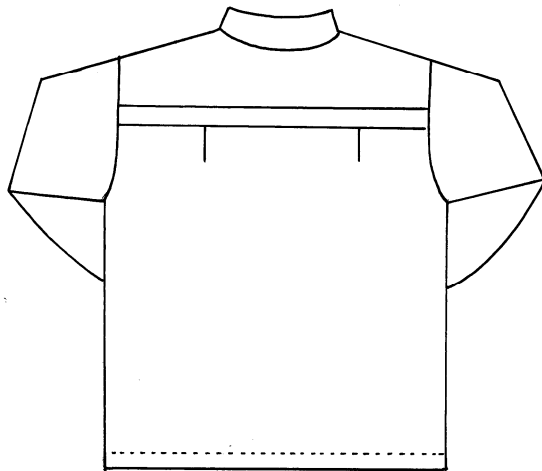
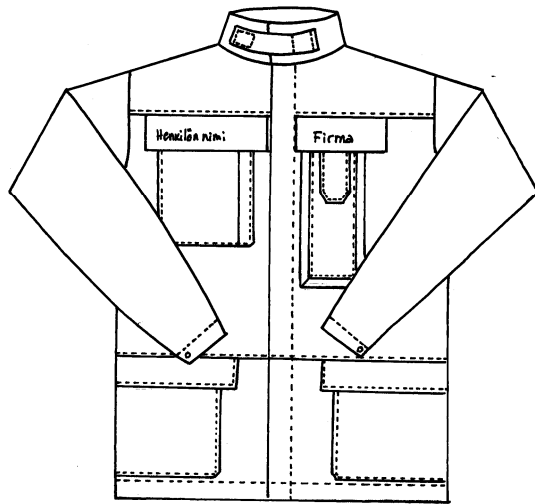
vaihtoehto 2:

- alusvaatetus (trikoo tai pikeemateriaali)
- välikerros: housut/takki
- lisäsuoja-in (Kevlar+Panox)

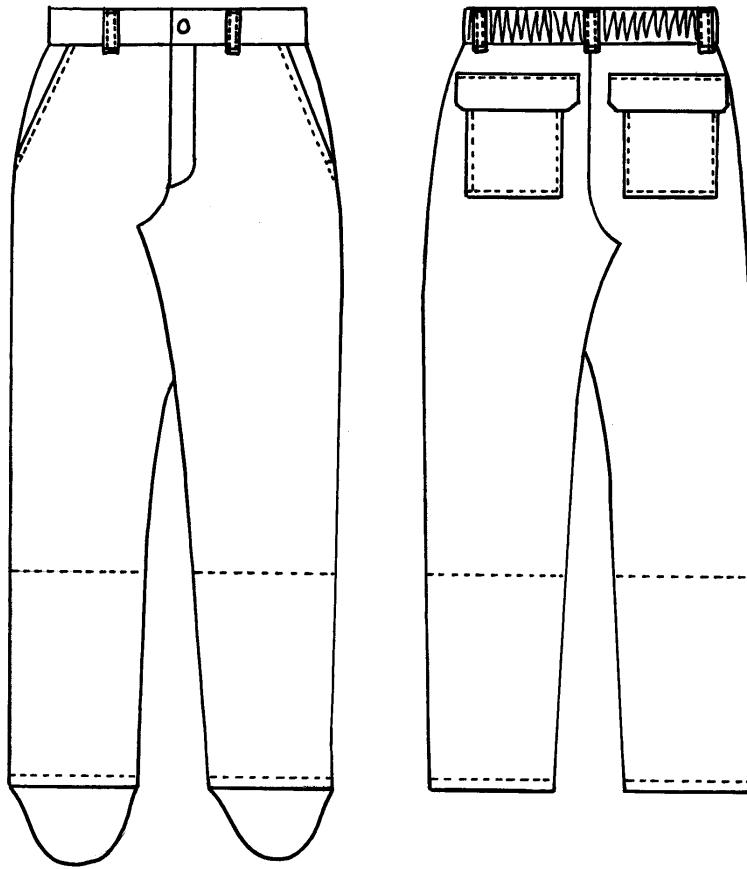
lisäsuojaimet:

- hengityksensuoja-in, jossa suojaavasta materiaalista "ns. huppu"
 - suojaa ongelma-alueen (kasvot, silmät, kaula!)

Takki ja kaulus



Housut



vyötärö

- vyötärökaitale, vyölenkit, vyötäröllä takana kuminauhakuja

taskut

- sivutaskut ja takataskut suojaläpällä

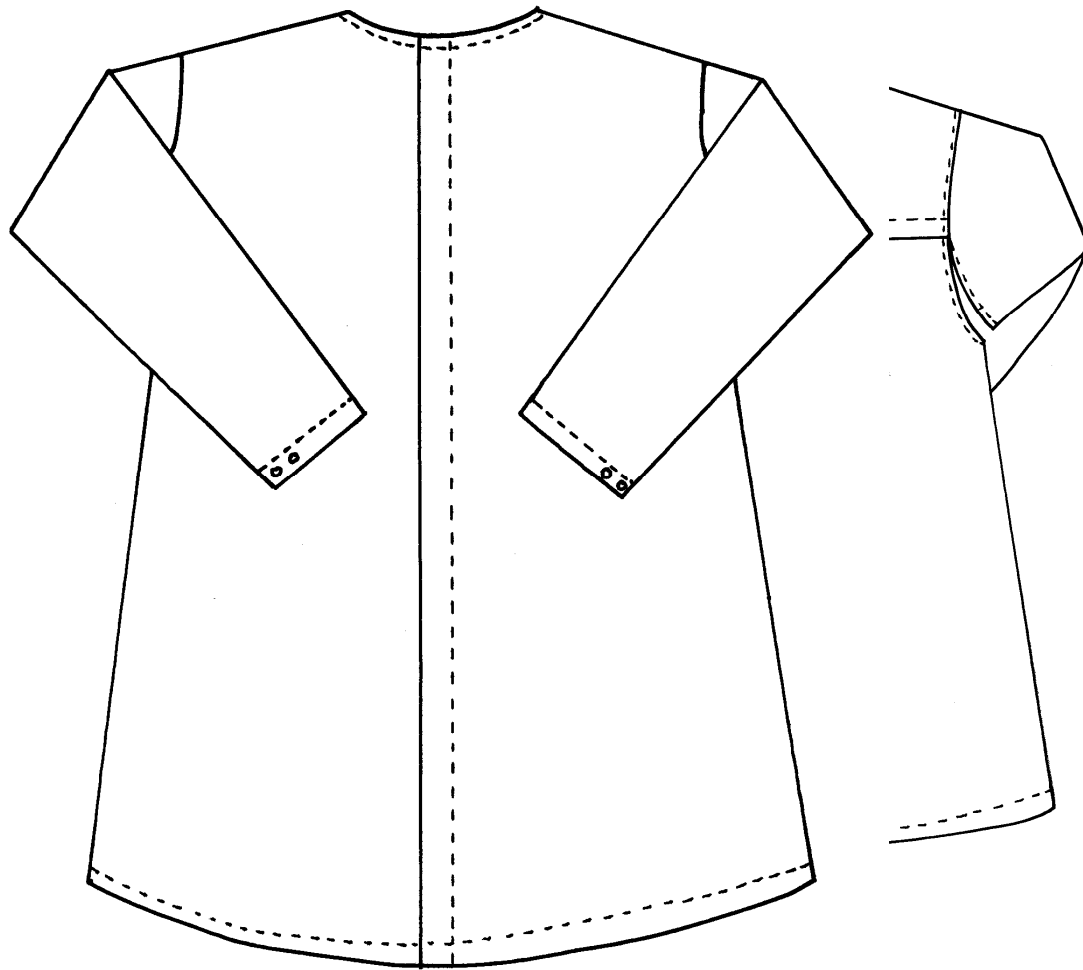
vahvike

- lahkeensuut vahvistettu (2-kertainen kangas)
- lahkeensuut: "Kaviomalli Lindström"

materiaali

- Argos®: 50% viskoosia FR, 30% villaa, 17% PES, 3% R-Stat
- 345 g/m²
- väri: koekäyttövaate tumman sininen

Lisäsuojain



Materiaali:

- F 1120 Si
- 30% Kevlar(R), 70% Panox(R), palosuojattu alumiinipigmentoitu silikonipinnoite
- 340 g/m²

Väri:

- alumiinin harmaa



Työterveyslaitos

Yhteenveto

Koekäyttö



- 3-kerros vaatetus
 - alusvaatetus
 - suojavaate
 - lisäsuojoin
- kasvojen suojoin/maski-visiiri
 - Scott Safety Oy, Vaasa
 - Euromaski Oy, Rauma
- koekäyttö
 - Kaskisten, Oulun ja Kuusankosken tehtaat

Suojainten kehittäminen

- Euromaski, Rauma
 - visiiri + maski
- Scott Safety, Vaasa
 - kasvonsuojaimen visiiriosa

Vaatetusmateriaalit

Paras suojaus

- 3-kerrosmateriaali
 - alusvaatetus, suojavaate, lisäsuojaus
- sileäpintainen kankaan sidos
- silikonipinnoitettu tekninen kangas

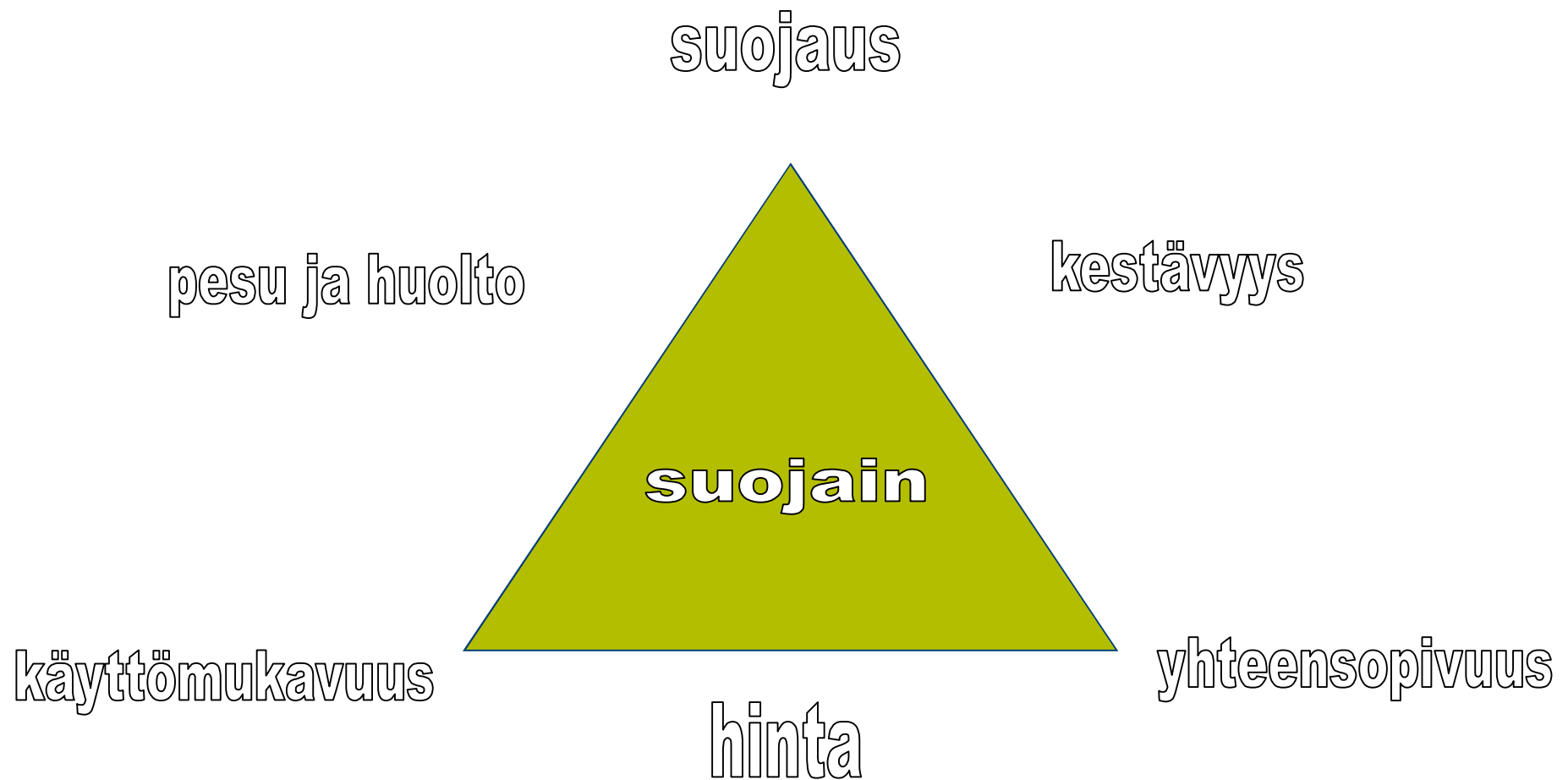
Materiaalin valinta

- suojaus kuumalta ja vahvalta emäksiseltä kemikaalisulanroiskeilta
- myös suojainten eri osien materiaalien kestävyysvarmistaminen
 - esim. visiiri, paksua polykarbonaattia

Suojainten valinna kriteerit

- pään/kuulonsuojainten/visiirin yhteensopivuus
- silmiensuojainten ja visiirin valinta
 - suojaus alapuolelta ja sivuilta tulevilta roiskeilta (naamiomalliset suojalasit/huppusuojain)
- kuumansuojakäsineiden valinta tarvittaessa
- hengityksensuojainten tarpeen selvitys
- kypärän käyttö
- kuumansuojajalkineiden käyttö
 - nilkkaa suojaavien kuumansuojajalkineiden valinta

Suojainten valinta



Suojainten käyttöönotto ja huolto

- tiedon välittäminen suoraan työntekijöille
 - suojavaatetus ja suojautuminen soodakattilalla
 - vaaratekijöiden selvitys
 - työterveydelliset seikat, ammattitaudit
 - suojainten kunto tulisi tarkistaa säännöllisin väliajoin
 - mm. kuulonsuojainten tiivisterengas

Ongelmia

- markkinoilta ei löytynyt valmista päänaalueen suojainta, joka suojaisi tarpeeksi soodakattilatyössä roiskeilta
 - kasvojen-, silmien-, kuulon- sekä kypäräsuojainyhdistelmä
 - paras suojaus saataisiin käyttämällä huppumaista päänaalueen yhdistelmäsuojainta (suodattimella ja puhallinlaitteella varustettu yhdistelmäsuojain)

Työntekijöiden omia sovelluksia

