



Energiateollisuus



Työterveyslaitos

Kreosootin terveysvaikutusten ehkäiseminen linjatyömailla

Loppuraportti kehittämishankkeesta

Mauri Mäkelä
Jari Rajala
Tuija Niemelä
Tapani Tuomi

rahoittajat: Työsuojelurahasto, Sähköturvallisuuden edistämiskeskus,
Sähkötutkimuspooli/Energiateollisuus ry
toteuttaja: Työterveyslaitos

16.9.2008

SISÄLLYSLUETTELO

1. Tausta	3
2. Tavoitteet	3
3. Menetelmät	4
4. Mittausolosuhteet työmailla	4
5. Työhygieeniset vertailuarvot	5
6. Tulokset	5
6.1. Altistuminen kreosoottihöyryille hengitysteitse	5
6.2. Altistuminen kyllästepuun pölylle	7
6.3. Altistuminen ihon kautta sekä käsineiden ja haalarien likaantuminen	8
6.4. Kokonaisaltistuminen PAH-yhdisteille, biomonitorointitulokset	12
7. Johtopäätökset ja suositukset	14
8. Lopuksi	19

1. Tausta

Kreosootilla kyllästettyjen sähköpölyväiden käyttö on lisääntynyt Suomessa CCA-kyllästeen (kupari, kromi, arseeni -kylläste) käytön loputtua EU-alueella 1.9.2006. Kreosoottipölyväissä työskenneltäessä linja-asentajilla esiintyy ihon, silmien ja limakalvojen ärsytysoireita. Kylläste likaa varusteita ja sen haju on epämiellyttävä; höyryjen maku saattaa tuntua suussa pitkään työpäivän jälkeen. Kreosoottikylläste aiheuttaa myös huolta työntekijöiden keskuudessa, koska kreosootti on luokiteltu ihmiselle todennäköisesti syöpää aiheuttavaksi aineeksi karsinogeenisuusluokkaan 2. Altistumisen tiedetään myös voimistavan auringosta tulevan UV-säteilyn vaikutusta. Ongelmallisimpia kreosoottikyllästeen sisältämiä aineista ovat syöpää ja perimämuutoksia aiheuttavat PAH-yhdisteet eli polysykliset aromaattiset hiilivedyt, joiden osuus kyllästeessä voi olla yli 20 %.”

PAH-yhdisteet on mainittu työministeriön päätöksessä syöpäsairauden vaaraa aiheuttavista tekijöistä 838/1993 ryhmään 3 kuuluvina aineina, muun muassa näiden aineiden käytössä on noudatettava valtioneuvoston päätöstä työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (716/2000). Lisäksi työministeriön päätöksessä 838/1993 luetaan PAH-yhdisteille altistava työ syöpäsairauden vaaraa aiheuttavaksi työmenetelmäksi.

Monet PAH-yhdisteet ovat genotoksisia karsinogeneeneja, joille ei nykykäsityksen mukaan ole mahdollista osoittaa annoskynnystä, jonka alapuolella ei olisi syöpäriskiä. Siksi on tärkeää, että työpaikalla minimoidaan PAH-yhdisteille altistuminen teknisin ja työhygieenisin toimenpitein. Raskaana oleva ei saa tehdä näille aineille altistavaa työtä. Mikäli työpaikalla ei ole mahdollisuus muuhun työhön, voi raskaana oleva henkilö hakeutua erityisäitiysvapaalle yrityksen työterveyshuollon kautta.

Pölyasentajat altistuvat työssään kreosoottikyllästeen lisäksi myös puupölylle. Puupöly, kuten myös polysykliset aromaattiset hiilivedyt, mainitaan Suomen lainsäädännössä ns. erityisen sairastumisen vaaran altisteluettelossa (Vna 1485/2001). Hengittävä, karkea puupöly ärsyttää ylähengitysteitä (nenää ja kurkkua). Puupöly voi altistaa nenän sivuonteloiden tulehduksille ja pitkittyneille hengitystieinfektioille. Hienojakoinen puupöly pääsee hengitysteiden alempiin osiin ja voi aiheuttaa keuhkojen toimintamuutoksia. Puupöly ärsyttää myös silmien sidekalvoja sekä ihoa. Ärsytysoireiden lisäksi puupöly voi allergisoida. Allergista ihottumaa, sidekalvotulehdusta sekä astmaa saattaa esiintyä. Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos (IARC) on luokitellut kaikki puupölyt ihmiselle syöpävaarallisiksi. Puupölyaltistuminen liitetään kohonneeseen nenäsyöpäriskiin. Havupuupölyjen aiheuttama syöpäriski on pienempi kuin lehtipuiden pölyn aiheuttama riski. Kreosoottikyllästetyn puun pöly sisältää myös kyllästettä, mikä lisää pölyn haitallisuutta.

Sähkölinjoja rakentavissa ja ylläpitävissä yrityksissä ja niiden ja työterveyshuolloissa tarvitaan tietoa ja turvallisuusohjeita kreosoottipölyvästyöhön. Sähkö- ja kaukolämpöalaa edustavana etujärjestönä Energiateollisuus ry käynnisti linja-asentajien altistumista ja suojatoimenpiteiden tarvetta selvittävän hankkeen kesällä 2007. Hanketta rahoittivat Sähköturvallisuuden edistämiskeskus, Työsuojelurahasto ja Sähkötutkimuspooli/Energiateollisuus. Hankkeen toteutti Työterveyslaitos.

2. Tavoitteet

Hankkeen tavoitteena oli selvittää miten kreosoottikyllästeelle ja muille haitallisille tekijöille altistutaan linja-työmailla sekä esittää toimenpidesuosituksia altistumisen vähentämiseksi.

3. Menetelmät

Työhygieeniset selvitykset tehtiin kolmen yrityksen linjatyömailla, joilla käytettiin kreosoottipylväitä. Mittauksiin osallistui 2 - 3 vapaaehtoista asentajaa kultakin työmaalta. Mittaukset kestivät yhden päivän. Työhygieenisestä selvityksestä kukin yritys sai lausunnon, joka sisälsi riskinarvion ja toimenpidesuosituksia altistumisen vähentämiseksi.

Työpäivän aikana mitattiin kreosoottihöyryjä asentajan hengitysvyöhykkeeltä. Näytteet ilmasta kerättiin mukana kannettavan pumpun avulla adsorbenttiputkiin, joko XAD- tai Tenax-keräimiin. Lisäksi mitattiin pylvään sauhuksessa ja porauksessa syntyvää pölyä sekä henkilökohtaisella näytteenotolla että kiinteistä mittauspisteistä.

PAH-aineiden määrä käsissä työpäivän aikana selvitettiin öljyvesinäytteiden avulla. Kädet pestiin auringonkukkaöljyllä ennen työvuoroa, tauoille lähdetessä ja työvuoron jälkeen. Selvitykseen osallistuva henkilö hieroi käsiinsä pienen määrän auringonkukkaöljyä noin minuutin ajan ja kuivasi kätensä paperipyyhkeeseen, josta tutkittavat aineet analysoitiin. Vaatetuksen alta otettiin PAH-näytteitä kiinnittämällä olkapään iholle laastariinnityksellä varustettu lappukeräin.

Työhygieenisten näytteiden lisäksi Inja-asentajilta pyydettiin neljä virtsanäytettä: ennen työvuoroa, työvuoron jälkeen, illalla ja seuraavana aamuna annetut näytteet. Virtsanäytteistä analysoitiin yhden PAH-yhdisteen, pyreenin, aineenvaihduntatuotetta 1-hydroksipyreeniä eli 1-pyrenolia. 1-hydroksipyreeni on yleisimmin käytetty PAH-altistumisen merkkiaine. Ennen mittauspäivää ja sen aikana neuvottiin välttämään savustettua tai grillattua ruokaa, koska ne voivat sisältää PAH-yhdisteitä.

4. Mittausolosuhteet työmailla

Ensimmäinen työpaikkakäynti tehtiin 30. - 31.10.2007. Tiistaina 30.10.2007 mittauksia tehtiin maastossa Ruokolahdella sijaitsevalla linjatyömaalla, jossa asentajat kalustivat kesällä pystytettyjä pylväitä ja lyhensivät yhden vanhan pystyssä olevan pylvään. Päivä oli erittäin pilvinen ja ajoittain tihutti vähän vettä. Lämpötila oli + 9 °C ja tuulen nopeus 3 - 5 m/s.

Molemmat linja-asentajat käyttivät koko päivän Tyvek-suojahaalaria ja nahkahansikkaita. Pylväitä sahattaessa käytössä oli myös FFP2-luokan suodattavat puolinaamarit.

Keskiviikkona 31.10.2007 A-pylvään työstön aikana satoi vettä, lämpötila oli + 6 °C ja tuulen nopeus noin 5 m/s. A-pylväs rakennettiin varastoalueella.

Toinen selvitys tehtiin 13.5.2008 Rantasalmella sijaitsevilla linjatyömailla, joilla linja-asentajat asensivat johtimia neljään linjaan.

Tiistai 13.5.2008 oli puolipilvinen poutapäivä. Lämpötila oli + 7 °C ja tuulen nopeus noin 6 m/s. Päivän aikana miehet asensivat johtimia pylväisiin neljällä linjalla. Ensimmäinen linja oli laajan peltoaukean reunassa kulkevan tien varrella. Sää oli aurinkoinen. Seuraava linja kulki pienehköön metsäkaistaleen kautta peltoaukealle; sää oli tällöin puolipilvinen. Kolmas linja sijaitsi maataloon vievän kujan varrella. Neljäs työmaa oli kyläalueella olevan soratien varrella. Kahdessa viimeisessä kohteessa sää oli pilvinen.

Kaksi miehistä käytti tavallista kokohaalaria ja yhdellä miehellä oli päällään koko päivän DuPontin kevyt kemikaalisuojahaalari. Asentajat tahtoivat itse tällaisen järjestelyn kemikaalisuojahaalarin suojaavuuden selvittämiseksi. Miehet käyttivät koko ajan nahkahansikkaita.

Kolmas työpaikkakäynti tehtiin 27.5.2008 Klaukkalassa sijaitsevalle työmaalle. Työmaa oli loivassa rinteessä peltoaukean reunalla kulkevan tien varressa olevalla muuntamoalueella. Tiistai 27.5.2008 oli puolipilvinen poutapäivä. Illalla tuli lyhyt sadekuuro. Lämpötila oli + 10 °C ja

tuulen nopeus 7 - 8 m/s. Päivän aikana miehet asensivat erottajan kolmen kreosootilla kyllästetyn pylvään varaan. Miehet aloittivat työn pylväissä aamulla noin kello yhdeksän aikaan. Pylvästyö jatkui kello 17 asti, minkä jälkeen miehet alkoivat harustamaan pylväitä eivätkä enää joutuneet kosketuksiin kyllästettyjen pylväiden kanssa. Mittaukset lopetettiin tässä vaiheessa. Miehet tekevät asennustyötä neljänä päivänä viikossa. Työpäivät ovat niin pitkiä, että perjantain tunnit saadaan tehtyä neljässä päivässä. Pylväissä työskennellään jatkuvasti koko vuoden ajan. Molemmat miehet käyttivät tavallisia kokohaalareita ja nahkahansikkaita.

5. Työhygieeniset vertailuarvot

Valtioneuvoston asetus (715/2001) työntekijöiden suojelemisesta työssä esiintyvien kemiallisten tekijöiden aiheuttamilta vaaroilta ja haitoilta edellyttää altistumisen luonteen ja määrän selvittämistä niin, että turvallisuudelle ja terveydelle aiheutuvat vaarat voidaan arvioida ja suorittaa tarpeelliset torjuntatoimenpiteet.

Vaaran arvioinnissa mittaustuloksia verrataan Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella (795/2007) vahvistettuihin työpaikan ilman haitalliseksi tunnettuihin pitoisuuksiin (HTP). Ministeriön vahvistamat HTP-arvot on esitetty Sosiaali- ja terveysministeriön oppaassa 2007:4 "HTP-arvot 2007". HTP-arvot on annettu keskipitoisuuksina 8 tunnin (HTP_{8h}) ja 15 minuutin (HTP_{15min}) altistumisajoille. HTP-arvot ovat pienimpiä ilman epäpuhtauspitoisuuksia, jotka ministeriön arvion mukaan voivat vahingoittaa työntekijää, mutta niiden käyttö suunnittelun tavoitearvona ei ole yleensä tyydyttävä lähtökohta hyvälle ilman laadulle.

mitattu aine	HTP _{8h} , mg/m ³	HTP _{15min} , mg/m ³	huomautus
naftaleeni	5	10	
bentso[a]pyreeni	0,01		iho
puupöly	2		uusilla ja uudistetuilla tuotantolaitoksilla sovelletaan arvoa 1 mg/m ³

Taulukko 1. Naftaleenin, bentso[a]pyreenin ja puupölyn haitalliseksi tunnetut pitoisuudet (sosiaali- ja terveysministeriö, HTP-arvot 2007, Oppaita 2007:4)

6. Tulokset

6.1. Altistuminen kreosoottihöyryille hengitysteitse

Tuulisella ja avoimella työmaalla hengitysvyöhykkeeltä mitatuissa näytteissä höyryinä esiintyvien aineiden kokonaispitoisuudet olivat 55 µg/m³ ja 89 µg/m³. Vaikka mitatut pitoisuudet olivat vähäisiä, niin eri yhdisteitä oli runsaasti; toisesta näytteestä tunnistettiin 14 yhdistettä ja toisesta 28. Kyllästeestä haihtuva seos sisältää useita ihoa ja silmiä ärsyttäviä aineita, mikä selittää silmien ja limakalvojen ärsytysoireita sekä makutuntemuksia suussa työpäivän jälkeen.

YHDISTE	PITOISUUS HENGITYSVYÖHYKKEELLÄ
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-
C8-alkaanit**	5 µg/m ³
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-
Asenafteeni**	5 µg/m ³
1,1'-Bifenyyli**	3 µg/m ³
Aromaattinen hiilivety C13H12 **	0,4 µg/m ³
Dimetyylinaftaleenit**	2 µg/m ³
Etyylinaftaleeni**	0,9 µg/m ³
Fluoranteeni**	1 µg/m ³
Fluoreeni**	4 µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	0,6 µg/m ³
Metyylinaftaleenit**	10 µg/m ³
Naftaleeni	0,3 µg/m ³
Pyreeni**	0,4 µg/m ³
Trisyklinen aromaattinen hiilivety C12H8 **	0,3 µg/m ³
Trisyklinen aromaattinen hiilivety C14H10 **	9 µg/m ³
Tolueeni	1 µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET	-
a-Pineeni	13 µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT	-
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	9 µg/m ³
FENOLIT	-
Fenoli	0,5 µg/m ³
EETTERIT	-
Dibentsofuraani**	3 µg/m ³
Metyylidibentsofuraanit**	0,9 µg/m ³
ALDEHYDIT	-
Bentsaldehydi	0,8 µg/m ³
Heksanaali	1 µg/m ³
Oktanaali	0,6 µg/m ³
Pentanaali	0,7 µg/m ³
KETONIT	-
Asetofenoni	0,7 µg/m ³
Asetoni	2 µg/m ³
Fluorenoni**	0,4 µg/m ³
HAPOT	-
Heksaanihappo, kapronihappo	0,9 µg/m ³
RIKKIYHDISTEET	-
Dibentsotiofeeni**	0,5 µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	70 µg/m ³
TVOC-ALUEEN ULKOPUOLISET YHDISTEET	19 µg/m ³

Taulukko 2. Pylvästyön aikana hengitysvyöhykkeeltä mitattuja aineita. Mittaus on tehty tuulisella säällä peltoaukean reunalla, joten aineiden pitoisuudet ovat pieniä.

6.2. Altistuminen kyllästepuun pölylle

Kyllästetyn puun pölyä syntyy pylväiden sahauksessa ja porauksessa. Vaikka poraus pääasiassa lastuaa puuta, niin vedettäessä poranterä pois porausreistä tulee hengitysvyöhykkeelle hienoa puupölyä. Pylväissä kylläste ei ulotu aivan sydänpuuhun asti, joten puupölystä noin 2/3 on kyllästettyä pölyä.

Kuivaamattomassa sahapurussa yksittäisten PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat 80 - 13 000 mg/kg (0,08 - 13 µg/mg) ja kuivatussa purussa 90 - 31 000 mg/kg (0,09 - 31 µg/mg). Nykyisellä kyllästeellä käsitellyssä pylväessä huonosti haihtuvien (mm. bentso[a]pyreeni) PAH-yhdisteiden pitoisuudet sahapurussa jäivät analyysimenetelmän määrittämissä rajat, 1,0 mg/kg, alapuolelle. Ongelmajätteen rajana pidetään yleensä PAH-yhdisteiden yhteenlaskettua pitoisuutta 200 mg/kg.

Puuntyöstövaiheet linja-asennuksessa kestävät yleensä lyhyen ajan, joten hengitystiealtistuminen puupölylle työvuoron aikana ei ole jatkuvaa. Kyllästettyä pölyä voi kuitenkin jäädä iholle ja mennä myös suuhun ja nenään, jolloin kyllästeen sisältämiä aineita imeytyy puupölystä elimistöön ja altistuminen kyllästeelle voi kestää vielä työvuoron päätyttyäkin. Välittömät vaikutukset tuntuvat kyllästetyn pölyn joutuessa iholle, erityisesti kasvoille, jolloin pölystä ihoon imeytyvät aineet voimistavat auringosta tulevan UV-säteilyn vaikutuksia.

A-pylvään rakentamisen yhteydessä, pylvään sahauksen aikana otetuissa henkilökohtaisissa näytteissä puupölyn pitoisuus oli 0,79 mg/m³ ja 0,49 mg/m³. Mikäli työtä tehdään vastaavalla tavalla koko päivä, voidaan pitoisuuksia verrata suoran kahdeksalle tunnille annettuun puupölyn HTP-arvoon; mitatut puupölypitoisuudet ovat tällöin 40 % ja 35 % puupölyn HTP_{8h}-arvosta. Jos pylväitä sahataan tunti työpäivän aikana, altistumisen taso on noin 5 % puupölyn HTP_{8h}-arvosta.

Peltoaukean reunalla tuulisella säällä mitatun pylvään sahauksen aikana hengitysvyöhykkeeltä kerätyssä pölynäytteessä ei ollut punnittavaa määrää pölyä. Sahaaja työskenteli tällöin tuulen yläpuolella. Sahausvaihe kesti vain neljä minuuttia. Sahauksen aikana kiinteästä mittauspisteestä, tuulen alapuolelta, mitattu pölypitoisuus oli 130 mg/m³. Jos sahausta tehtäisiin tunnin ajan näissä olosuhteissa, kiinteästä mittauspisteestä saatu tulos ylittäisi kahdeksankertaisesti puupölyn HTP_{8h}-arvon (jos koko päivän ajan, niin ylitys olisi 65-kertainen).

Pylvästä porattaessa johtimien asennuksen yhteydessä mitattiin työntekijän hengitysvyöhykkeeltä puupölyä 1,3 mg/m³. Jos pylväitä porataan yhteensä tunti työpäivän aikana, altistuminen on tällöin 8 % puupölyn HTP_{8h}-arvosta (65 % puupölyn HTP_{8h}-arvosta, jos poraus jatkuisi koko päivän). Vastaavassa tilanteessa tuulisella säällä tehdyssä mittauksessa (35 minuuttia) kerätystä henkilökohtaisesta näytteestä ei ollut punnittavaa määrää pölyä.

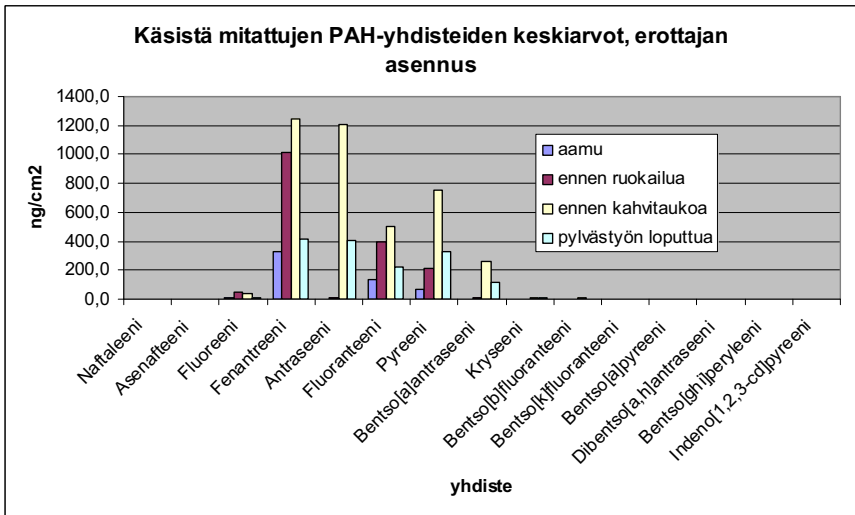
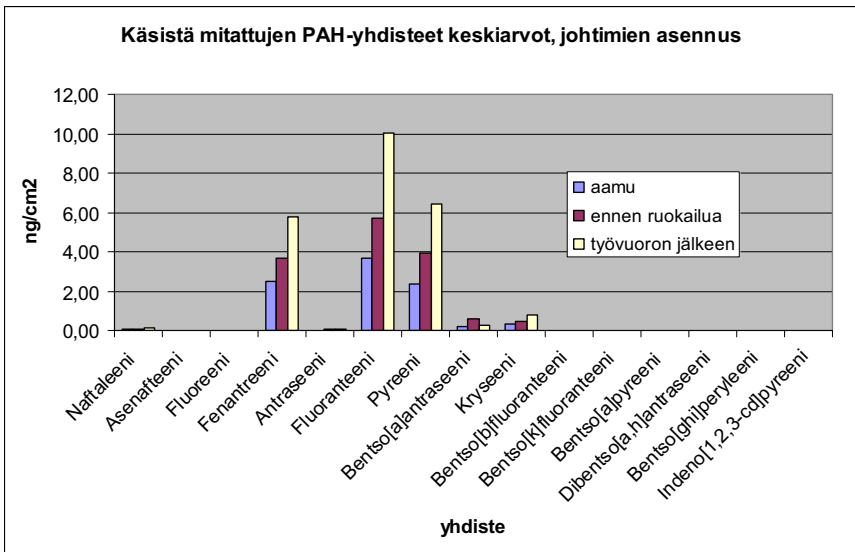
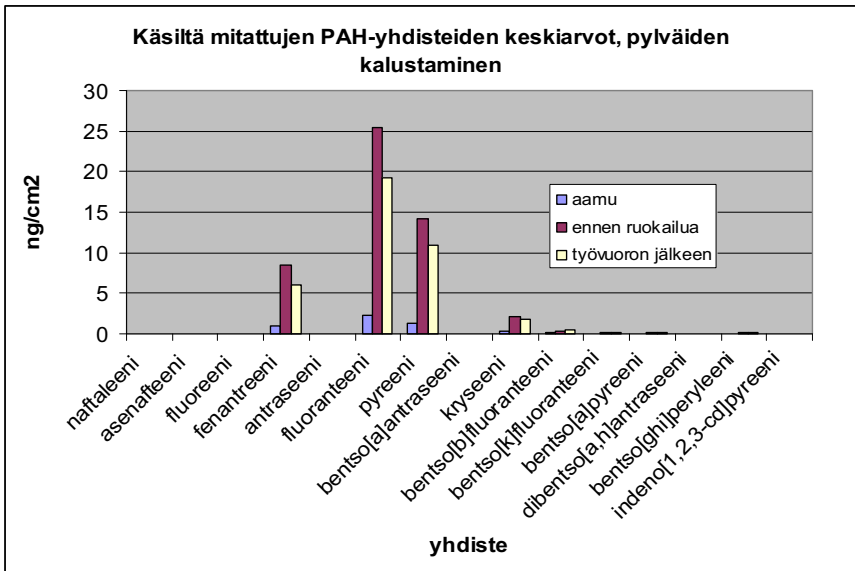
6.3. Altistuminen ihon kautta sekä käsineiden ja haalarien likaantuminen

PAH-yhdisteitä oli asentajien käsissä jo ennen työvuoron alkua. Mikäli kyseessä ei ole edellisenä päivänä tapahtunut ihoaltistuminen ovat kädet voineet likaantua käsiteltäessä työvälineitä varastolla aamulla ennen maastoon lähtöä tai työmaa-auton ohjaamossa. Myös sisältä likaantuneet suojakäsineet voivat olla syynä käsien likaantumiseen. Kaikilla työmailla oli suojakäsineinä nahkahansikkaat, jotka lähes aina olivat olleet käytössä useamman päivän ajan. Kahdella työmaalla käytettyjen työkalusineiden sisältä otettiin laboratorioissa pintanäyte PAH-yhdisteiden määrittämiseksi. Työkäsineiden sisäpinnoilla oli samoja PAH-yhdisteitä, joita esiintyi käsillä ja pääosin samoja, joita oli pylvään työstössä syntyneessä sahapurussa.



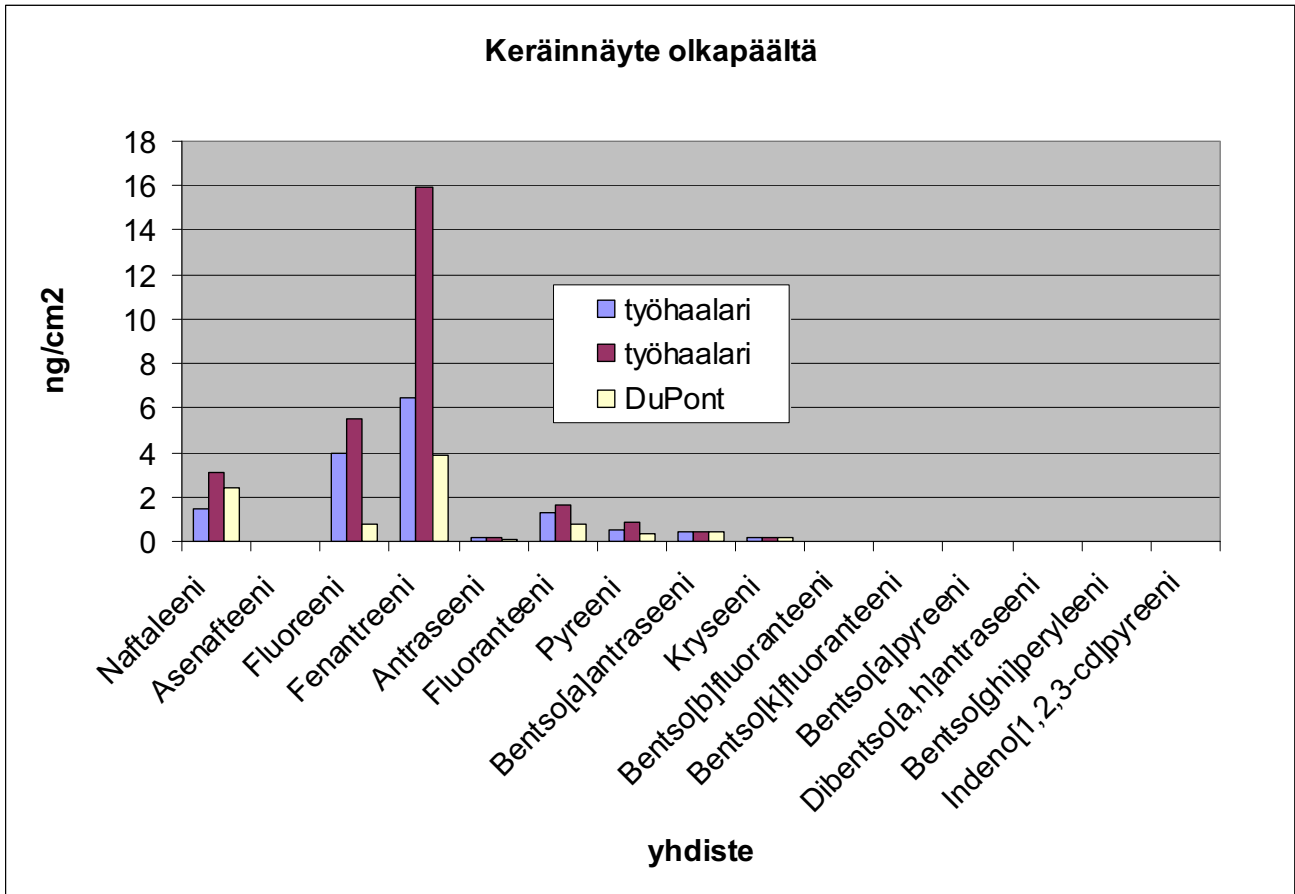
Kuva 1. Yleisimmin käytössä olevat työkalusineet

Päivän mittaan PAH-yhdisteiden pitoisuudet käsillä lisääntyivät siitä huolimatta, että kädet puhdistettiin tauoille lähdeettäessä hyvin auringonkukkaöljyllä ja kosteuspyyhkeillä (kuva 2.). Yksittäisien henkilöiden näytteissä yhdisteiden määrä käyttäytyi loogisesti ollen korkeampana niillä henkilöillä, jotka tietynä aikana työskentelivät pisimpään pylväissä. Pisimmän ajan pylväissä työskenneltiin erottajan asennuksen aikana, jolloin mitatut PAH-pitoisuudet olivat selvästi suurempia kuin projektin aikana aikaisemmin kahdella muulla työmaalla mitatut pitoisuudet.



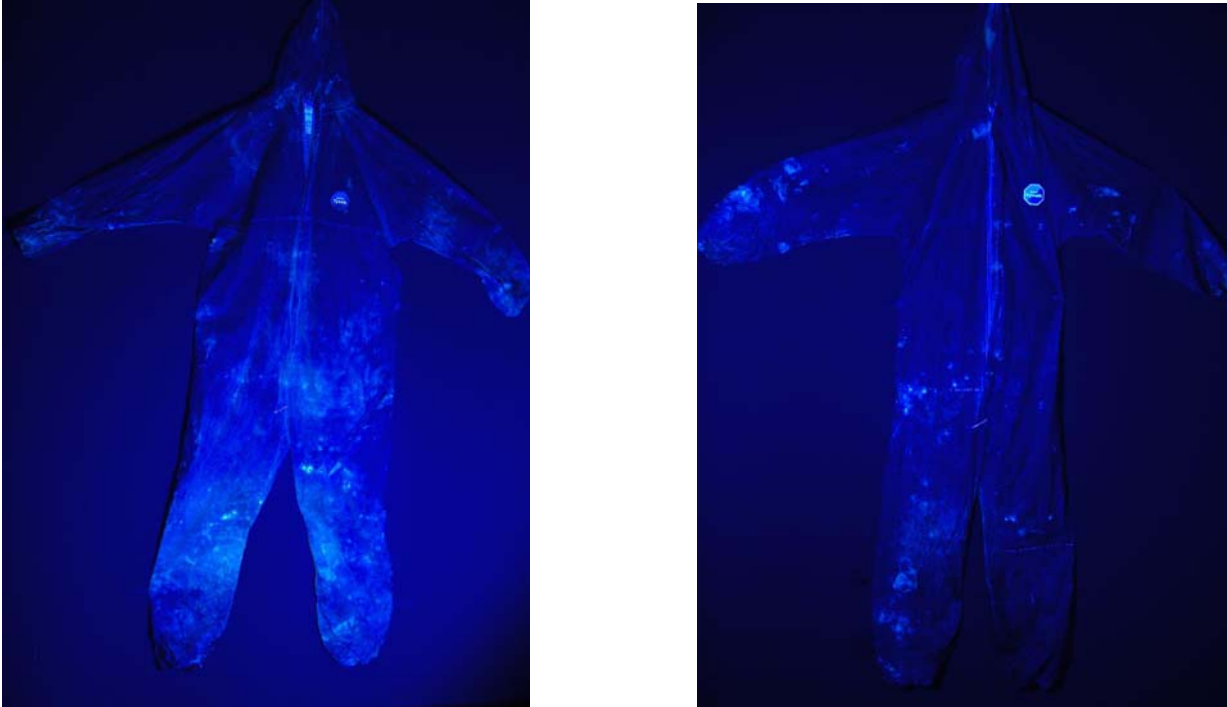
Kuva 2. PAH-yhdisteiden pitoisuudet käsissä pylväiden kalustamisen, johtimien asentamisen ja erottajan asennuksen aikana.

Vaatetuksen alle, olkapään iholle, kiinnitetyillä lappukeräimellä otetuissa näytteissä oli myös PAH-yhdisteitä. Nämä tulokset on esitetty pylväsdiagrammina kuvassa 3. Pienimmät pitoisuuden vaatetuksen alta mitattiin henkilöltä, joka käytti koko päivän ajan kevyttä kemikaalisuojahaalaria (DuPont), vaikka hän työskenteli pisimpään pylväissä. Muut kaksi miestä käytti tavanomaista työhaalaria. Koejärjestely tehtiin asentajien pyynnöstä suojahaalarin vaikutuksen selvittämiseksi.



Kuva 3. Pylväsdiagrammeissa on esitetty olkapään iholle kiinnitetyillä lappukeräimellä mitattujen PAH-yhdisteiden pitoisuudet. Mittaukseen osallistui kolme asentajaa, joista kaksi käytti tavanomaista työhaalaria ja yksi DuPontin kevyttä kemikaalisuojahaalaria. DuPontin kemikaalisuojahaalaria käyttäneen henkilön mittaustulokset on esitetty keltaisilla pylväillä.

Kalustustyössä käytetyt haalarit valaistiin laboratoriossa UV-valolla PAH-yhdisteillä likaantuneiden alueiden havaitsemiseksi ja valokuvattiin (Kuva 4.). Likaisimmat alueet olivat hihoissa ja lahkeissa. Ylävartaloa suojasi työn aikana heijastinliivi. Pylväässä työskenneltäessä jalat ja käsivarret ovat eniten kosketuksessa pylvääseen.



Kuvat 4. UV-valolla valaistut Tyvek-haalarit, joita on käytetty kreosootilla kyllästettyjen sähköpylväiden kalustamistyössä. Vasemmalla UV-valo on kohdistettu haalariin lattiatasosta, joten haalarin yläosan likaantuneet alueet eivät tule kokonaan näkyviin. Oikealla UV-valo on kohdistettu haalariin keskeltä vasemmalta, joten oikean puolen likaantumisen ei näy hyvin kuvassa.

6.4. Kokonaisaltistuminen PAH-yhdisteille, biomonitorointitulokset

Biomonitorointitulokset kuvaavat ns. kokonaisaltistumista eli hengitysteiden, ihon ja suun kautta tulevan altistumisen tasoa yhteensä. Biomonitorointinäytteistä ei voi päätellä sitä, millä tavalla altistuminen tapahtuu. Suojatoimenpiteiden suuntaamiseksi tarvitaan edellä esitettyjä työhygieenisia mittauksia. PAH-altistumisen biomonitoroinnissa mitataan virtsasta 1-hydroksipyreenin eli 1-pyrenolin pitoisuutta; altistumattomien viiteraja on 3 nmol/l. Altistumattomien viiteraja tarkoittaa pitoisuutta, joka ei yleensä ylity työssään ao. kemikaalille altistumattomilla suomalaisilla. Se on siis raja työperäisen ja muun altistumisen välillä.

Biomonitoroinnin toimenpiderajaa (ohjeraja-arvoa) 1-hydroksipyreenille ei ole toistaiseksi esitetty mutta sitä valmistellaan Työterveyslaitoksella. Biomonitoroinnin toimenpideraja määritellään samalla tavoin kuin HTP-arvot; se on siis ohjeellinen viiteraja-arvo, joka työnantajan on otettava huomioon arvioidessaan työoloja. Usein biomonitoroinnin toimenpideraja on johdettu hyvistä työtavoista, tavallisimmin HTP-arvoista ja se edustaa keskimääräistä biologisessa näytteessä odotettavaa pitoisuutta, kun työpäivän altistuminen on haitalliseksi tunnetun pitoisuuden suuruinen. Tätä menettelytapaa ei voida aina käyttää, erityisesti ihoaltistumisen ollessa kyseessä, kun aine ilman kemikaalipitoisuudella on vähän merkitystä altistumiselle.

Koksaamotyöhön, joka on myös PAH-yhdisteille altistavaa työtä, on hollantilainen Jongeneelen esittänyt toimenpiderajaksi 20 nmol/l.

PAH-yhdisteille altistavassa työssä 1-hydroksipyreenin pitoisuus on korkeimmillaan yleensä heti työvuoron jälkeen tai illalla ennen nukkumaanmenoa. Mikäli pääasiallinen altistuminen tulee hengitysilman kautta, 1-hydroksipyreenin pitoisuus laskee tavallisesti seuraavaan aamuun mennessä. Hydroksipyreenille on raportoitu erilaisia puoliintumisaikoja, joista 16 tuntia on ehkä yleisin ja siten käyttökelpoisin altistumista arvioitaessa.

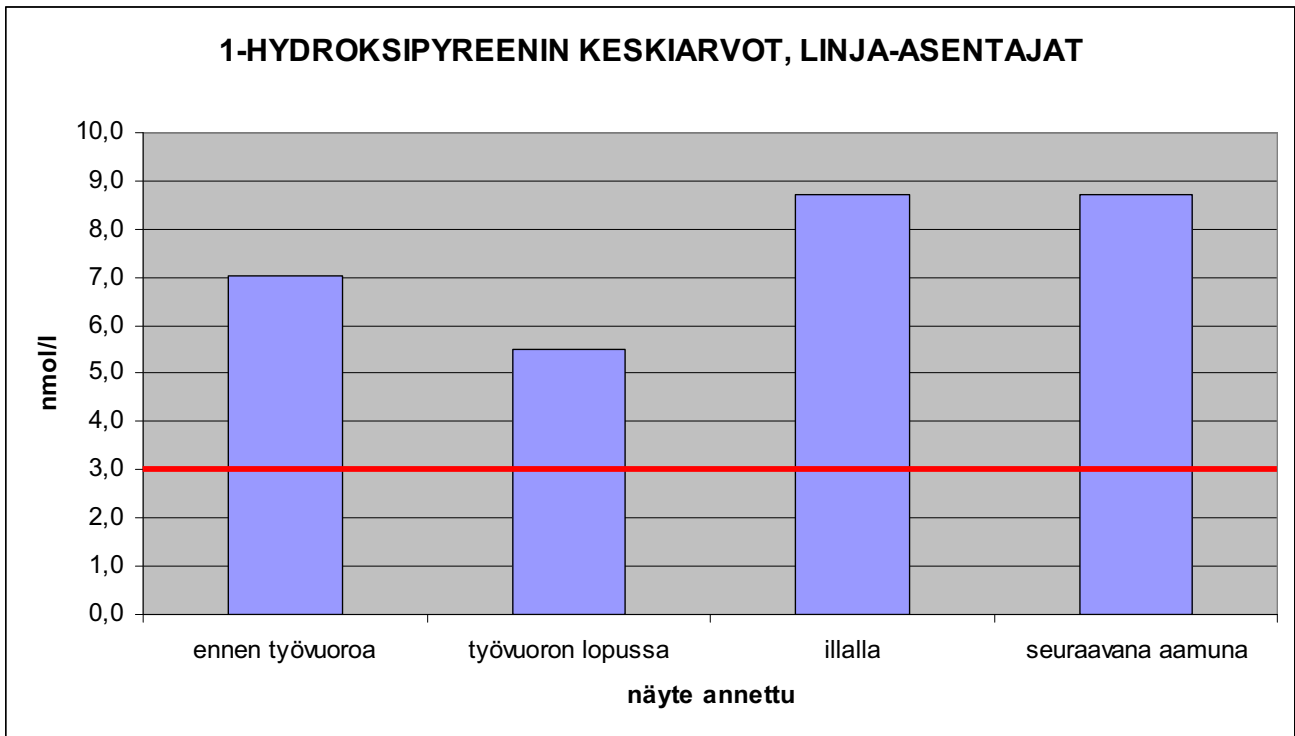
Kaikissa näytteissä 1-hydroksipyreenin pitoisuus ylitti altistumattomien viiterajan 3 nmol/l. Pitoisuus ei laskenut alle altistumattomien viiterajan seuraavaan aamuun mennessä, eikä se myöskään ollut tämän rajan alapuolella ennen työvuoron alkua.

Kuvassa 5. on esitetty biomonitorointituloksien keskiarvot yhdeltä työmaalta. Yksittäisten henkilöiden tulokset, joita tosin ei tässä esitetä, olivat loogisia: vähiten altistui asentaja, joka työskenteli lyhimmän aikaa pylväissä ja eniten, hyvästä ihon suojauksesta huolimatta, pisimpään pylväissä työskennellyt mies. Koska PAH-pitoisuudet käsien iholla tällä työmaalla olivat samaa suuruusluokkaa kaikilla miehillä, on todennäköistä, että pylväiden porauksessa syntyvän pölyn nieleminen tai hengittäminen vaikutti osaltaan altistumisen. Merkittävimpiä PAH-altistumisen reittejä pylvästyössä ovat (ei tärkeysjärjestyksessä):

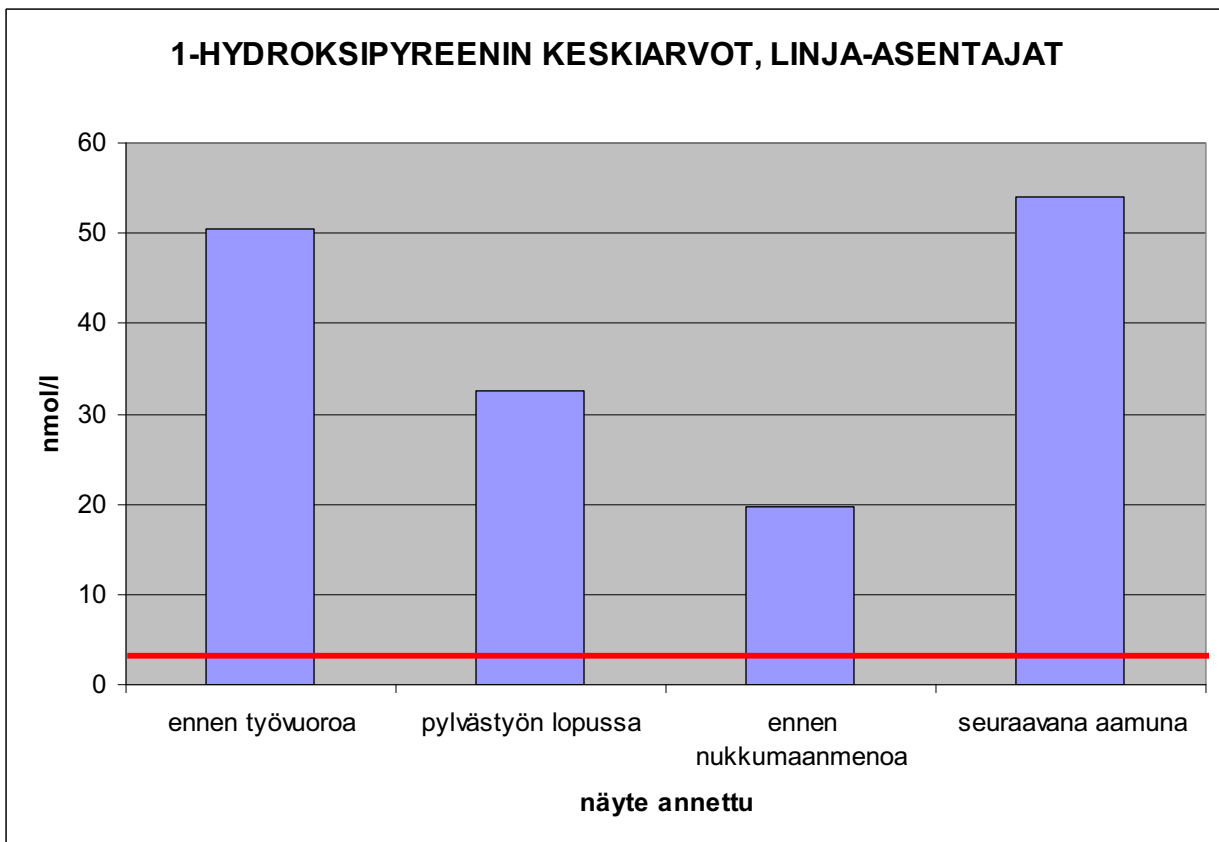
- 1) sisältä likaantuneiden käsineiden aiheuttama altistuminen
- 2) porauksessa ja sahauskassa syntyvän puupölyn hengittäminen ja joutuminen iholle
- 3) kyllästeen kulkeutuminen käsistä suuhun
- 4) ihoaltistuminen likaantuneiden työvaatteiden kautta
- 5) haihtuvien kreosoottihöyryjen hengittäminen

Tulosten perusteella, mitatun kaltaisissa koleissa olosuhteissa keskeisimmät altistumisreitit ovat reitit 1) ja 2). Kemikaalinsuojajaalari antoi tässä tapauksessa hyvän suojan mutta se ei yksinään riitä. Puun poraus ja sahaus saattavat synnyttää hetkittäisesti ilmaan korkeita PAH-annoksia ja pölyn laskeutuessa iholle ja vaatteille myös pitempiaikaista altistumista.

Kuvassa 6. on esitetty biomonitorointitulosten keskiarvot työmaalta, jossa asennustyötä tehtiin noin seitsemän tuntia. Sen lisäksi, että työskentely pylväässä kesti pitempään, myös kontakti pylväaseen oli työn luonteesta johtuen tiiviimpi kuin kuvan 5. tilanteessa.



Kuva 5. PAH-altistumista kuvaavan 1-hydroksipyreenin keskiarvopitoisuudet linja-asettajien näytteissä eräällä työmaista. Työ pylväissä kesti noin viisi tuntia. Altistumattomien viiteraja, 3 nmol/l, on merkitty kuvaan.



Kuva 6. PAH-altistumista kuvaavan 1-hydroksipyreenin keskiarvopitoisuudet työmaalla, jossa pylväissä työskenneltiin noin seitsemän tuntia. Kuvaan on merkitty altistumattomien viiteraja, 3 nmol/l. Analyysimenetelmästä aiheutuu tässä tapauksessa se, että "Ennen nukkumaanmenoa" näytteiden keskiarvopitoisuus jää todellista alhaisemmaksi.

7. Johtopäätökset ja suositukset

Biomonitorointitulosten perusteella työskentely pylväissä altistaa eräissä tapauksissa merkittävästi kyllästeen sisältämille PAH-yhdisteille. Oleellista on se, että biomonitorointiarvot eivät laske altistumattomien viiterajan alapuolelle vuorokauden aikana.

Tehokkain suoja-toimenpide jatkoa ajatellen on pylvään tahraavuuden vähentäminen, joko kyllästystekniikkaa ja kyllästettä kehittämällä tai viimekädessä kreosoottikyllästetyn pylvään korvaaminen jollakin muulla, lahosuojauksen kannalta turvallisella, vaihtoehdolla. Maastossa tulee kuitenkin olemaan kreosoottikyllästettyjä pylväitä, joten nykyisiä suojautumiskäytäntöjä ja työtapoja on kehitettävä.

Linja-asentajien altistumista kreosoottikyllästeessä oleville PAH-yhdisteille on syytä seurata viirtsasta mitattavan 1-hydroksipyreenin eli 1-pyrenoinin avulla. Näyte annetaan työvuoron jälkeen. Altistumisen kestoa on myös hyvä tarkkailla altistavan työjakson aikana annetun aamunäytteen avulla. PAH-altistumisen ollessa kyseessä työterveyshuollon suorittamien määräaikaistarkastusten oleellisin tehtävä on altistumisen seuranta ja sen minimointi kertomalla aineiden haittavaikutuksista ja opastamalla työntekijöitä turvalliseen työskentelyyn (Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet). Terveystarkastukset työterveyshuollossa, Sininen kirja s. 273, 2 painos, Työterveyslaitos 2006.).

Henkilönnostimen tai korin avulla voidaan vähentää kiinteää kontaktia pylvääseen.

Uusille työntekijöille on syytä järjestää perusteellinen työnopastus. Kaikille työntekijöille tarvitaan ohjeet hyvistä työtavoista ja henkilösuojaimien käytöstä. Toistuvalla koulutuksella suojainten käytöstä ja aineiden terveysvaikutuksista voidaan edistää hyvien työtapojen omaksumista. Hyvä ammattitaito ja huolellinen työskentely vähentävät altistumista.

Henkilökohtaisesta hygieniasta, ihon ja vaatetuksen puhtaudesta huolehtiminen on erittäin tärkeää. Suoja- ja alusvaatetus on vaihdettava riittävän usein.

Työskentelyä kreosoottipylväissä kannattaa mahdollisuuksien mukaan rajoittaa vuoden lämpimimpänä ajankohtana. Kylläste voi olla pylväissä paikoitellen paksuina kerroksina. Tällainen kerros on viileällä säällä kiinteä mutta muuttuu lämpimässä tahraavaksi hyytelöksi.



Kuva 7. Kreosoottikylläste voi olla paksuna kiinteänä kerroksena pylvään pinnalla.

Suojakäsineet, kevyt kemikaalisuojahaalari, FFP2- tai FFA2P2-luokan suodattava puolinaamari ja suojalasit ovat tarpeelliset työskenneltäessä kreosoottipylväiden kanssa. Kemikaalisuojahaalari suojaa selvästi kehoa altistumiselta, joten sitä tulee käyttää, työn rasittavuus huomioiden, aina kun se on mahdollista.



Kuva 8. Suojautuminen pylväitä sahattaessa tai porattaessa.



Kuva 9. A-pylvään rakentamista.

Pylväiden sahausten ja porauksen aikana altistutaan kyllästetyn puun pölylle ja pölyssä oleville PAH-yhdisteille mikäli asianmukaista hengityksensuojainta ei käytetä. Kyllästettyä pylvästä työstettäessä on käytettävä vähintään FFP2-luokan suodattavaa puolinaamaria ja suojalaseja. Naamari estää myös pylvään työstössä syntyvää pölyä joutumasta suuhun tai nenään. Haalarin huppu estää pölyn pääsyn suojapuvun kaula-aukosta iholle ja alempiin vaatekerroksiin. Hupun kanssa kuulosuojaimina voi käyttää korvatulppia. Suojahaalarin lahkeet vedetään saappaiden varsien päälle. Puun poraus ja sahaus on tärkeää tehdä tuulen yläpuolelta (kuva 10.), jolloin syntyvä puupöly kulkeutuu asentajasta pois päin; mittaus tulosten perusteella tällä on ratkaiseva vaikutus altistumiseen.



Kuva 10. Puuta sahattaessa tai porattaessa työ on hyvä tehdä tuulen yläpuolelta. Tässä navakka tuuli käy peltoaukealta asentajien takaa. Henkilökohtaisella näytteenotolla ei saatu punnittavaa määrää pölyä mutta asentajan edessä kiinteässä mittauspisteessä puupölyn määrä ylitti moninkertaisesti HTP-arvon.

Kreosootikyllästetyistä pylväistä haihtuvat höyryt sisältävät useita silmiä ja limakalvoja ärsyttäviä aineita. Ulkoilmassa höyryjen pitoisuudet tuskin nousevat HTP_{8h} -arvojen tasolle mutta siitä huolimatta ärsytysoireita esiintyy ja kyllästeen haju saattaa olla voimakas. Hajuhaitan vähentämiseen voidaan kokeilla esimerkiksi FFA2- tai FFA2P2-luokan suodattavia puolinaamareita, joista jälkimmäinen suodattaa samalla myös pölyjä. Suodattavat puolinaamarit ovat yleensä kertakäyttöisiä.

Suojakäsineiksi suositamme LLDPE-suojakäsineitä (Ansell, Barrier®). Suojakäsineet on laitettava puhtaisiin käsiin ja sisältä likaantuneet käsineet on vaihdettava heti puhtaisiin. Pylvästyöskentelyssä nahkakäsine on käytännöllisempi kuin kemikaalisuojakäsine. Joissakin tapauksissa käsineen mekaanisilta vaaroilta suojaava ominaisuus voi myös olla tarpeellinen. Tolppakengät irrottavat eräistä kreosootilla kyllästetystä pylvästä isoja tikkuja, jotka saattavat tunkeutua tavanomaisten suojakäsineiden lävitse (kuva 11.).



Kuva 11. Tolppakenkien irrottamia tikkuja kreosoottipylväessä.

Nahkakäsineen sisällä voidaan myös kokeilla ohuempaa kemikaalisuojakäsineitä, jolloin alimmaisiksi ihoa vasten kannattaa laittaa ohut puuvillakäsine jotta iho pysyy kuivana. Pelkästään nahkakäsineitä käytettäessä työkalut on vaihdettava usein, vähintään 1 - 2 kertaa työvuoron aikana, ja on mahdollista, että nahkakäsine ei tällöinkään riitä suojaamaan altistumiselta.

Huomiota pitää kiinnittää myös työvälineiden puhtauteen. Mikäli turvaköysiä, pylväskengiä, vasaroita, poria ym. välineitä ei voida pitää puhtaina, on niitä käsiteltäessä syytä aina käyttää suojakäsineitä. Suojakäsineiden käyttäminen on syytä ohjeistaa.

Työvälineet samoin kuin henkilösuojaimet ja suoja-asut tarvitsevat omat kuljetus- ja säilytystilansa (kuva 12.). Kreosoottilla kyllästetyille pylvälle olisi hyvä varata omat työvälineensä.



Kuva 12. Henkilösuojaimille ja työvälineille on hyvä varata omat säilytystilansa, jotta esimerkiksi työmaa-ajoneuvojen ohjaamot eivät likaantuisi kyllästeellä.

Kädet pitäisi voida puhdistaa maastossa työskenneltäessä. Kasvojen pesu on myös tärkeää. Mikäli pesumahdollisuutta ei voida järjestää, voidaan kädet puhdistaa perusvoiteella ja kosteuspyyhkeillä. Paras ratkaisu on kuitenkin vesipesu siihen soveltuvan perusvoiteen kanssa. Usein käytettynä tavanomaiset saippuat vaurioittavat ihoa. Saippuat sisältävät usein natriumlauryylisulfaattia tai natriumeetterisulfaattia, jotka heikentävät ihon luontaista kemikaalisuojakerrosta.

8. Lopuksi

Työskentely kreosootilla kyllästetyissä pylväissä altistaa kyllästeelle ja sen sisältämille PAH-yhdisteille. Tämän tutkimuksen perusteella altistuminen kuvatus kaltaisissa olosuhteissa tapahtuu pääasiassa ihon kautta. Paitsi, että aineet imeytyvät ihon läpi, ne voivat kulkeutua käsistä suuhun. Toisin kuin hengitystiealtistumisen ollessa kyseessä ihoaltistuminen jatkuu helposti työvuoron jälkeenkin. Nykyisten kyllästeiden koostumus on muuttunut altisteiden osalta parempaan suuntaan siten, että ns. raskaita PAH-yhdisteitä, esimerkiksi bentso[a]pyreeniä, ei uusien pylväiden osalta havaittu mittauksissa.

Kyllästeestä haihtuville höyryille altistuminen oli vähäistä. Haihtuvia aineita on paljon mutta niiden pitoisuudet ovat hyvin pieniä: mitatut pitoisuustasot ovat pääasiassa alle tuhannesosa kyseisten aineiden HTP_{8h}-arvoista. Lämpiminä päivinä, auringon kuumenaessa pylväiden pintoja, haihtuminen on luonnollisesti voimakkaampaa.

Pylväiden porauksessa ja sahauksessa syntyvä kyllästetty puupöly sisältää PAH-yhdisteille. Vaikka puuntyöstövaiheet ovat lyhyitä niin iholle ja hengitysteihin tuleva pöly todennäköisesti lisää ja pidentää PAH-altistumista. Puupöly itsessäänkin on ongelmallinen nenäsyöpävaikutuksensa ja herkistävyytensä johdosta.

Höyryt ja kyllästetty sisältävä puupöly voivat ärsyttää ihoa, silmiä ja limakalvoja. Eräät PAH-yhdisteet tehostavat UV-valon vaikutusta iholla, erityisesti keväisin auringosta tulevan säteilyn heijastuessa hangilta.

Tämän raportin Johtopäätöksissä ja suosituksissa on esitetty altistumista vähentäviä ratkaisuja. Tärkeimpiä käytännön toimenpiteitä ovat:

- 1) Altistumisen selvittäminen työpaikkakohtaisesti, esim. biomonitoroinnin avulla; riskinarvio
- 2) Työterveyshuolloille suunnatun koulutuksen järjestäminen.
- 3) Linja-asentajille suunnattujen koulutusten järjestäminen.
- 4) Pylvään tahraavuuden vähentäminen/pylvään korvaaminen.
- 5) Henkilönostimen tai korin käyttäminen.
- 6) Henkilösuojaimet, erityisesti nahkahansikkaiden vaihtaminen riittävän usein.
- 7) Altistuvien työntekijöiden ilmoittaminen ASA-rekisteriin

Suojatoimenpiteiden vaikutusta ja kohdistamista voidaan kätevästi arvioida biomonitoroinnin (virtsan 1-pyrenolin eli 1-hydroksipyreeni) avulla. Altistumisen keston sekä altistumistavan selvittämiseksi tulee pyytää työvuoron jälkeisen näytteen lisäksi myös altistavan työjakson aikana annettu aamunäyte. Mikäli 1-pyrenolin pitoisuus on myös aamunäytteessä korkealla, on se viite ihon kautta tapahtuvasta altistumisesta. Biomonitorointituloksiin perustuva tiedottaminen kyllästeen haitoista sekä opastaminen turvallisiin työtapoihin ovat tärkeä ja työterveyshuoltojen kannalta pääasiallisin tapa vähentää kyllästeen aiheuttamia terveyshaittoja.

Kreosootikylläste on useimmille linja-asentajille, työnjohtajille ja työterveyshuoltojen henkilöstöille uusi altiste. Ihon kautta tapahtuva altistuminen poikkeaa tavanomaisesta hengitystiealtistumisesta mm. siinä, että altistuminen jatkuu helposti työvuoron jälkeen ja että hetkellinen kontakti liikaavaan pintaa voi johtaa pitkään altistumiseen. Tärkeää on myös ymmärtää, että likaisilta käsiltä aineita kulkeutuu suuhun. Sekä työterveyshuoltojen että yritysten henkilöstö tarvitsee koulutusta tästä altisteesta, altistumistavasta ja altistumisen ehkäisemisestä.

Valtioneuvoston asetuksessa työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta, 716/2000, esitetään keskeiset toimintatavat altistumisen vähentämiseksi. Parhain vaihtoehto tässäkin tapauksessa on kehittää kyllästysmenetelmää, kyllästettyä tai pylvästä vähemmän tahraavaksi tai viimekädessä pyrkiä korvaamaan kreosoottilla kyllästetty pylväs vähemmän altistavalla, lahosuojauksen kannalta turvallisella, vaihtoehdolla. Energiateollisuus ry on jo aloittanut VTT:n kanssa pylväiden lahosuojaukseen liittyvät kehittämistoimet. Kyllästämisellä oli alkuvaiheessa, kovasta kysynnästä johtuen, vaikeuksia toimittaa työmaille riittävän kuivia pylväitä. Tilanne on nyt parantunut, lisäksi linjanrakentajat voivat palauttaa määrät pylväät kyllästäjälle.

Henkilönostimen tai korin käyttö vähentää kosketusta pylväaseen työn aikana. Tutkimustulokset osoittavat selvästi, että mitä tiiviimpi kontakti pylväaseen on, sitä enemmän kyllästeelle altistutaan.

Asentajat käyttivät työssään nahkahansikkaita. Pääsääntöisesti samoja käsineitä oli käytetty usean päivän ajan. Kaksi hansikasparia tutkittiin laboratoriossa ja molempien sisäpinnalta löytyi PAH-yhdisteitä. Nahkahansikas soveltuu mekaanisten ominaisuuksiensa puolesta pylvästyöskentelyyn hyvin ja todennäköisesti riittävän usein vaihdettuna se suojaaa ihoa kuivalta kyllästeeltä.

Henkilönsuojaimet: suojakäsineet, kevyt kemikaalisuojapuku ja hengityksensuojain vähentävät altistumista. Säännöllisellä koulutuksella motivoidaan kaikkia työntekijöitä käyttämään henkilönsuojaimia tunnollisesti ja oikein. Maltillinen ja ammattitaitoinen työskentely sekä hyvä hygienia ovat olennainen osa työturvallisuutta. Uusille työntekijöille työskentely kreosoottipylväissä on syytä sisällyttää työnopastukseen. Työskentelystä sekä suojainten käytöstä ja huollosta on hyvä tehdä kirjalliset ohjeet.

PAH-yhdisteille altistuvat työntekijät ilmoitetaan ASA-reksiteriin. Työnantajan on pidettävä luetteloa syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille altistuvista työntekijöistä. Tiedot toimitetaan vuosittain asianomaiseen työsuojelupiiriin toimistoon. Näistä tiedoista muodostuu ASA-tiedosto eli ammatissaan syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille altistuvia työntekijöitä koskeva tiedosto. Tiedostoa ylläpitää Työterveyslaitos.



Toimenpidesuosituksia linja-asentajien kreosottialtistumisen vähentämiseksi

Kreosootilla kyllästetyissä pylväissä työskennellessä altistuminen tapahtuu pääasiassa ihon kautta. Paitsi, että kreosootin sisältämät PAH-yhdisteet imeytyvät ihon läpi, ne voivat kulkeutua käsistä suuhun. Toisin kuin hengitystiealtistumisen ollessa kyseessä ihoaltistuminen jatkuu helposti työvuoron jälkeenkin. Myös pylväiden porauksessa ja sahauksessa syntyvä kyllästetty puupöly sisältää PAH-yhdisteitä. Vaikka puuntyöstövaiheet ovat lyhyitä niin iholle ja hengitysteihin tuleva pöly todennäköisesti lisää ja pidentää PAH-altistumista. Kyllästeestä haihtuu useita aineita mutta niiden pitoisuudet ilmassa ovat yleensä vähäisiä. Höyryt ja kyllästetty sisältävä puupöly voivat ärsyttää ihoa, silmiä ja limakalvoja. Kuumina päivinä pylväistä haihtuu tavanomaista enemmän kyllästehöyryjä, kevähankien aikaan iholle joutunut kylläste voimistaa auringon UV-valon vaikutusta.

Työterveyshuollot

- 1) Altistumisen biomonitorointi, virtsasta määritettävä 1-pyrenoli
 - altistavan työvuoron jälkeen tai illan aikana annettu näyte
 - seuraavana aamuna annettu näyte: altistumisen kesto.
- 2) Kerrotaan asentajille kyllästeen terveysvaikutuksista ja opastetaan turvalliseen työskentelyyn.

Työnantaja

- 1) Työntekijöiden altistumisen selvittäminen työterveyshuollon kanssa ja riskinarvio
- 2) Työmaille otetaan vain kuivia pylväitä
- 3) Henkilönostimen tai korin käyttäminen
- 4) Työntekijöille suunnattu koulutus:
 - työtavat
 - suojainten: käyttö ja huolto
- 5) Henkilönsuojaimet työntekijöille
 - sopivat työkäsineet
 - nahkahansikkaita käytettäessä ne pitää vaihtaa riittävän usein/päivittäin
 - kevyt kemikaalinsuojapuku (myös poraus ja sahaus)
 - FFP2- suodattavat hengityksensuojaimet (poraus ja sahaus)
 - FFA2-suojain (FFA2P2) voi vähentää hajuhaittoja
- 6) Työasut pestään riittävän usein (vähintään kerran viikossa)
- 7) Välineet käsien ja kasvojen puhdistamiseen
- 8) Työvälineiden ja työmaa-autojen puhtaudesta huolehtiminen
- 9) Altistuvien asentajien ilmoittaminen ASA-rekisteriin

Linja-asentajat

- 1) Hyvä hygienia: peseytyminen ja vaatetus, käsineiden vaihtaminen puhtaisiin tarvittaessa
- 2) Huolelliset työtavat
- 3) Suojaimien käyttäminen (kuvattu yllä, kohta 5)

Lisätietoja

Mauri Mäkelä
Mauri.Makela@ttl.fi
 +358 (0)46 851 2519
 Työterveyslaitos
 Oulun aluetoimipiste
 Aapistie 1
 90220 Oulu