



Työterveyslaitos

TAVOITETASO TY-02-2009
4.11.2009

Metallityöstönesteiden alkanoliamiinien tavoitetasoperustelumuistio

Työterveyslaitos

Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki
puh. 030 4741, faksi 030 474 2779

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

Sisällysluettelo

YHTEENVETO	1
1 Fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet	2
2 Altistuminen	2
2.1 Alkanolamiinit ja niiden käyttö	2
2.2 Altistumistasot suomalaisilla työpaikoilla	3
3 Vertailu- ja raja-arvoja alkanoliamiineille	4
3.1 Alkanoliamiinien HTP-arvot ja niiden perustelut	4
3.2 Muut metallintyöstössä käytetyt HTP-arvot	4
3.3 Altistumistasojen ja raja-arvojen vertailu	4
3.4 Indikaattoriaineryhmän valintaperustelut	5
4 Altistumisen hallintakeinot	6
4.1 Teknologiatason parantaminen ja vaikutukset	6
4.2 Keinot altistumisen vähentämiseksi	6
5 Terveysvaikutukset	6
5.1 Hengitystievaikutukset	6
5.2 Ihovaikutukset	7
5.3 Muut terveysvaikutukset	7
6 Ehdotus alkanoliamiinien tavoitetasoksi	8
7 Kirjallisuus	8
Asiantuntijat	9

YHTEENVETO

Ehdotettu tavoitetaso

Taulukko 1. Tavoitetaso ja nykyiset HTP-arvot

Aine tai aineryhmä	HTP-arvot		Tavoitetaso
	8 h, mg/m ³	15 min, mg/m ³	8 h, mg/m ³
2-Aminoetanoli* (monoetanoliamiini)	2,5	7,6	-
Dietanoliamiini*	2	-	-
Trietanoliamiini	5	-	-
Morfoliini*	36	72	-
Öljysumu	5		-
Formaldehydi	0,37	1,2**	-
Alkanoliamiinit (yhteenlaskettu pitoisuus)	-	-	0,1

* huomautus "iho"

** katto-arvo

1 Fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet

Veteen sekoittuvat metallintyöstönesteet (lastuamisnesteet, leikkuunesteet) laimennetaan tyypillisesti noin 3-10% emulsioksi veteen. Ne perustuvat mineraali- tai kasviöljyyn, puolisynteettiseen voiteluaineeseen tai täyssynteettiseen voiteluaineeseen, ja ne sisältävät runsaasti mm. pinta-aktiivisia ja säilyvyyttä parantavia lisäaineita. Määrällisesti tärkeimmät lisäaineet ovat alifaattisia hiilivetyjä ja erilaisia rasvahappojohdannaisia sekä alkanoliamiineja, joiden osuus tiivisteissä on tyypillisesti 10-40 % (Henriks-Eckerman *et al.* 2008). Tiivisteiden pH on 9-10 johtuen alkanoliamiinien lisäyksestä. Muista lisäaineista formaldehydia vapauttavat biosidit ja rasvahappojen epäpuhtautena esiintyvät hartsihapot ovat terveysriskin kannalta huomioitavia yhdisteitä. Mainituista lisäaineista ainoastaan rasvahapot ja niiden esterit, joiden osuus tiivisteissä on tyypillisesti 5-10 %, ovat niin huonosti haihtuvia että ne jäävät suodattimelle öljysumun pitkäaikaisessa keräyksessä. Lähes kokonaan mineraaliöljystä koostuvia "suoria öljyjä" käytetään metallintyöstössä nykyään selvästi veteen sekoitettavia nesteitä vähemmän.

2 Altistuminen

2.1 Alkanolamiinit ja niiden käyttö

Alkanolamiinit ovat orgaanisia emäksiä, joissa amiiniryhmään on liittynyt yhdestä kolmeen alkoholiryhmää. Alkanoliamiineista työperäisen altistumisen kannalta merkittävimpiä ovat monoetanoliamiini (MEA), dietanoliamiini (DEA) ja trietanoliamiini (TEA), joskin näiden lisäksi on käytössä muitakin alkanolamiineja tai niiden johdannaisia.

Alkanolamiinien tärkeimpiä käyttökohteita ovat veteen sekoitettavat metallintyöstönesteet. Alkanolamiineilla on nesteissä useita käyttötarkoituksia, kuten korroosioesto, pH-säätö ja bakteerikasvuston estäminen (alkanolamiinit formaldehydia vapauttavien biosidien rakenneosina). Alkanolamiineilla ja erityisesti niiden rasvahappojohdannaisilla, kuten kookosrasvahappo-DEA:lla on metallintyöstönesteissä myös pinta-aktiivisia, emulsionmuodostumiseen vaikuttavia ominaisuuksia. Alkanolamiineja sisältäviä, veteen sekoitettavia metallintyöstönesteitä käytetään yleisesti metalliteollisuuden konepajoilla esimerkiksi sorvauksessa, porauksessa, hionnassa ja jyrinnässä työstöprosessin voiteluun ja jäähdyttämiseen sekä lastujätteen siirtoon pois työstökohdasta. Metallintyöstönesteiden sisältämille alkanolamiineille altistuu Suomessa arviolta 20 000 koneistajaa ja muuta metallintyöstäjää.

Metallintyöstönesteiden lisäksi alkanolamiineja käytetään myös mm. teollisuudessa käsiensuojavoiteissa, koti- ja suurtalouksien pesuaineissa, vahanpoistoaineissa ja kosmetiikan aineosana. Suomessa niitä on käytetty myös polyuretaanin vaahdotusprosessissa pinta-aktiivisena apuaineena.

2.2 Altistumistasot suomalaisilla työpaikoilla

Suomessa metallintyöstöprosesseissa on mitattu perinteisesti pölyä ja öljysumua. Työterveyslaitoksen toteuttaman Metallintyöstäjäprojektin yhteydessä, vuosien 2004-2005 aikana, mitattiin 10 koneistustyöpaikan ilmasta seuraavia epäpuhtauksia: öljysumu, hengittävää pölyä, endotoksiinit, mikrobit, haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), aldehydit ja alkanoliamiinit (Suuronen *et al* 2005, Henriks-Eckerman *et al* 2007, Suuronen *et al* 2008). Pitoisuuksien keskiarvot olivat seuraavat: öljysumu 0,14 mg/m³ (0,010-0,60), pöly 0,78 mg/m³ (<0,14-2,0), bakteerit 120 CFU/m³ (50-220), endotoksiinit 18 EU/m³ (<1,3-290), kokonais-VOC 1,9 mg/m³ (0,34-4,5), kokonaisaldehydit 0,095 mg/m³ (0,026-0,38) ja formaldehydi 0,040 (0,011-0,15) Ilmapitoisuuksien keskiarvot (mediaanit) olivat seuraavat: öljysumu 0,060 mg/m³, pöly 0,065 mg/m³, bakteerit 73 CFU/m³, endotoksiinit 6 EU/m³, kokonais-VOC 1,8 mg/m³, kokonaisaldehydit 0,054 mg/m³ ja formaldehydi 0,033 mg/m³.

Alkanoliamiinien kokonaispitoisuuden keskiarvo kymmenessä koneistustyöpaikassa oli 0,15 mg/m³ (0,0082-0,82) ja ko. mediaanipitoisuus oli 0,11 mg/m³ kun laskettiin mukaan myös biosideistä peräisin olevat alkanoliamiinit ja morfoliini. Projektin yhteydessä viidessä konepajassa kymmenestä kaikki mitatut alkanoliamiinien yhteispitoisuudet olivat vähintään 0,1 mg/m³. Yleisimmin esiintyvät alkanoliamiinit olivat mono- ja trietanoliamiini sekä biosidista peräisin oleva morfoliini.

Metallintyöstäjäprojektin mittaukset tehtiin tavallisissa suomalaissa konepajoissa, joiden pääprosessi on koneistus ja jossa valmistetaan erilaisia metallituotteita käyttäen enimmäkseen veteen sekoittuvia metallintyöstönesteitä. Työpaikat edustivat eri kokoluokkia; työntekijöiden määrä vaihteli alle 10 koneistajan pajoista yli 100 koneistajan yrityksiin. Kaikki yritykset olivat silloisen metalliteollisuuden keskusliiton, MET:n jäseniä. Tutkituissa työpaikoissa työhygienian taso oli vaihtelevaa, ts. osa koneista oli koteloitu ja varustettu paikallispoistoilla ja osa ei. Konekanta ja suojaukset saattoivat olla hyvin vaihtelevia myös työpaikkojen sisällä. Märkien työstökappaleiden puhdistukseen käytettiin yleisesti paineilmaa, mikä nostaa hetkellisesti aerosolipitoisuutta työntekijän hengitysvyöhykkeellä. Useimmissa työpaikoissa käytettiin öljysumerottimia ilman puhdistukseen. Metallintyöstäjäprojektin mittausten mukaan käsien ihon läpin tapahtuva altistuminen oli keskimäärin selvästi suurempi kuin hengitysteiden kautta tapahtuva altistuminen, mutta mitään korrelaatiota niiden välillä ei todettu (Suuronen *et al*. 2005, Henriks-Eckerman *et al*. 2007).

Metallintyöstäjäprojektin lisäksi työpaikkojen ilman alkanoliamiininäytteitä, joista TTL:n työhygieenikot ovat tehneet lausunnot, on analysoitu 23 kpl vuosina 2006-2009 seitsemästä eri työpaikasta. Kymmenessä näytteessä yhteispitoisuus oli vähintään 0,1 mg/m³.

3 Vertailu- ja raja-arvoja alkanoliamiineille

3.1 Alkanoliamiinien HTP-arvot ja niiden perustelut

Monoetanoliamiini (= 2-aminoetanoli, MEA):

HTP-8h: 2,5 mg/m³ (1 ppm), HTP-15min: 7,6 mg/mg³ (3 ppm), iho-huomautus

Aminoetanoli ärsyttää ihoa, silmiä ja hengitysteitä. Se voi aiheuttaa astmaa sekä allergista ihottumaa. HTP-arvon perustelut ovat sen ärsytys- ja hermostovaikutukset.

Dietanoliamiini (DEA): HTP-8h: 2 mg/m³ (0,46 ppm), iho-huomautus

DEA ärsyttää ihoa ja silmiä. Se voi aiheuttaa allergista ihottumaa ja DEAn aiheuttama astma on todettu yhdellä koneistajalla, kun provokaatiopitoisuus oli 1 mg/m³. HTP-arvon perustelut ovat ärsytys-, lisääntymisterveys, veri- ja herkistävät vaikutukset.

Trietanoliamiini (TEA): HTP-8h: 5 mg/m³

TEa ärsyttää ihoa ja silmiä. Se on aiheuttanut allergista kosketusihottumaa, astmaa tai muuta hengitystieallergiaa. HTP-arvon perustelut ovat sen ärsytysvaikutukset ja munuasiin kohdistuvat vaikutukset (eläinkokeiden perusteella).

Muut alkanoliamiinit (formaldehydivapauttajat): ainoastaan morfoliinilla on HTP-arvo:

HTP-8h: 36 mg/m³ (10 ppm), HTP-15min: 72 mg/m³ (20 ppm), iho-huomautus

Morfoliini ärsyttää ihoa ja silmiä. Se aiheuttaa kyynelvuotoa, nuhaa ja alempien hengitysteiden ärsytystä. Se voi aiheuttaa näköhäiriöitä (siniutua). HTP-arvon perustelut ovat sen ärsytys- ja näkövaikutukset.

Sekä DEA että morfoliini voivat nitriittien kanssa muodostaa nitrosoamiineja, jotka saattavat aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa.

3.2 Muut metallintyöstössä käytetyt HTP-arvot

Öljysumu: Öljysumulle ei ole olemassa suomalaista perustelumuiiota, vaan HTP-arvo perustuu ACGIH:n vanhoihin TLV-arvoihin.

Hengittyvä pöly: Hengittyvälle pölylle ei ole olemassa raja-arvoa, mutta ko. pitoisuutta verrataan orgaanisen tai epäorgaanisen pölyn raja-arvoon, joka perustuu, samoin kuin öljysumu, ACGIH:n vanhoihin TLV-arvoihin.

Formaldehydi: HTP-8h: 0,37 mg/m³ ja HTP-15min: 1,2 mg/m³ (katto-arvo). HTP-arvo perustuu lähinnä formaldehydin ärsytysvaikutuksiin silmissä ja ylähengitysteissä. Toimistotilojen enimmäisarvo on 0,1 mg/m³ (Asumisterveysohje 2003).

3.3 Altistumistasojen ja raja-arvojen vertailu

Suurin osa Työterveyslaitoksen toteuttamassa metalliprojektissa mitatuista epäpuhtauksista (n. 42 näytettä/epäpuhtaus) alitti selvästi nykyiset HTP-arvot (taulukko 1). Öljysumua on tähän asti yleisesti käytetty kuvaamaan altistumista metallityöstönesteille. Mitatut öljysumupitoisuudet olivat yhtä konepajaa lukuun ottamatta alle 0,2 mg/m³ (ACGIHn raja-arvo). Vertailu Suomen HTP-arvoon, 5 mg/m³, on harhaanjohtavaa, koska työntekijät

oireilevat, vaikka pitoisuus olisi alle $0,2 \text{ mg/m}^3$ (Suuronen *et al.* 2005, Jaakkola *et al.* 2009, Oudyk *et al.* 2003). Mitatut hyvin pienet öljysumupitoisuudet voivat johtua siitä, että veteen sekoittuvista metallintyöstönesteistä muodostuu pääasiassa sellaista sumua, joka ei ole määritettävissä nykyisellä keräys- ja analyysimenetelmällä, koska lisäaineiden hyvän haihtuvuuden takia ne menevät suodattimen läpi pitkäaikaisessa näytteenotossa; samoin veteen sekoittuvista työstönesteistä muodostuva sumu sisältää etupäässä vettä eikä hiilivetyjä. Toinen selitys on, että tutkituissa metallintyöstöprosesseissa ei synny mitattavia määriä sumua, vaan ilmaan pääsee lähinnä haihtuvia yhdisteitä (Henriks-Eckerman *et al.* 2007, Suuronen *et al.* 2008).

3.4 Indikaattoriaineryhmän valintaperustelut

Vaikka metallintyöstönesteiden tiedetään aiheuttavan hengitystieoireita, yksittäisten aineosien haitallisuudesta hengitysteille on vain vähän tietoa; oireita voivat aiheuttaa todennäköisesti useat lastuamismestien aineosat, kuten alkanolamiinit, formaldehydi ja muut säilytteet tai lastuamismestien kasvavat mikrobit ja niiden aineenvaihduntatuotteet, tai em. altisteiden yhteisvaikutukset. Altistumista metallintyöstönesteille tulisi arvioida kokonaisuutena, ja arvioinnissa on hyödyllistä käyttää veteen sekoittuvia metallintyöstönesteitä hyvin kuvaavia, helposti mitattavia indikaattoriaineita, kuten alkanoliamiineja. Yksittäisen alkanoliamiinin mittaustulosta ei ole järkevää verrata nykyisiin HTP-arvoihin, koska metallintyöstössä esiintyy tyypillisesti useita alkanoliamiineja sekä formaldehydiä vapauttavia amiiniyhdisteitä, joilla on samanlaisia terveysvaikutuksia. Ainoastaan DEA:n osalta herkistävät vaikutukset on otettu HTP-arvossa osittain huomioon. Sen takia koko seoksen terveysvaikutuksiin perustuva lähestymistapa on suositeltava. Öljysumu, jota on mitattu yleisesti metallintyöstössä, ei kuvaa luotettavasti altistumista veteen sekoittuville metallintyöstönesteille.

Alkanolamiinit esiintyvät monoetanoliamiinia lukuun ottamatta pääasiassa sumuina ilmassa, koska niiden höyrynpaineet ovat hyvin matalia. Nykyisellä keräysmenetelmällä saadaan kerättyä yhtäaikaan samalle happosuodattimelle kaikki etanoliamiinit, sekä sumu- että höyrymuodossa olevat (Henriks-Eckerman *et al.* 2007). Tämänhetkellä menetelmällä voidaan analysoida seuraavat metallintyöstössä esiintyvät amiiniyhdisteet: MEA, DEA, TEA, metyyli-DEA, aminoetyylipropaanidioli, amino-2-propanoli, dimetyyliaminoetanoli ja morfoliini. Formaldehydistä ja alkanoliamiinista koostuvat biosidit jäävät myös happosuodattimelle, mistä ne määritetään alkanoliamiineina. Sumuille sopivalla keräysnopeudella alkanoliamiinihöyryt adsorboituvat myös happosuodattimelle. Menetelmän kokonaisepävarmuus on amiinikohtainen 30 % (monoetanoliamiini) tai 50 % (trietanoliamiini) pitoisuustasolla $0,025 \text{ mg/m}^3$ (5 µg/näyte , 200 litraa ilmaa, 1,5-2 tunnin keräys).

Kaikista mitatuista altisteista alkanoliamiinipitoisuudet korreloivat parhaiten formaldehydipitoisuuden kanssa (Suuronen *et al.* 2008), joten myös siksi alkanolamiinit ovat hyvä indikaattoriaineryhmä arvioitaessa hengitystiealtistumista metallintyöstönesteille. Alkanoliamiinien ja öljysumun pitoisuudet eivät korreloi öljysumupitoisuuden ollessa alle $0,2 \text{ mg/m}^3$.

4 Altistumisen hallintakeinot

4.1 Teknologiatason parantaminen ja vaikutukset

Metallintyöstäjäprojektin yhteydessä alkanoliamiinien mediaanipitoisuus oli 0,11 mg/m³. Teknologisilla parannuksilla, kuten kotelointien, paikallispoistojen ja ilmanvaihtojärjestelmien kehittämisellä sekä työtapojen parannuksilla on mahdollista saavuttaa nykyistä keskiarvotasoa selvästi alempi alkanoliamiinien yhteispitoisuus ainakin niissä konepajoissa, joissa ei työtetä hyvin suuria kappaleita, eli joissa avointen koneiden käyttö ei ole välttämätöntä.

4.2 Keinot altistumisen vähentämiseksi

Edistynyt teknologiataso (best available technique, BAT) konepajoissa tarkoittaa, että työstökoneet ovat koteloituja ja yhdistettyinä toimivaan kohdepoistoon. Poistoilma johdetaan ulos ja puhdas korvausilma tuodaan hallitusti sisään. Palautusilmaa ei käytetä, koska öljysumuerottimet todennäköisesti pidättävät pieniä haihtuvia molekyylejä huonosti.

Teknologiset ratkaisut eivät yksin vähennä kokonaisaltistumista, vaan sen lisäksi tulee kiinnittää huomiota työtapoihin. Koneistajien kannattaa odottaa hetki ennen koneen luukkujen avaamista, jotta sumu ja höyryt ehtivät mennä poistoilmaputkeen. Paineilman käyttö nostaa sumupitoisuuden tilapäisesti hyvin korkeaksi, ja sen takia paineilman käyttö tulisi rajoittaa mahdollisimman vähäiseksi (Lillienberg *et al.* 2008). Muuten paineilmaa kannattaa pyrkiä käyttämään itsestä poispäin ja lähellä kohdepoistoa tai työstökoneen imua.

Ilmapitoisuuksien mittaamisen lisäksi on kiinnitettävä huomiota työntekijöiden ihoaltistumiseen. Iho-oireiden torjumisen kannalta siistit työtavat sekä ihon suojaus, perushoito ja hyvä käsihygienia ovat tärkeitä. Metallintyöstöön soveltuvat parhaiten pitkävaikutiset nitrilikumikäsineet tai nitrilikumilla osittain päällystetyt suojakäsineet. Suojavoiteiden tehokkuutta ei ole todistettu luotettavasti, ja ne saattavat myös aiheuttaa ihoärsytystä tai kosketusallergiaa. Niillä ei voi korvata suojakäsineitä.

5 Terveysvaikutukset

5.1 Hengitystievaikutukset

Metallintyöstönesteiden on kuvattu aiheuttaneen mm. nuhaa, yskää, silmäoireita, hengenahdistusta, limannousua, kroonista bronkiittia, astmaa ja allergista alveoliittia. Osa oireista tai taudeista johtuu todennäköisesti lastuamismesteen kemiallisista aineosista, kun taas esim. allerginen alveoliitti on useimmiten liitetty työstönesteen huonoon mikrobiologiseen laatuun, ts. sen sisältämiin bakteereihin ja sieniin sekä niiden tuottamiin toksiineihin. Erilaisista hengitysteiden ärsytysoireista on melko vahva epidemiologinen näyttö kansainvälisessä kirjallisuudessa (Greaves *et al.* 1997; Oudyk *et al.* 2003). Spesifeistä astmaa aiheuttavista aineosista on sen sijaan hyvin vähän tietoa.

Työterveyslaitoksen toteuttamassa metallintyöstäjien puhelinhaastattelututkimuksessa v. 2002-2003 31% haastatelluista 726 miespuolisesta koneistajasta ilmoitti kärsineensä työhön liittyvistä hengitystie- tai silmäoireista. Kokonaisuerosolin mediaanipitoisuus mitattuna suoraan

osoittavalla Dataram-mittarilla oli hengitysvyöhykkeellä 0,12 mg/m³ (0,001-3,0) ja yleisilmassa 0,17 mg/m³ (0,007-0,67) (Jaakkola *et al.* 2009). Altistumisen ja hengitystieoireiden yhteys todettiin ko. pienissäkin kokonaisuerosoli-pitoisuuksissa. Yleisimpiä oireita olivat ylähengitysteiden oireet, kuten nenä ja kurkkuoireet sekä silmäoireet. Sekä yläettä alahengitysteiden oireilu lisääntyi selvimmin yleisilman kokonaisuerosolin mediaanipitoisuudessa ja sen yläpuolella. Oireiden yhteyttä yksittäisten kemikaalien, kuten alkanoliamiinien tai formaldehydin, pitoisuuksiin ei voitu analysoida ainekohtaisten mittausten pienen lukumäärän (N= 42) vuoksi. Hyvin samankaltaisia kokonaisuerosolipitoisuuksia ja annosvasteita on todettu melko tuoreessa kanadalaisessa tutkimuksessa (Oudyk *et al.* 2003).

Työperäisten sairauksien rekisterin perusteella metallintyöstäjien riski sairastua ammattiastmaan ei ole kokonaistyöväestöä korkeampi (Suuronen *et al.* 2007). Tämä tieto saattaa kuvastaa ammattiastman diagnosoinnin vaikeutta erityisesti aineilla, jotka ovat ärsyttäviä mutta eivät hengitysteitä herkistäviä. Metallintyöstönesteitä tai niiden aineosia, kuten alkanoliamiineja tai formaldehydiä, ei ole luokiteltu EU:ssa hengitysteitä herkistäviksi, eivätkä ne tietyvästi ole aiheuttaneet yhtään IgE-välitteistä allergista astmaa tai nuhaa. Metallintyöstönesteiden on kuitenkin todettu aiheuttaneen muutamia ammattiastmoja Työterveyslaitoksen tutkimuksissa; diagnoosi on perustunut useimmiten työpaikka-PEF-seurantaan ja positiiviseen altistuskokeeseen metallintyöstönesteellä tai harvoissa tapauksissa alkanoliamiineilla.

5.2 Ihovaikutukset

Ammatti-ihotaudit ovat koneistajien toiseksi yleisin ammattitauti meluvammojen jälkeen, ja ammatti-ihotaudin riski on koneistajilla noin kolminkertainen koko työväestöön nähden (Suuronen *et al.* 2007). Koneistajien ammatti-ihotaudit ovat lähes aina käsi-ihottumia, jotka syntyvät suorasta kosketuksesta lastuamisnesteiden ja/tai muiden konepajoissa käsiteltävien aineiden, kuten liuottimien, pesuaineiden tai likaisten kappaleiden kanssa. Lastuamisnesteet sisältävät sekä ihoa ärsyttäviä että herkistäviä aineosia. Herkistävistä aineosista yleisimpiä ja myös kliinisesti merkittävimpiä ovat biosideista vapautuva formaldehydi ja alkanoliamiinit, kolofonin hartsihapot sekä muut kuin formaldehydiä vapauttavat säilytteen (Henriks-Eckerman *et al.* 2008). Metallintyöstäjät ilmoittivat myös puhelinhaastattelussa runsaasti ihottumaa käsissä ja kyynärvarsissa (Suuronen *et al.* 2007); iho-oireita koskevat tulokset noudattelevat muita eurooppalaisia tutkimuksia (Geier *et al.* 2004, Dickel *et al.* 2001).

5.3 Muut terveysvaikutukset

Metallintyöstönesteiden tai niiden pääkomponenttien, kuten alkanoliamiinien aiheuttamia akuutteja myrkytyksiä ei ole tietyvästi todettu ihmisillä. Joidenkin tutkimusten mukaan metallintyöstäjillä saattaa olla kohonnut ihon, ruoansulatuskanavan eri osien, kurkun ja maksan syöpien riski (Savitz 2003), mutta tutkimukset ovat yleensä liittyneet 20–30 vuoden altistumiseen työstönesteille. Nykyiset metallintyöstönesteet eivät juuri sisällä karsinogeenisia nitrosoamiineja muodostavaa DEA:ta tai PAH-yhdisteitä, joten niiden aiheuttama syöpäriski on todennäköisesti aiempaa pienempi. Alkanoliamiinien akuutti oraallinen toksisuus on keskinkertainen tai vähäinen: esimerkiksi mono- ja dietanoliamiinille rotan LD50-arvo on n. 1,5 g/kg, ja trietanoliamiinin LD50 on n. 7 g/kg. Pitkäaikaisissa eläinaltistuksissa (hengitys, iho, peroraalinen) niiden on todettu mm. vaurioittavan maksaa ja munuaisia ja aiheuttavan verivaikutuksia ja lisääntymisterveysvaikutuksia. Käytännössä

alkanolamiinien ja metallintyöstönesteiden merkittävimmät terveysvaikutukset perustuvat kuitenkin niiden emäksisyyteen ja ärsyttävyyteen hengitysteissä, iholla ja silmissä sekä niiden ihoherkistävyyteen. Ts. paikalliset vaikutukset ihoon ja hengitysteihin ovat todennäköisesti tärkeämpiä kuin niiden systeemiset vaikutukset.

6 Ehdotus alkanoliamiinien tavoitetasoksi

Ehdotus 8h tavoitetasoksi alkanoliamiinien kokonaispitoisuudelle

Tavoitetaso = 0,1 mg/m³

Ehdotettu tavoitetaso alkanoliamiinien yhteispitoisuudeksi on 1/20:a DEA:n HTP (8h) -arvosta. Tähän pitoisuuteen sisältyvät myös muut samalla menetelmällä määritettävät amiinit. Mittausmenetelmän toteamisraja on noin 0,0005 mg/m³ useimmille alkanoliamiineille (ilmamäärä 200 litraa, 1,5-2 h keräys), paitsi DEA:lle jonka toteamisraja on 0,005 mg/m³ (Henriks-Eckerman *et al.* 2007). Määrittäysraja on noin kolme kertaa korkeampi.

Ehdotettu tavoitetaso on selvästi pienempi kuin nykyinen DEA:n HTP-arvo (taulukko 1). Työpaikoilla mitattujen pitoisuuksien mediaani oli tällä tavoitetasolla, mutta koska suhteellinen mittausepävarmuus kasvaa selvästi yhteispitoisuuden laskiessa, nykyisillä mittaus- ja analyysimenetelmillä ei voida suositella tätä pienempää tavoitetasoa.

Projektin yhteydessä mitattujen alkanoliamiinien kokonaispitoisuus ylitti 10 % HTP-arvoista ainoastaan neljässä tuloksessa, ja koska oireita esiintyy jo tällä tasolla, ei ole perusteltua esittää HTP:n ja 0,1 mg/m³ tavoitetason välille ns. yleistä tai kehittyntä tasoa.

Alkanoliamiinien yhteispitoisuuden ollessa alle 0,1 mg/m³, formaldehydipitoisuus oli alle 0,05 mg/m³ (Suuronen *et al.* 2005). Tämä on myös suunniteltu sisäilman ohje-arvo uusille rakennuksille (D2, 2003). Tässä pitoisuudessa hengitysteiden ärsytysoireiden riski ja herkistymisriski on pieni, joskin sisäilmatutkimusten perusteella herkimmat voivat oireilla formaldehydipitoisuuden ollessa 5-10 µg/m³ (Asumisterveysohje, 2003). Tarvittaessa, esim. jos alkanolamiinien pitoisuus tiivisteessä on pieni, alkanoliamiinien lisäksi voidaan mitata formaldehydi, jonka pitoisuutta voidaan verrata ko. ohjearvoon 0,05 mg/m³.

7 Kirjallisuus

Asumisterveysohje, STM oppaita 2003

D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö, Määräykset ja ohjeet 2003.

Dickel H, Kuss O, Blesius C R, Schmidt A and Diepgen T L (2001). Occupational skin diseases in Northern Bavaria between 1990 and 1999: a population-based study. *Br J Dermatol*; 145(3): 453-62.

Geier J, Lessmann H, Dickel H *et al.* Patch test results with the metalworking fluid series of the German Contact Dermatitis Research Group (DKG). *Contact Dermatitis* (2004); 51(3): 118-30.

Greaves I A, Eisen E A, Smith T J, Pothier L J, Kriebel D, Woskie S R, Kennedy S M, Shalat S and Monson R R (1997). Respiratory health of automobile workers exposed to metal-working fluid aerosols: respiratory symptoms. *Am J Ind Med*; 32(5): 450-9.

Henriks-Eckerman M-L, Suuronen K, Jolanki R, Riala R and Tuomi T, Determination of Occupational Exposure to Alkanolamines in Metal-Working Fluids, *Ann. Occup. Hyg.* 2007, 51: 153-160

Henriks-Eckerman M-L, Suuronen K and Jolanki R, Analysis of allergens in metalworking fluids, *Contact Dermatitis* 2008, 59: 261-267

HTP-arvot 2018, Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet, Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 9/2018

HTP-arvojen perustelumuiiot, Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu:

<https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/kemialliset-tekijat/raja-arvot/perustelumuiiot>

Jaakkola M, Suuronen K, Luukkonen R, *et al.* Respiratory symptoms and conditions related to occupational exposures in machine shops, *Scand J. Work Environ Health* 2009;35(1):64-73.

Lillienberg L, Burdorf L, Mathiasson L and Thörneby L, Exposure to Metalworking Fluid Aerosols and Determinants of Exposure, *Ann. Occup. Hyg.*, 2008, 52: 597-605

Oudyk J, Haines A T and D'Arcy J (2003). Investigating respiratory responses to metalworking fluid exposure. *Appl Occup Environ Hyg*; 18(11): 939-46.

Savitz D A (2003). Epidemiologic evidence on the carcinogenicity of metalworking fluids. *Appl Occup Environ Hyg*; 18(11): 913-20.

Suuronen K, Aalto-Korte K, Piipari R, Tuomi T and Jolanki R (2007). Occupational dermatitis and allergic respiratory diseases in Finnish metal working machinists. *Occupational Medicine*; 57(4): 277-83.

Suuronen K, Henriks-Eckerman M-L, Riala R and Tuomi T, Respiratory Exposure to Components of Water-Miscible Metalworking Fluids, *Ann. Occup. Hyg.*, 2008, 52: 607-614

Suuronen K, Tuomi T, Alanko K *et al.* Metallintyöstäjien työperäiset iho- ja hengitystiesairaudet, Loppuraportti Työsuojelurahastolle tutkimus- ja kehityshankkeesta 102118, 2005

Asiantuntijat

Tämän tavoitetasomuistion ovat toimittaneet Maj-Len Henriks-Eckerman ja Katri Suuronen.

