

Biomonitoroinnin toimenpiderajojen tuottaminen ja biomonitorointitulosten tulkintamalli Työterveyslaitoksella

Helsinki 6.5.2014

Tiivistelmä

Raja-arvot ovat olennainen osa kemiallisten altistumismittausten tulosten merkityksen arviointia. Työterveyslaitos on pyrkinyt asettamaan tarjoamilleen biomonitorointianalyysille sekä ns. altistumattomien viiteraja-arvon että toimenpideraja-arvon. Näistä *altistumattomien viiteraja-arvo* tarkoittaa pitoisuutta, jota suomalaiset eivät yleensä ylitä ilman erityistä syytä – tavallisesti työperäistä altistumista tälle kemikaalille. Viiteraja erottaa altistuneet altistumattomista, mutta ei välttämättä kerro mitään altistumiseen liittyvästä terveysriskistä. *Toimenpideraja-arvo* on pitoisuus, jonka alapuolella pysyminen tarkoittaa, ettei vakavia terveyshaittoja ole odotettavissa. Kaikille Työterveyslaitoksen tarjoamille biomonitorointianalyysille ei toimenpideraja-arvoa ole asetettu. Lisäksi toimenpideraja-arvot eivät yksittäisenä numeroarvoina aina anna asiakkaille riittävästi tietoa ja ohjeita tulosten merkityksestä, tavoitetasoista joihin tulisi pyrkiä tai toimenpidetarpeiden kiireellisyydestä.

Työterveyslaitoksen käytäntö *toimenpideraja-arvojen* asettamisessa on seuraava:

- Kemikaaliturvallisuustiimi valmistelee taustamuistion ja esityksen toimenpideraja-arvosta, joka käsittelee Työterveyslaitoksen Työympäristön kehittämisen osaamiskeskuksessa.
- Muistiosta pyydetään lausunnot usealta asiantuntijalta, jotka edustavat kattavasti kemikaaliturvallisuuden asiantuntemusta eri osaamiskeskuksissa. Lausuntojen pohjalta tehdään muutoksia ja tarkennuksia muistioon.
- Muistio esitetään Työterveyslaitoksen johtoryhmälle tarkistettavaksi. Muistiota voidaan käyttää pohjana laadittaessa ehdotuksia Työturvallisuussäännöksiä valmistelevan neuvottelukunnan HTP-jaokselle biologisten altistumisindikaattorien raja-arvoluetteloon sisällytettävistä aineista. Työterveyslaitos julkaisee laatimansa toimenpideraja-arvojen perustelumuistiot internetsivullaan.

Asetettavat biomonitoroinnin toimenpideraja-arvot perustuvat ensisijaisesti tietoon kyseisen kemikaalin terveysvaikutusten annos-vaste-suhteista. Kun on käytettävissä tietoa altistumisen tasosta työpaikoilla, joiden hygieenisen tason arvioidaan olevan hyvä, voidaan joissakin tapauksissa toimenpideraja perustaa tällaiseen tavoitetasoon (Niemelä ym. 1997, 1998), edellyttäen että näin johdettu toimenpideraja voidaan arvioida vaarattomaksi.

Toimenpideraja-arvoon liitetään ohjeet toimenpidetarpeista ja biomonitoroinnin seurantafrekvenssistä. Työhygieenisten mittaustulosten tulkintaan ja seurantarapen arviointiin on olemassa kansainvälinen EN689-standardi. Biomonitorointituloksille ei ole olemassa vastaavaa standardia, joka ohjeistaisi toimenpide- ja seurantarapetta. Työterveyslaitoksen biomonitorointituloksille kehittämä malli toimenpideraja-arvojen käytöstä tulosten tulkinnassa, toimenpiteiden ohjaamisessa sekä seurantafrekvenssin arvioinnissa on sovellettu EN669 standardin pohjalta. Tulkinnan soveltamisessa voidaan huomioida erikseen tulkintaa tiukentavina tekijöinä myös esimerkiksi kemikaalin syöpävaarallisuus sekä yhteisvaikutukset esimerkiksi melun kanssa ja viihtyvyys ja tuottavuusnäkökohdat. Biomonitorointitulosten tulkintavastaukseen liitetään ohjeet biomonitoroinnin seurantafrekvenssistä ja toimenpiteiden tarpeellisuudesta.

Tulosten tulkinta lisää biomonitorointitulosten hyödynnettävyyttä, koska siihen perustuen voidaan antaa asiakkaalle aiempaa parempaa ja yhtenäisempää tietoa ja ohjeita tulosten merkityksestä, tavoitetasoista, joihin tulisi pyrkiä, ja toimenpidetarpeista. Kannanotto altistumiseen liittyvästä terveydellisestä riskistä perustuu ainekohtaiseen tietoon aineen annos-vaste-suhteista.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	2
Sisällysluettelo	3
1. Johdanto	4
Taulukko 1. Kemiallisten tekijöiden raja-arvot	5
2. Toimenpiderajojen tutkimuksellinen perusta	8
3. Toimenpiderajojen hallinnollinen asema	10
4. Biomonitoroinnin frekvenssin säätely ja tulosten tulkinta	11
Kaavio 1. Biomonitoroinnin perustelumuistioiden tuottamismalli Työterveyslaitoksella	13
Taulukko 2. Vaaraluokitus aineille, joille Työterveyslaitos tarjoaa biomonitorointianalyysejä	14
Taulukko 3. Ohjearvot altistumismittauksille 1.4.2014	24
5. Kirjallisuus:	26

1. Johdanto

Raja-arvot ovat olennainen osa kemiallisten altistumismittausten tulosten merkityksen arviointia. Raja-arvoja on olemassa sekä kemiallisten tekijöiden ilmapitoisuuksille että biologisille altistumis-indikaattoreille. Raja-arvoja asetetaan sekä EU-tasolla että kansallisella tasolla ja niiden lainsäädännöllinen asema vaihtelee. Taulukossa 1 esitetään käytössä olevia kemiallisten tekijöiden ohje- ja raja-arvoja.

Työterveyslaitos on kymmenien vuosien ajan tuottanut työperäisen kemikaaliriskin arvioimiseksi ja vähentämiseksi biomonitoroinnin ohjearvoja, joita ovat ns. altistumattomien viiteraja ja biomonitoroinnin toimenpideraja. Näiden yksittäisten arvojen perusteet on esitetty silloisen biomonitorointilaboratorion tuottamassa ohjekirjassa Kemikaalialtistumisen biomonitorointi (Aitio ym., 1995). Ohjearvot on tuotettu kullekin kemikaalille erikseen siitä käytettävissä olevan myrkyllisyystiedon perusteella. Ohjearvoja on pidetty ajan tasalla ja julkaistu vuosittain ohjekirjassa, joka löytyy myös netistä www.ttl.fi/biomonitorointi. Ohjearvot perustuvat ensisijaisesti arviointiin terveysvaikutusten todennäköisyydestä, ja yleisperustelu on, että jos pysytään näiden arvojen alapuolella, merkittäviä terveysvaikutuksia ei ole odotettavissa. Ohjearvot ovat samalla tavalla terveysperusteisia kuin ilmapitoisuuksien arviointiin käytettävät HTP-arvotkin (Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet, ks. taulukko 1), mutta TTL:n suosituksina niillä ei ole samanlaista lainsäädännöllistä asemaa kuin HTP-arvoilla.

Toimenpideraja-arvojen lisäksi joillekin syöpävaarallisille altisteille on asetettu biomonitoroinnin tavoitetasoja. Näitä on asetettu sellaisille syöpävaarallisille aineille, joiden kohdalla syöpäriskin takia tulisi pyrkiä mahdollisimman vähäiseen altistumiseen. Tavoitetasot ovat TTL:n suosituksia, jotka ovat sellaisia arvoja joihin edelläkävijä työpaikoissa tulisi pyrkiä. Työterveyslaitoksen päämääränä on kehittää ohjearvoja ja tavoitetasoja työympäristön eri haittatekijöille ja luoda menetelmiä työn ja työympäristön terveellisyyden arviointia ja haittojen hallintaa varten. Näin kannustetaan yrityksiä tavoittelemaan entistä parempaa työympäristöä ja lisäämään työviihtyvyyttä.

Taulukko 1. Kemiallisten tekijöiden raja-arvot

Raja-arvo	Ilma/ biologinen näyte	Asema	Asettaja/mihin perustuu, kommentteja
IOELVs (Indicative Occupational Exposure Limit Values) 8 h TWA tai 15 min hetkellinen arvo	ilma	Direktiivi 98/24/EY , Jäsenvaltioiden tulee asettaa näille aineille kansallinen raja-arvo ottaen huomioon tämä viitteellinen raja-arvo	EU:n SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits) ehdottaa, EU Komissio asettaa http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&langId=en&intPageId=684 Perustuvat tietoon terveys-vaikutuksista ja niiden annos-vaste-suhteista.
BOELVs, (Binding Occupational Exposure Limit Values)	ilma	Direktiivi 98/24/EY , Jäsenvaltioiden tulee asettaa kansallinen arvo, joka on samaa tasoa tai alle tämän sitovan raja-arvon	EU Komissio asettaa (asetettu vain asbestille, vinyyliloridille, kovapuupölylle, lyijylle) http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&langId=en&internal_pagesId=684&moreDocuments=yes&tableName=INTERNAL_PAGES . Perustuvat tietoon terveysvaikutuksista ja niiden annos-vaste-suhteista. Sosio-ekonomiset aspektit on myös huomioitu.
BLV (biological limit value) BGV (biological guidance value)	biologinen näyte	SCOEL:in suosituksia http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&langId=en&intPageId=684	BLV vastaa TTL:n toimenpideraja-arvoa. Perustuvat tietoon terveysvaikutuksista ja niiden annos-vaste-suhteista. BGV on arvo, jonka alapuolelle jää 90 - 95 % työssään altistumattomasta väestöstä. Vastaa siis TTL:n altistumattomien viiteraja-arvoa.
HTP-arvo (Haitalliseksi tunnettu pitoisuus) 8 h TWA tai 15 min hetkellinen arvo	ilma	STM asetus (viimeisin 268/2014). Työnantajalla velvoite ottaa nämä huomioon työpaikan ilman puhtautta, työntekijöiden altistumista ja mittaustulosten merkitystä arvioidessaan (VNA 715/2001).	http://www.tyosuojelu.fi/fi/HTP-arvot/ Perustuvat tietoon terveysvaikutuksista ja niiden annos-vaste-suhteista

Raja-arvo	Ilma/ biologinen näyte	Asema	Asettaja/mihin perustuu, kommentteja
Sitovat raja-arvot	ilma/ lyijylle biologinen sitova raja-arvo	Perustuvat seuraaviin Vn päätöksiin tai asetuksiin: 1. Valtioneuvoston päätös asbestityöstä (1380/1994 , 318/2006). 2. Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (716/2000). 3. Valtioneuvoston päätös lyijytyöstä (1154/1993).	STM http://www.tyosuojelu.fi/fi/HTP-arvot/ Perustuvat tietoon terveysvaikutuksista ja niiden annos-vaste-suhteista.
Biologiset viiteraja-arvot	biologinen näyte	STM asetus (viimeisin 268/2014). Työnantajalla velvoite ottaa nämä huomioon työpaikan ilman puhtautta, työntekijöiden altistumista ja mittaustulosten merkitystä arvioidessaan (VNa 715/2001).	http://www.tyosuojelu.fi/fi/HTP-arvot/ Perustuvat tietoon terveysvaikutuksista ja niiden annos-vaste-suhteista.
TTL:n biomonitoroinnin toimenpide-raja-arvot	biologinen näyte	TTL:n suosituksia, ei lainsäädännöllistä asemaa	TTL asettaa. Näistä tehdyt perustelumuiot ja ehdotukset raja-arvoiksi toimitetaan harkinnan mukaan STM:n Työturvallisuussäännöksiä valmistelevalle neuvottelukunnan (TTN) HTP-jaokselle ja ehdotetaan liitettäväksi STM asetuksen biologisten raja-arvojen luetteloon. Yleensä nämä raja-arvot perustuvat tietoon annos-vaste-suhteista, ovat terveysperusteisia ja monesti vastaavat altistumista HTP-tasolla. Perustelumuiot: www.ttl.fi/biomonitorointi
REACH:n DNEL/DMEL-arvot, voidaan asettaa esim. 8 h TWA tai 15 min hetkellinen arvo	yleensä ilmapitoi- suuksille	Perustuvat REACH-asetukseen (EY asetus 1907/2006).	Johdettu vaikutukseton annostaso (DNEL) ja johdettu pienimmän vaikutuksen annostaso (DMEL). Terveysperusteisia. Näkyvät käyttöturvallisuustiedotteissa (KTT) ja KTT:ssa suositeltavat

Raja-arvo	Ilma/ biologinen näyte	Asema	Asettaja/mihin perustuu, kommentteja
			riskinhallintatoimet perustuvat näihin raja-arvoihin.
TTL:n tavoitetasot	ilma/ biologinen näyte	TTL:n suosituksia, ei lainsäädännöllistä asemaa	TTL kehittää tavoitetasoja hyvälle työympäristölle. Perustuvat pitkälti BAT (best available techniques) - periaatteeseen ottaen myös terveysaspektit huomioon. Matalampia kuin terveysperusteiset raja-arvot. Biomonitoroinnin perustelumuiot: www.ttl.fi/biomonitorointi , muut www.ttl.fi/tavoitetasot .

Lyhenteet: TWA=time weighted average, DNEL=Derived no-effect-level, DMEL=derived minimal-effect level

2. Toimenpiderajojen tutkimuksellinen perusta

Biomonitorointitoiminnassa annetaan tulosten tulkinnan tueksi ohjearvoja: "viitearvo", "toimenpideraja" ja "tavoitetaso". *Viitearvo* on tarkoitettu identifioimaan työssä altistuneet ja se johdetaan työssä altistumattoman viiteväestön kemikaalipitoisuuden 95. persentiilinä, ts. se on raja, jonka alapuolelle 95 % altistumattomasta väestöstä jää. Sellaisille kemikaaleille, joita ei esiinny altistumattoman väestön biologisissa näytteissä, käytetään viitearvona käytetyn menetelmän määritysrajaa. Työterveyslaitos päivittää altistumattoman väestön viitearvoja muuttuneiden taustapitoisuuksien selvittämiseksi ja antaa viitearvoja uusille altisteille. Viitemateriaali on aina suomalainen altistumaton väestö, jolle tehdään elintapakysely. Kyselyssä selvitetään mahdollisten ympäristö- ja ravintotekijöiden vaikutuksesta viitearvoon.

Toimenpideraja osoittaa tason, jonka ylittävillä pitoisuuksilla on ryhdyttävä toimenpiteisiin altistumisen vähentämiseksi. Toisin sanoen, tieteellinen tietämys kyseisestä kemikaalista näyttäisi osoittavan, että pysyttäessä tämän rajan alapuolella ei pitäisi syntyä merkittäviä terveydellisiä haittavaikutuksia pitkässäkin altistumisessa.

- Toimenpideraja on johdettu joillekin kemikaaleille käyttäen suoraan kliinisepidemiologista tietoa altistumista osoittavan biologisen mittarin pitoisuuden ja terveysvaikutusten välisestä suhteesta. Tällaisia kemikaaleja ovat alumiini, elohopea, hähämoglobiini, kadmium, lyijy ja fluoridi.
- Joillekin kemikaaleille toimenpideraja on johdettu työhygieenisestä raja-arvosta (HTP-arvosta), ja se on silloin periaatteessa terveysperusteinen, sillä HTP-arvo on määritelmän mukaisesti terveysperusteinen arvo. Toimenpideraja on kineettisten tutkimusten perusteella asetettu sellaiseksi, että se vastaa 8 tunnin altistumista HTP-tasolla. Tällaisia toimenpiderajoja on annettu arseenille, bentseenille, butoksietanolille, butoksietoksietanolille, etoksietanolille, etyylibentseenille, fenolille, heksaanidionille, koboltille, ksyleenille, metoksietanolille, metoksipropanolille, metyyli-*tert*-butyylieetterille (MTBE), metyylietyyliketonille, muurahaishapolle, rikkihiilelle, styreenille, tetrakloorieteenille, toluenille, ja trikloorieteenille.
- Muutamalle aineelle, jotka joutuvat elimistöön normaalissa työympäristössä ensisijaisesti ihon kautta (ja joille tästä syystä ei voida asettaa HTP-perusteista toimenpiderajaa), toimenpideraja on johdettu hyvästä työkäytännöstä pitoisuutena, jota hyvin hoidetussa työpaikassa ei yleensä ylitetä. Tällaiset raja-arvot on annettu aniliinille, metyleeni-bis(kloorianiliini):lle ja metyleenidianiliinille.

Toimenpiderajojen asettamisen perusteena oleva tietopohja eri aineiden biologisista tai terveysvaikutuksista vaihtelee hyvin suuresti. Styreenin osalta tieto HTP-arvon ja biomonitoroinnin toimenpiderajan välisestä suhteesta on osoitettu uskottavasti useassa tutkimuksessa, vaikka styreenin HTP-arvon peruste on epävarma. Heksaanidionilla yhteys HTP-arvon ja biomonitoroinnin toimenpiderajan välillä perustuu muutamaa harvaan keskenäänkin ristiriitaiseen tutkimukseen.

Biomonitoroinnin toimenpideraja-arvojen valmistelutyössä huomioidaan myös EU:n SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits) suositukset työilman viiteraja-arvoiksi (IOELV) ja biologisiksi raja-arvoiksi (BLV).

Työterveyslaitos kehittää *tavoitetasoja* (hyvä työpaikan taso, good industrial level) mm. työpaikan ilman epäpuhtauksille ja biologisten näytteiden pitoisuuksille (www.ttl.fi/tavoitetasot). Tällaiset arvot on tarkoitettu suunnittelun pohjaksi, ja ne perustuvat parhaalla mahdollisella teknologialla (BAT) saavutettavissa oleviin arvioituihin altistumistasoihin, joiden arvioidaan minimoivan terveyshaittoja ja edistävän tuottavuutta ja viihtyvyyttä. Tavoitetasoja on asetettu myös syöpävaarallisten altisteiden pitoisuuksille biologisissa näytteissä, joille ei ole voitu asettaa turvallista tasoa. Tällöin tavoitetasona

käytetään altistumattoman väestön viiterajaa. Tällaisia ovat mm. kromaatti, nikkeli ja tetrakloorieteeni.

Raskauden aikana tulee noudattaa Sairausvakuutuslain ([1224/2004](#)) ja VNa ([1335/2004](#)) mukaisia sääntöjä. Luettelossa mainituille R40, 45, 46, 49, 61, 63, 64, 68 lauseilla merkityille, TMp([838/1993](#)) ja STMa ([1232/2000](#)) syöpävaarallisiksi merkityille aineille (H350xx-H360xx) ei tule altistua raskauden aikana. Tällöin niiden osalta noudatetaan toimenpiderajana altistumattomien viiterajaa. Lisäksi samaa rajaa noudatetaan anestesiakaasuille, liijylle ja sen johdannaisille, elohopealle ja sen johdannaisille, hiilimonoksidille (häkähemoglobiini) ja naisen ja sikiön terveydelle vaarallisille torjunta-aineille. Orgaanisille liuotinaisille, jotka eivät kuulu yllämainittuihin ryhmiin, asetetaan raskauden aikainen toimenpideraja lisäämällä altistumattomien viiterajaan 10 % osuus toimenpiderajasta. Tämä vastaa TTL:n erityisäitiyslomaohjeistuksessa (Taskinen ym., 2006) annettua ohjeistusta minimoida liuotinaisaltistuminen raskauden aikana tasolle < 10 % HTP-arvosta. Esim. metyyliisobutyylketonille, jonka altistumattomien viiteraja on 0,1 mmol/mol kreatiniinia ja toimenpideraja 0,5 mmol/mol kreatiniinia, pidetään raskaudenaikaisena toimenpiderajana virtsan pitoisuutta 0,15 mmol/mol kreatiniinia.

Ärsytys- ja hajuvaikutukset ovat viihtyvyyden ja tuottavuuden kannalta merkittävimmät työpaikan ilmassa olevan kemikaalin aiheuttamat haitat. Ärsytysvaikutus on perinteisesti ollut tekijä, joka suoraan vaikuttaa työpaikan raja-arvon asettamiseen. Ärsytys todetaan useimmiten pitoisuustasoilla, jotka ylittävät hajukynnyksen noin 3-kertaisesti (Amoore ja Hautala, 1983). Hajun haittaavuudesta on olemassa vähän mitattua tietoa. Yksittäiselle kemikaalille eri lähteissä annetut hajukynnykset vaihtelevat neljä - viisi kertaluokkaa, ja ilmeisesti hajukynnys vaihtelee ainakin kaksi kertaluokkaa myös yksilöiden välillä. Luotettavaa tietoa hajukynnyksen ja subjektiivista haittaa aiheuttavien ja viihtyvyyteen vaikuttavien pitoisuuksien suhteesta ei ole – se todennäköisesti vaihtelee huomattavasti kemikaalista toiseen ja ihmisestä toiseen. Toisaalta on kuitenkin olemassa näyttöä koettujen haittojen suhteesta työn tuottavuuteen - mitä vähemmän koettua haittaa, sitä parempi tuottavuus ja päinvastoin (Niemelä ym. 2002 ja 2006, Clements-Croome, 2008). Hajuhaitat pyritään huomioimaan tulosten tulkinnassa, mikäli se on mahdollista.

3. Toimenpiderajojen hallinnollinen asema

Valtioneuvosto on työturvallisuuslain (299/58) perusteella antamallaan päätöksellä lyijytyöstä (VNp [1154/1993](#)) asettanut veren lyijypitoisuudelle raja-arvon 50 µg/dl (n. 2,41 µmol/l). Työntekijää jonka veren lyijypitoisuus ylittää tämän arvon, ei saa käyttää työhön, jossa altistutaan lyijylle. Jos työpaikan yhdenkin työntekijän veren lyijypitoisuus ylittää pitoisuuden 40 µg/dl (1,93 µmol/l), "tulee työnantajan erityisesti tarkkailla työpaikan ilman lyijypitoisuutta, työntekijäin veren lyijypitoisuutta ja lyijyn mahdollisesti aiheuttamia terveyshaittoja". Valtioneuvoston päätös on työnantajaa sitova.

Valtioneuvosto on asetuksessa kemiallisista tekijöistä työssä ([715/2001](#)) saman lain perusteella säätänyt että "Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella voidaan säätää työntekijän biologisesta näytteestä mitattavan biologisen altistumisindikaattorin viiteraja-arvon, joka työnantajan on otettava huomioon työolosuhteita, työntekijöiden altistumista ja biologisten altistumismittauksien tuloksia arvioidessaan". Tämän asetuksen perusteella STM on asetuksellaan haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista ([268/2014](#)) asettanut biologiset viiteraja-arvot altistuttaessa arseenille ja sen epäorgaanisille yhdisteille (virtsan epäorgaaninen arseeni), elohopealle ja sen epäorgaanisille yhdisteille (virtsan elohopea, veren epäorgaaninen elohopea), etyylibentseenille (virtsan mantelihappo), fenolille (virtsan kokonaisfenoli), kromi(VI)yhdisteille (virtsan kromi), ksyleenille (virtsan metyylihippuurihappo), lyijylle ja sen epäorgaanisille yhdisteille (veren lyijy), MOCA:lle eli metyleenibis(2-kloorianiliini)lle (virtsan MOCA), nikkelille ja sen yhdisteille (virtsan nikkeli), rikkihiilelle (virtsan 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylisäilyhappo), styreenille (virtsan MAPGA eli virtsan manteli- ja fenyyliglyoksyylisäilyhappo), tetrakloorieteenille (veren tetrakloorieteenipitoisuus), tolueenille (veren tolueenipitoisuus) ja trikloorietyleenille eli trikloorieteenille (virtsan trikloorietikkahappo). HTP-luettelon päivittämisen yhteydessä STM pyrkii asettamaan lisää biologisia viiteraja-arvoja.

Työterveyslaitos on antanut toimenpiderajoja runsaalle neljällekymmenelle kemikaalille (taulukko 3) <http://www.ttl.fi/biomonitorointi>. Yleisohjeena on, että näitä arvoja ei tule ylittää, ts. ylitystapauksissa suosituksena on ylityksen syyn selvittäminen ja altistumistilanteen korjaaminen työtapoja muuttamalla tai, ellei tämä onnistu, henkilökohtaisella suojautumisella. Työterveyslaitoksen suosituksina nämä toimenpiderajat eivät ole työnantajaa sitovia.

4. Biomonitoroinnin frekvenssin säätely ja tulosten tulkinta

Euroopan unionin direktiiviin [82/605/ETY](#) perustuvan Valtioneuvoston lyijytöitä koskevan päätöksen mukaan "Terveystarkastuksien yhteydessä tai muutoin on suoritettava vähintään joka kuudes kuukausi työntekijöiden veren lyijypitoisuuden mittauksia ja tarvittaessa muita biologisia altistumismittauksia." Tämä siis koskee työpaikkoja, joilla yhden tai useamman työntekijän veren lyijypitoisuus ylittää 1,9 µmol/l (40 µg/dl).

Valtioneuvoston asetus [715/2001](#) säättää: "Jos mittaustulokset osoittavat, että 1 momentissa tarkoitetut raja-arvot eivät ylity, on tilanteen pysyvyyden toteamiseksi suoritettava tarvittaessa sopivin välein uusintamittauksia. Mitä lähempänä ilman epäpuhtauksien mittausten tulokset ovat raja-arvoa, sitä useammin mittauksia on suoritettava."

SFS EN 689 -standardi antaa suositukset hengitystiealtistumisen seurantaan ilmanäytteistä työpaikoilla.

<http://sales.sfs.fi/sfs/servlets/ProductServlet?action=productInfo&productID=147933>.

Vastaavaa standardia koskien biomonitorointifrekvenssin säätelyä ei ole laadittu.

Työterveyslaitoksen kehittämä malli toimenpideraja-arvojen käytöstä tulosten tulkinnassa, toimenpiteiden ohjaamisessa sekä seurannan tarpeellisuuden arvioinnissa perustuu tämän yllämainitun standardin periaatteisiin. Tavoitteena on parantaa biomonitorointitulosten hyödynnettävyyttä tavoitteiden asettamisessa sekä toimenpidetarpeiden ja seurantarpeiden arvioinnissa. Biomonitorointitulosten tulkintavastaukseen liitetään ohjeet biomonitoroinnin seurantafrekvenssistä ja toimenpiteiden tarpeellisuudesta käyttäen runkona EN689-standardia. Tulkinnan soveltamisessa voidaan huomioida erikseen tulkintaa tiukentavina tekijöinä myös esimerkiksi kemikaalin syöpävaarallisuus, yhteisvaikutukset esimerkiksi melun kanssa sekä viihtyvyys ja tuottavuusnäkökohdat. Tuloksen tulkinnassa huomioidaan tulkintaa sekoittavien tekijöiden kuten muiden (ei-työperäisten) altisteiden aiheuttama mahdollinen vaihtelu matalilla altistumistasoilla altisteille, joiden kohdalla nämä saattavat nousta merkityksellisiksi.

Taulukossa 2 on esitetty karkea malli tulosten tulkinnalle. Tätä pohjaa sovelletaan jokaiselle aineelle, ainekohtaiset tiedot huomioiden. Kategoriamaisesti tätä mallia ei kuitenkaan voida soveltaa sellaisenaan kaikkiin aineisiin, vaan aineen ominaisuudet, sekä mm. altistumisreitit huomioidaan aina tapauskohtaisesti.

Taulukko 2. Karkea malli altistumisen tasoja vastaavista seurantatarpeista

Altistumisen taso ja seurantatarve
10–25 % raja-arvosta: 2-3 vuoden välein
25–50 % raja-arvosta: vuosittain
50–100 % raja-arvosta: ½ vuosittain
Yli raja-arvon: heti toimenpiteiden jälkeen

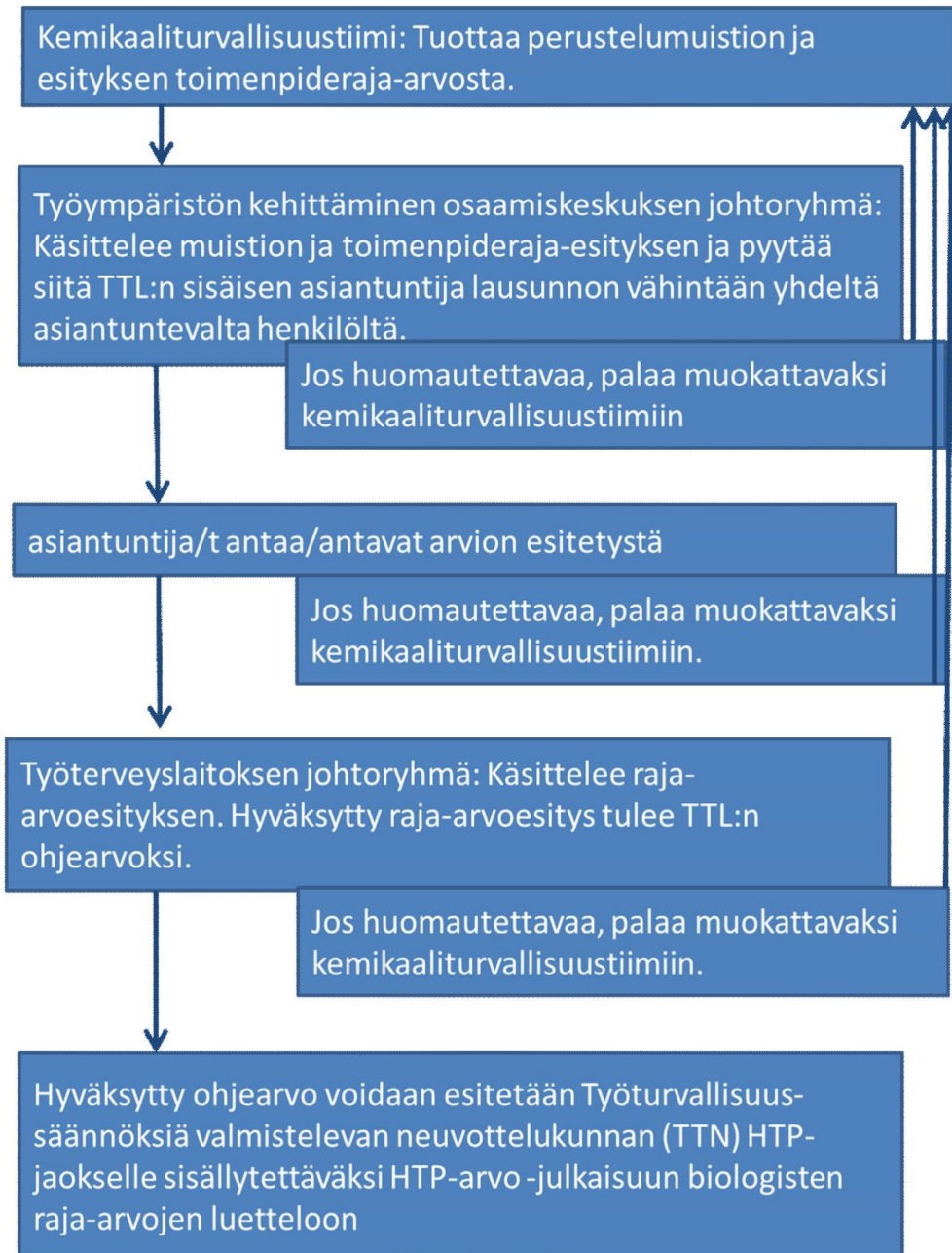
Tulosten tulkinta lisää biomonitorointitulosten hyödynnettävyyttä, koska siihen perustuen voidaan antaa asiakkaalle aiempaa parempaa ja yhtenäisempää tietoa ja ohjeita tulosten merkityksestä, tavoitetasoista, joihin tulisi pyrkiä, ja toimenpidetarpeista. Kannanotto altistumiseen liittyvästä terveydellisestä riskistä perustuu ainekohtaiseen tietoon aineen annos-vaste-suhteista.

Tulkintatapaa voidaan soveltaa vain silloin, kun analysoitu näyte/näytteet edustavat ko. työpaikan/työtehtävän altistumistilannetta ja tulosten arvioinnissa käytetään samalla tavoin standardisoituja viitearvoja. Vuorotyötä tehtäessä näytteet tulee kerätä siten, että niiden keräysaika on suhteutettu työvuoroon. Esimerkiksi tolueenialtistumisessa työvuoro päättyy kello 22, niin verinäyte tulee ottaa noin 16 tunnin kuluttua siitä eli kello 14 seuraavana päivänä. Vastaavasti iltanäyte otetaan välittömästi yövuoron jälkeen aamulla.

Monialtistumisessa huomioidaan aina kaikkien komponenttien tulokset. Toimenpideohjeet annetaan terveyden kannalta vaarallimmalla aineen mukaisesti, tai mahdollisten yhteisvaikutusten perusteella.

Altistumisen arvioinnissa tulee myös huomioida tiettyjen kemikaalien yhteisvaikutukset melun kanssa. Ototoksisia aineita ovat styreeni, tolueeni, ksyleeni, rikkihiili, hiilimonoksidi, sekä elohopea ja sen epäorgaaniset ja orgaaniset yhdisteet ([Nordic Expert Group 2010](#)). Mahdollinen ototoksisuus pyritään huomioimaan biomonitorointitulosten tulkinnassa.

Kaaviossa 1 esitetään toimintatapa Työterveyslaitoksen biomonitoroinnin perustelumistioiden tuottamisprosessista.



Kaavio 1. Biomonitoroinnin perustelumuiustioden tuottamismalli Työterveyslaitoksella.

Taulukko 3. Vaaraluokitus aineille, joille Työterveyslaitos tarjoaa biomonitorointianalyysijä

Altiste	Analyysi	Vaaraluokka- ja kategoria-koodit (EY 1272/2008, Annex VI, harmonisoitu luokitus) tai valmistajan antama luokitus	Vaaralausekekoodi (EY 1272/2008, Annex VI)
Alkyyliilyijy C ₈ H ₂₀ Pb CAS 78-00-2	U-Pb	Acute Tox. 1 H300, Acute Tox. 1 H310, Acute Tox. 1 H330, Repr. 1A H360F, STOT RE 2 H373, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410	H300, H310, H330, H360F, H373
Alumiini CAS 7429-90-5 Alumiinioksidi Al ₂ O ₃ CAS 1344-28-1 (hitsaus) Alumiinikloridi vedetön AlCl ₃ CAS 7446-70-0 Alumiinisulfaatti Al ₂ (SO ₄) ₃ CAS 10043-01-3 Alumiinifluoridi AlF ₃ CAS 7784-18-1	U-Al	Al-jauhe (pyroforinen): Water-react. 2 H261, Pyr. Sol. 1 H250 Al-jauhe (stabiloitu): Water-react. 2 H261, Flam.Sol. 1 H228 Al ₂ O ₃ : Ei harmonisoitua luokitusta. AlCl ₃ (vedetön): Skin Corr. 1B H341 Al ₂ (SO ₄) ₃ : Ei harmonisoitua luokitusta. AlF ₃ Ei harmonisoitua luokitusta.	Al-jauhe (pyroforinen): H261, H250 Al-jauhe (stabiloitu): H261, H228 AlCl ₃ (vedetön): H314
Antimoni CAS 7440-36-0 diantimoni trioksidi CAS 1309-64-4 antimoni trikloridi Sb ₂ O ₃ CAS 10025-91-9	U-Sb	Sb-jauhe (hengittävä fraktio) Ei harmonisoitua luokitusta. Sb ₂ O ₃ Carc. 2 H351 SbCl ₃ Skin Corr. 1B H314, Aquatic Chronic 2 H411	Sb ₂ O ₃ H351 SbCl ₃ H314, H411
Aniliini CAS 62-53-3	U-Aniliini	Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 3 H311, Acute Tox. 3 H331, Eye Dam.age 1 H318, Skin Sens. 1B H317, Muta. 2 H341, Carc. 2 H351, STOT RE 1 H372, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410	H400, H410, H301, H311, H331, H318, H317, H341, H351, H372

Altiste	Analyysi	Vaaraluokka- ja kategoria- koodit (EY 1272/2008, Annex VI , harmonisoitu luokitus) tai valmistajan antama luokitus	Vaaralausekekoodi (EY 1272/2008, Annex VI)
Arseeni Arseenihappo AsH_3O_4 CAS 7778-39-4 Arseenipentoksidi As_2O_5 CAS 1303-28-2 Arseenitrioksidi As_2O_3 CAS 1327-53-3	U-As-i	AsH_3O_4 : Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 3 H331, Carc. 1A H350, Aquatic Chronic 1 H410, Aquatic Acute 1 H400 As_2O_5 : Carc. 1A H350, Acute tox. 3 H331, Acute Tox. 3 H301, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410 As_2O_3 : Acute Tox. 2 H300, Skin Corr. 1B H314, Carc. 1A H350, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410	AsH_3O_4 : H301, H331, H350, H400, H410 As_2O_5 : H331, H301, H350, H400, H410. As_2O_3 : H300, H314, H350, H400, H410
Bentseeni CAS 71-43-2	U-MUKON	Flam. Liq. 2 H225, Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319, Asp. Tox. 1 H304, Muta. 1B H340, Carc. 1A H350, STOT RE 1 H372	H225, H304, H315, H319, H340, H350, H372
Beryllium CAS 7440-41-7 Berylliumoksidi CAS 1304-56-9	U-Be	Be: Acute Tox. 3 H30,1 Acute Tox. 2 H330, Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319, Skin Sens. 1 H317, STOT SE 3 H335, STOT RE 1 H372 BeO: Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 2 H330, Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319, Skin Sens. 1 H317, Carc. 1B H350, STOT SE 3 H335, STOT RE 1 H372	Be: H301, H315, H317, H319, H330, H335, H350, H350i, H372, H372 BeO: H350, H350i, H330, H301, H372, H372, H319, H335, H315, H317
2-Butanoni (metyylietyyliketoni) CAS 78-93-3	U-MEK	Flam. Liq. 2 H225, Eye Irrit. 2 H319, STOT SE 3 H336	H225, H319, H336
Butoksietanoli/asetaatti CAS 111-76-2	U-BAa	Acute Tox. 4 H302, Acute Tox. 4 H312, Acute Tox. 4 H332, Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319	H302, H312, H332, H315, H319
Butoksietoksietanoli/asetaatti CAS 11-34-5	U-BEAa	Eye Irrit. 2 H319	H319
Deltametriini CAS 52918-63-5	U-PBa	Ei harmonisoitua luokitusta.	

Altiste	Analyysi	Vaaraluokka- ja kategoria- koodit (EY 1272/2008, Annex VI , harmonisoitu luokitus) tai valmistajan antama luokitus	Vaaralausekekoodi (EY 1272/2008, Annex VI)
Dilloorimetaani CAS 75-09-2	B-Hb-CO	Carc. 2 H351RE, RE	H351
Elohopea CAS 7439-97-6 Elohopea(I)kloridi Hg ₂ Cl ₂ CAS 10112-91-1 Elohopea(II)kloridi HgCl ₂ CAS 7487-94-7 Elohopeanitraatti Hg(NO ₃) ₂ CAS 10045-94-0 Elohopeaoksidi HgO CAS 21908-53-2 Elohopea sulfaatti HgSO ₄ CAS 7783-35-9 Elohopeasulfidi HgS CAS 1344-48-5	U-Hg, B-Hg	Hg: Acute Tox. 2 H330, Repr. 1B H360, STOT RE 1 H372, Aquatic Chronic 1 H410, Aquatic Acute 1 H400 Hg ₂ Cl ₂ : Acute Tox. 4 H302, Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319, STOT SE 3 H335, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H 410 HgCl ₂ : Acute Tox. 2 H300, Skin Corr. 1B H314, Muta 2 H341, Repr. 2 H361f, STOT RE 1 H372, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H 410 Hg(NO ₃) ₂ : Ei harmonisoitua luokitusta. HgO: Ei harmonisoitua luokitusta. HgSO ₄ : Ei harmonisoitua luokitusta. HgS: Ei harmonisoitua luokitusta.	Hg: H330, H360, H372, H410 Hg ₂ Cl ₂ : H302, H315, H319, H335, H400, H410 HgCl ₂ : H300, H314, H361f, H372, H400, H410
Esfenvaleraatti CAS 66230-04-4	U-PBa	Ei harmonisoitua luokitusta.	
Etoksietanoli/asettaatti CAS 110-80-5	U-EAa	Flam. Liq. 3 H226, Acute Tox. 4 H302, Acute Tox. 3 H331, Repr. 1B H360	H226, H302,H331, H360
Etyyliibentseeni CAS 100-41-4	U-Mandel	Acute Tox. 4 H332, Aquatic Chronic 3 H412, Flam. Liq. 2 H225	H225, H332
Fenoli CAS 108-95-2	U-Fenol	Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 3 H311, Acute Tox. 3 H331, Skin Corr. 1B H314, Muta. 2 H341, STOT RE 2 H373	H301, H311, H314, H331,H341, H373

Altiste	Analyysi	Vaaraluokka- ja kategoria-koodit (EY 1272/2008, Annex VI, harmonisoitu luokitus) tai valmistajan antama luokitus	Vaaralausekekoodi (EY 1272/2008, Annex VI)
Fluori Fluorivety HF CAS 7782-41-4 Kaliumfluoridi KF CAS 7789-23-3 Natriumfluoridi NaF CAS 7681-49-4	U-F	F ₂ : Acute Tox. 2 H300, Acute Tox. 1 H310, Acute Tox. 2 H330, Skin Corr. 1A H314 KF: Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 3 H311, Acute Tox. 3 H331 NaF: Acute Tox. 3 H301, Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319	F ₂ : H300, H310, H314, H330 KF: H301, H311, H331 NaF: H301, H315, H319
Hillimonoksidi CAS 630-08-0	B-Hb-CO	Flam. Gas 1 H220, Compressed gas H280, Acute Tox. 3 H331, Repr. 1A H360, STOT RE 1 H372	H220, H280, H331, H360, H360D, H372
Indium CAS 7440-74-6 Indium-tinaoksidi ITO CAS 50296-11-9	S-In	I n: Ei harmonisoitua luokitusta. I TO: Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit 2A H319, STOT RE 3 H335	I TO: H303, H315, H319, H335
Isosyanaattimetaboliitti MDI CAS 101-68-8	U-MDIMDA	Acute Tox. 4 H332, Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319, Resp. Sens. 1 H334, Skin Sens. 1 H317, Carc. 2 H351, STOT SE 3 H335, STOT RE 2 H373	H351, H332, H319, H335, H315, H334, H317, H373
Isosyanaattimetaboliitti TDI CAS 26471-62-5	U-TDITDA	Acute Tox. 1 H330, Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2A H319, Resp. Sens. 1 H334, Skin Sens. 1 H317, Carc. 2 H351, STOT SE 3 H335, Aquatic Chronic 3 H412, Aquatic Acute Cat. 3, H402	H330, H315, H319, H334, H335, H317, H412
Kadmium CAS 7440-43-9	B-Cd, U-Cd	Acute Tox. 2 H330, Repr. 2 H361, Muta. 2 H341, Carc. 1B H350, STOT RE 1 H372, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410 Pyr. Pyr. Sol. 1 H250, Acute Tox. 2 H330, Repr. 2 H361, Muta. 2 H341, Carc. 1B H350, STOT RE 1 H372, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410	H350, H341, H361, H361fd, H330, H372, H400, H410, Pyr. H250, H350, H341, H361, H330, H372, H400, H410

Altiste	Analyysi	Vaaraluokka- ja kategoria- koodit (EY 1272/2008, Annex VI , harmonisoitu luokitus) tai valmistajan antama luokitus	Vaaralausekekoodi (EY 1272/2008, Annex VI)
Karbamaatit <u>Methiocarb</u> CAS 2032-65-7 <u>Prosulfocarb</u> CAS 52888-80-9 <u>Fenoxycarb</u> CAS 79127-80-3 3-jodo-2-propynylibutylikarbamaatti CAS 85045-09-6	B-ACholEs	Ei harmonisoitua luokitusta.	
Koboltti CAS 7440-48-4 Kobolttikloridi CoCl ₂ CAS 7646-79-9 Kobolttioksidi CoO CAS 1307-96-6 Kobolttisulfaatti CoSO ₄ CAS 10124-43-3	U-Co	Co ⁰ : Resp. Sens. 1 H334, Skin Sens. 1 H317, Aquatic Chronic 4 H413 CoCl ₂ : Acute Tox. 4 H302, Resp. Sens. 1 H334, Skin Sens. 1 H317, Repr. 1B H360, Muta. 2 H341, Carc. 1B H350, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410 CoO: Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 2 H330, Resp. Sens. 1B H334, Skin Sens. 1 H317, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410 CoSO ₄ : Acute Tox. 4 H302, Resp. Sens. 1 H334, Skin Sens. 1 H317, Repr. 1B H360, Muta. 2 H341, Carc. 1B H350, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410	Co ⁰ : H317, H334, H413 CoCl ₂ : H302, H317, H334, H341, H350, H360, H400, H410 CoO: H301, H317, H330, H334, H400, H410 CoSO ₄ : H302, H317, H334, H341, H350, H360, H400, H410

Altiste	Analyysi	Vaaraluokka- ja kategoriakoodit (EY 1272/2008, Annex VI, harmonisoitu luokitus) tai valmistajan antama luokitus	Vaaralausekekoodi (EY 1272/2008, Annex VI)
Kromi (VI) Kromitrioksidi CrO ₃ CAS 215-607-8 Kromaattit esimerkkinä: Na ₂ Cr ₂ H ₂ O ₇ CAS 10588-01-9	U-Cr	CrO ₃ : Oxid. Solid 1 H271, Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 3 H311, Acute Tox. 2 H330, Skin Corr. 1A H314, Resp. Sens. 1 H334, Skin Sens. 1 H317, Repr. 2 H361, Muta. 1B H340, Carc. 1A H350, STOT RE 1 H372, Aquatic Chronic 1 H410, Aquatic acute 1, H400 Kromaattit: esimerkkinä Na ₂ Cr ₂ H ₂ O ₇ Oxid. Solid 2 H272, Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 4 H312, Acute Tox. 2 H330, Skin Corr. 1B H314, Resp. Sens. 1 H334, Skin Sens. 1 H317, Repr. 1B H360, Muta. 1B H340, Carc. 1B H350, STOT RE 1 H372, STOT SE 3 H335, Resp. Sens. 1 Skin Sens. 1, Aquatic Chronic 1 H410	CrO ₃ : H271, H301, H311, H314, H317, H330, H334, H340, H350, H361F, H372, H410 Kromaattit: Na ₂ Cr ₂ H ₂ O ₇ H272, H301, H312, H314, H317, H330, H334, H340, H350, H360FD, H372, H410
Kromi Cr ⁰ CAS 7440-47-3 Kromi(III)trioksidi CrO ₃ CAS 1333-82-0		Cr ⁰ Ei harmonisoitua luokitusta. CrO ₃ : Acute Tox. 4 H312, Acute Tox. 4 H332, Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319, Resp. Sens. 1 H334, Skin Sens. 1 H317, Carc. 1A H350, STOT SE 3 H335, STOT RE 2 H373, Aquatic Chronic 2 H411	CrO ₃ : H319, H334, H317, H340, H350: , H335, H373, H411
Ksyleeni CAS 1330-20-7	U-MethippA	Acute Tox. 4 H312, Acute Tox. 4 H332, Skin Irrit. 2 H315	H226, H312, H315, H332
Lambda-syhalotriini CAS 91465-08-6	U-PBa	Ei harmonisoitua luokitusta.	

Altiste	Analyysi	Vaaraluokka- ja kategoriakoodit (EY 1272/2008, Annex VI, harmonisoitu luokitus) tai valmistajan antama luokitus	Vaaralausekekoodi (EY 1272/2008, Annex VI)
Lyijy Lyijyasetaatti, emäksinen CAS 51404-69-4 Lyijyoksidin PbO CAS 1309-60-0 Lyijykromaattimolybdaatti sulfaatti punainen PbCrSMoO ₈ CAS 12656-85-8, C.I. 77605	B-Pb	Lyijyasetaatti, emäksinen: Acute Tox. 4 H302, Acute Tox. 4 H332, Repr. 1A H360Df, STOT RE 2 H373, Aquatic Chronic 1 H410 PbO: Acute Tox. 4 H302, Acute Tox. 4 H332, Repr. 1A H360Df, STOT RE 2 H373, Aquatic Chronic 1 H410, Aquatic acute 1 H400 PbCrSMoO ₈ Repr. 1A H360, Carc. 1B H350, STOT RE 2 H373, Aquatic Chronic 1 H410	Lyijyasetaatti, emäksinen: H302, H332, H360Df, H373, H410 PbO: H302, H332, H360, H373, H400, H410 PbCrSMoO ₈ : H360, H373, H350, H410
Mangaani CAS 7439-96-5 Mangaanidioksidi CAS 1313-13-9 Mangaanikloridi CAS 7773-01-5 Mangaanisulfaatti CAS 7785-87-7	U-Mn	Mn: Ei harmonisoitua luokitusta. MnO ₂ : Acute Tox. 4 H302, Acute Tox. 4 H332, STOT RE 2 H373 MnCl ₂ : Acute Tox. 4 H302, Eye Damage 1 H318, STOT RE 2 H373, Aquatic Chronic 2 H411 MnSO ₄ : Eye Damage 1 H318, STOT RE 2 H373, Aquatic Chronic 2 H411	MnO ₂ : H332, H302, H373: MnCl ₂ : H373, H411, H318, H302 MnSO ₄ : H373, H318, H411
Metanoli CAS 67-56-1	U-Formia	Flam. Liq. 2 H225, Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 3 H311, Acute Tox. 3 H331, STOT SE 1 H370	H225, H301, H311, H331, H370
Metoksietoksietanoli/asetaatti CAS 111-77-3	U-MEAA	Repr. 2 H361	H361
Metoksiopropanoli CAS 1589-47-5	U-PGME	Flam liq. 1 H224, Repr. 1 B H360D, STOT SE 3 H335, Skin Irrit. 2 H315, Eye Dam. 1 H318	H224, H360D, H335, H315, H318
Metyleenibis(kloorianiliini) (MOCA) CAS 101-14-4	U-MOCA	Acute Tox. 4 H302, Carc. 1B H350, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410	H302, H350, H400, H410

Altiste	Analyysi	Vaaraluokka- ja kategoria-koodit (EY 1272/2008, Annex VI, harmonisoitu luokitus) tai valmistajan antama luokitus	Vaaralausekekoodi (EY 1272/2008, Annex VI)
Metyleenidianiliini CAS 101-77-9	U-MDA	Acute Tox. 3 H301, Skin Sens. 1 H317, Muta. 2 H341, Carc. 1B H350, STOT SE 1 H370, STOT RE 2 H373, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410	H301, H317, H341, H350, H370, H373, H410, H400
Metyleenijodidi CAS 74-88-4	B-Hb-CO	Ei harmonisoitua luokitusta.	
Metyyli-isobutyryliketoni CAS 108-10-1	U-MIBK	Flam. Liquid 2 H225, Acute Tox. 4 H332, STOT SE 3 H335	H225, H332, H335
N-Metyyli-2-pyrrolidoni CAS 872-50-4	U-HNMP	Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319, Repr. 1B H360, STOT SE 3 H335	H360, H319, H315, H335
MTBE CAS 1634-04-4	U-TBA	Flam. Liq. 2 H225, Skin Irrit. 2 H315	H225, H315
Muurahaishappo CAS 64-18-6	U-Formia	Skin Corr. 1A H314, Eye Dam. 1 H318	H226, H314
n-Heksaani CAS 110-54-3	U-HD	Flam. Liq. 2 H225, Skin Irrit. 2 H315, Asp. Tox. 1 H304, Repr. 2 H361, STOT SE 3 H336, STOT RE 2 H373	H225, H304, H315, H361, H336, H373, H411
Naftaleeni CAS 91-20-3	U-2-Naftol	Carc. 2 H351, Aquatic Chronic 1 H410, Aquatic Acute 1 H400	H302, H351, H400, H410
Nikkeli Ni ⁰ CAS 7440-02-0 NiO CAS 1313-99-1 ja NiO ₂ CAS 12035-36-8 NiSO ₄ CAS 7786-81-4	U-Ni	Ni ⁰ : Skin Sens. 1 H317, Carc 2 H351, STOT RE 1 H372, Aquatic Chronic 3 H412 NiO ja NiO ₂ : Skin Sens. 1 H317, Carc. 1A H350i, STOT RE 1 H372, Aquatic Chronic 4 H413 NiSO ₄ : Acute Tox. 4 H302, Skin Irrit. 2 H315, Skin Sens. 1 H317, Acute Tox. 4 H332, , Resp. Sens. 1 H334, Muta 2 H341, Carc 1A H350i, Repr. 1B H360D, STOT RE 1 H372, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410	Ni: H317, H351, H372, H412 NiO ja NiO ₂ : H317, H350i, H372, H413 NiSO ₄ : H302, H315, H317, H332, H334, H341, H350i, H360D, H372, H400, H410

Altiste	Analyysi	Vaaraluokka- ja kategoria- koodit (EY 1272/2008, Annex VI , harmonisoitu luokitus) tai valmistajan antama luokitus	Vaaralausekekoodi (EY 1272/2008, Annex VI)
Permetriini CAS 52645-53-1	U-PBa	Ei harmonisoitua luokitusta.	
Rikkihiili CAS 75-15-0	U-TTCA	Flam. Liq. 2 H225, Acute Tox. 4 H332, Eye Irrit. 2 H319, Repr. 2 H361, STOT RE 1 H372	H225, H319, H332, H361, H372
Seleeni Sinkkiseleniitti CAS 13597-46-1 Seleenihippo H ₂ O ₃ Se CAS 7783-00-8	U-Se	ZnSeH ₂ O ₃ : Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 4 H332, Aquatic Acute 1 H400, Aquatic Chronic 1 H410 H ₂ O ₃ Se: Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 3 H331, STOT RE 2 H373, Aquatic Chronic 1 H410, Aquatic Acute 1 H400	ZnSeH ₂ O ₃ : H301, H332, H410 H ₂ O ₃ Se: H301 , H331, H373, H400, H410
Styreeni CAS 100-42-5	U-MAPGA	Flam. Liq. 3 H226, Acute Tox. 4 H332, Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319RE	H226, H315,H319,H332
Syanidit Syanivety CHN CAS 74-90-8 Syanamidi CH ₂ N ₂ CAS 420-04-2 kaliumsyaniidi KCN CAS 151-50-8 etyyli 2-syanoakrylaatti C ₆ H ₇ NO ₂ CAS 7085- 85-0	S-Tiosyan U-Tiosyan	CHN: Flam. Liquid 1 H224, Acute Tox. 1 H300, Acute Tox. 1 H310, Acute Tox. 1 H330, STOT SE 1 H370, STOT RE 1 H372, Aquatic Acute 1 H400 CH ₂ N ₂ : Acute Tox. 3 H301, Acute Tox. 3 H311, Skin Corr. 1C H314, Eye Damage 1 H318, Skin Sens. 1 H317, Aquatic Chronic 2 H411 KCN: Met. Corr. 1 H290, Acute Tox. 1 H300, Acute Tox. 1 H310, Acute Tox. 1 H330, STOT SE 1 H370, STOT RE 1 H372, Aquatic Acute 1 H400, Chronic Aquatic 1 H410 C ₆ H ₇ NO ₂ : Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319, STOT S E. 3 H335	CHN: H224, H300, H310, H330, H370, H372, H400, H410 CH ₂ N ₂ : H301, H311,H314,H318, H317, H411 KCN: H300, H310, H330, H370, H372,H400, H410, H290 C ₆ H ₇ NO ₂ : H315, H319, H335
Sypermetriini CAS 52315-07-8	U-PBa	Ei harmonisoitua luokitusta.	
Tallium CAS 7440-28-0	U-TI	Ei harmonisoitua luokitusta.	

Altiste	Analyysi	Vaaraluokka- ja kategoria- koodit (EY 1272/2008, Annex VI , harmonisoitu luokitus) tai valmistajan antama luokitus	Vaaralausekekoodi (EY 1272/2008, Annex VI)
Tau-fluvalinaatti CAS 102851-06-9	U-PBa	Ei harmonisoitua luokitusta.	
Tetrakloorieteeni CAS 127-18-4	B-PerklEt	Skin Sens. 1B H317, Carc. 2 H351, Aquatic Chronic 2 H411	H317, H351, H411
Tolueeni CAS 108-88-3	B-Tolu	Flam. Liq. 2 H225, Skin Irrit. 2 H315, Asp. Tox. 1 H304, Repr. 2 H361d, STOT SE 3 H336, STOT RE 2 H373	H225, H304, H315, H336, H361d, H373
Trikloorieteeni CAS 79-01-6	U-TCA	Skin Irrit. 2 H315, Eye Irrit. 2 H319, Skin Sens. 1B H317, Muta. 2 H341, Carc. 1B H350, STOT SE 3 H336, Aquatic Chronic 3 H412	H350, H341, H319, H317, H315, H336, H412
Uraani CAS 7440-61-1	U-U	Ei harmonisoitua luokitusta.	
Vanadiinipentoksidi V ₂ O ₅ CAS 1314-62-1	U-V	Acute Tox. 4 H302, Acute Tox. 4 H332, Eye Dam. 1 H318, Repr. 2 H361, STOT SE H335, STOT RE 1 H372, Aquatic Chronic 2 H411	H302, H318, H332, H335, H361, H372, H411

Taulukko 4. Ohjearvot altistumismittauksille 1.4.2014

Altistumattomien viiterajat ja toimenpiderajat soveltuvat vain oikein otetuille ja vastaavalla menetelmällä analysoiduille näytteille ja joiden tulosten standardisointi on tehty samoin. Raskaudelle ja sikiölle vaarallisille aineille on annettu erillinen toimenpideraja noudatettavaksi raskauden aikana; syöpävaaraa aiheuttaville aineille ei tulisi altistua raskauden aikana. (Kiilunen 2013)

Analyyysi	Altistumattomien viiteraja		Toimenpideraja Tavoitetaso
Alumiini (virtsa)	0,6	µmol/l	3,0 µmol/l
Antimoni	9	nmol/l	Ei ole asetettu.
Arseeni, epäorgaaninen	30	nmol/l	70 nmol/l
Asetyylikoliiniesteraasi			30 % lasku lähtöarvosta.
Beryllium	15	nmol/l	Ei ole asetettu.
Butoksietikkahappo	0,5	mmol/mol kreat.	60 mmol/mol kreat.
<i>tert</i> -Butyylialkoholi (TBA)	1	µmol/l	30 µmol/l
Elohopea,	10	nmol/l	50 nmol/l
epäorgaaninen (veri)			
Elohopea (virtsa)	20	nmol/l	140 nmol/l
Etoksietikkahappo	0,5	mmol/mol kreat.	20 mmol/mol kreat.
Fenoksibentsoehappo	1	µmol/mol kreat.	Ei ole asetettu.
Fenoli	0,20	mmol/l	1,3 mmol/l
2,5-Heksaanidioni	0,5	mmol/mol kreat.	2 mmol/mol kreat.
Hydroksi- <i>N</i> -metyyli- 2-pyrrolidoni	1	µmol/l	900 µmol/l
Häkähemoglobiini	0,015 (= 1,5 %)		0,040 (= 4,0 %)
Indium	0,02	µg/l	Ei ole asetettu.
Isosyanaattimetaboliitit	0,2	µmol/mol kreat.	Ei ole asetettu.
Kadmium (veri)	5	nmol/l (tup -)	
	18	nmol/l (tup +)	50 nmol/l
Kadmium (virtsa)	5	nmol/l (tup -)	
	10	nmol/l (tup +)	20 nmol/l
Koboltti	25	nmol/l	130 nmol/l
Kromi	0,01	µmol/l	0,20 µmol/l (VI)-arvoinen 0,01 µmol/l, tavoitetaso.
Lyijy (veri)	0,09	µmol/l	1,4 µmol/l
Lyijy (virtsa)	0,008	µmol/l	0,1 µmol/l
Mangaani (virtsa)	10	nmol/l	Ei ole asetettu.
Mantelihappo	0,2	mmol/l	4,0 mmol/l etylibentseenialt.
Manteli- ja fenyyli glyoksylihappo	0,2	mmol/l	1,2 mmol/l
Metanoli	2	mg/l	15. mg/l
2-(2-Metoksietoksi)etikkahappo	0,5	mol/mol kreat.	50 mmol/mol kreat.
1-Metoksi-2-propanoli	5	µmol/l	100 µmol/l
Metyleenibis-(2-kloorianiliini)	0,5	µmol/mol kreat.	5 µmol/mol kreat.
Metyleenidianiliini	0,5	µmol/mol kreat.	3 µmol/mol kreat.
Metyylietyyliketoni (2-Butanoni)	1,5	µmol/l	20 µmol/l
Metyylihippuurihappo	0,2	mmol/l	5 mmol/l
Metyyli-isobutyryliketoni	0,1	mmol/mol kreat.	0,5 mmol/mol kreat.
Molybdeeni	1340	nmol/l	Ei ole asetettu.
<i>trans,trans</i> -Mukonihappo	2	µmol/l	14 µmol/l
Muurahaishappo	70	mmol/mol kreat.	200 mmol/mol kreat.
2-Naftoli	7	µg/l (tup -)	
	30	µg/l (tup +)	Ei ole asetettu.

Analyyssi	Altistumattomien viiteraja		Toimenpideraja Tavoitetaso
Nikkeli	0,05	µmol/l	0,2 µmol/l vesiliukoiset 0,1 yhdisteet 0,05 niukkaliukoiset yhdisteet µmol/l, tavoitetaso.
Polyklooratut bifenyylit (PCB)	1,0 µg/l	50-vuotiaat ja alle 50-vuotiaat	Ei ole asetettu.
1-Pyrenoli	1,8 µg/l	yli 50-vuotiaat	2,6 µg/l
Seleeni	0,07	mg/g kreat.	Ei ole asetettu.
Retinolia sitova proteiini	300	µg/g kreat.	Palautumattomien vaikutusten mahdollisuus pitoisuuksilla > 1000 µg/g kreat.
Tallium	5	nmol/l	Ei ole asetettu.
Tetrakloorieteeni (perkloorietyleeni)	0,1	µmol/l	1,2 µmol/l 0,1 µmol/l tavoitetaso.
2-Tiotiatsolidiini- 4-karboksyylihappo	0,3	mmol/mol kreat.	1,0 mmol/mol kreat.
Tolueeni	50	nmol/l	500 nmol/l
Trikloorietikkahappo	30	µmol/l	120 µmol/l
Uraani	0,03	µg/g kreat.	Ei ole asetettu.
Vanadiini	7	nmol/l	600 nmol/l

5. Kirjallisuus:

Kiilunen M (toim.) Kemikaalialtistumisen biologinen monitorointi: näytteenotto-ohjeet 2013-2014. Työterveyslaitos, Helsinki, 2013. 133 s. www.ttl.fi/biomonitorointi

Aitio A, Luotamo M, Kiilunen M (toim). Kemikaalialtistumisen biomonitorointi. Työterveyslaitos, Helsinki, 1995. 339 s.

Amoore JE, Hautala E. Odour as an aid to chemical safety: odour thresholds compared with threshold limit values and volatilities for 214 industrial chemicals in air and water dilution. J Appl Toxicol 1983;3: 272-90.

Clements-Croome D J. Work performance, productivity and indoor air. SWEHJ 2008; (Suppl 4): 69-78.

Niemelä R, Räisänen J, Kalliokoski P, Riihimäki V, Tossavainen A. Teollisuuden sisäilman laadun tavoitetasot. Työ ja ihminen 1997, 11(3): 161-169.

Niemelä RI, Rantanen J, Kiilunen MK. Target levels--tools for prevention. Risk analysis: an official publication of the Society for Risk Analysis. 1998,18(6): 679-88.

Niemelä R, Rautio S, Hannula M, Reijula K. Work Environment effects on labor productivity: an intervention study in a storage building. Am J Ind Med 2002;42:328-35.

Niemelä R, Seppänen O, Korhonen P, Reijula K. Prevalence of Building-Related Symptoms as an Indicator of Health and Productivity. Am J Ind Med 2006;49:819-25.

Nordic Expert Group. Johnson A.C. ja Morata T. Occupational exposure to chemicals and hearing impairment, The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals, Arbete och hälsa; 44(4), 2010.

Taskinen, H. (toim.) Terveystarkastukset työterveyshuollossa. 2-3. painos. Työterveyslaitos, Sosiaali ja terveysministeriö, Helsinki, 2011. 524 s.

Asiantuntijat

Muistion on toimittanut, Mirja Kiilunen, Jouni Mikkola, Simo Porras, Tiina Santonen, Helene Stockmann-Juvala.

© Työterveyslaitos 2014