
KEMIKAALITURVALLISUUDEN tiedonlähteet

Vesa Riihimäki, Leena Isotalo, Merja
Jauhiainen, Birgit Kemiläinen, Irja Laamanen,
Marita Luotamo, Riitta Riala, Antti Zitting

Työterveyslaitos
Helsinki 2005

© 2004 Työterveyslaitos ja tekijät

2., uudistettu painos

ISBN 951-802-556-8 (nid.)

ISBN 951-802-652-1 (PDF)

Toimitus: Virve Mertanen

Kannen kuva: Kari Kyttälä

Ulkoasu: Arja Tarvainen

Edita Prima Oy

Helsinki 2005

SISÄLLYS

Tiedolla turvallisuutta 5

1 Kemikaalitiedon perusteita 7

- 1.1 Kemikaaliturvallisuus takaa ihmisten ja luonnon terveyden 7
Säädökset velvoittavat kemikaalien käytössä 9
- 1.2 Tietoa kemikaaleista kerätään kansallisesti ja kansainvälisesti 12
Keskeiset tiedonhankintamenetelmät 13
- 1.3 Tiedon tarve ja tarvitsijat 14
Vaaranarviointi ja riskinarviointi 15
- 1.4 Kemikaalin vaaralliset ominaisuudet 20
Vaarallisten aineiden luettelo 21
Varoittavat pakkausmerkinnät ja käyttöturvallisuustiedote 22

2 Kemikaaliriskien arviointi 25

- 2.1 Kemikaaliriskien arviointi työpaikalla 25
Erlaisia riskinarvioinnin toteuttamismalleja 26
Vaarat ovat toimialakohtaisia 30
Kemikaaliriskien hallinta 31
Työterveyshuollon toiminta kemikaalivaarojen arvioinnissa 32
- 2.2 Kemikaalien riskinarviointi Euroopan unionissa 33
Riskinarviointi EU:n prosessina 34
Altistumisen arviointi EU-ohjeistuksessa 36
Hyviä tuloksia, mutta hitaasti 38
Tulevaisuuden kemikaalivaarojen hallintaan 40

3 Kemikaalien vaaraominaisuuksien arviointi 41

- 3.1 Toksikologian perusteita 41
Tärkeitä termejä ja määritelmiä 42
Aineiden kulkeutuminen elimistössä eli toksikokinetiikka 44
- 3.2 Kemikaalin terveyshaittojen luokittelu 46
Välitön myrkyllisyys 47
Syövyttävyyys 48
Ärsyttävyyys 49
Herkistävyyys 50
Toistuvan annon tai altistamisen myrkyllisyys 51
Perimämyrkyllisyys 52
Syöpää aiheuttavat ominaisuudet 55
Lisääntymiselle haitalliset vaikutukset 57

- 3.3 Kemikaalin ympäristölle haitalliset ominaisuudet 60
 - Aineen pysyvyys ja hajoavuus 60
 - Aineen kulkeutuvuus 62
 - Aineen kertyvyys eliöihin 63
 - Aineen myrkyllisyys eliöille 64
- 3.4 Ympäristölle vaarallisten kemikaalien luokitus 65
 - Myrkyllisyyden arvioiminen luokitusta varten 66
 - Hajoavuuden, kertyvyyden ja otsonikerrokselle vaarallisten aineiden arvioiminen luokitusta varten 67
 - Muiden ympäristövaikutusten arvioiminen luokitusta varten 68

4 Kemikaalitiedon seuraaminen 69

- 4.1 Kemikaalitiedon tarjonta 69
- 4.2 Miten luen toksikologista kirjallisuutta 70
 - Kuinka käytän toksikologisia lähdeaineistoja? 71
 - Kehen voi luottaa? 71
 - Mistä aineesta on kysymys? 72
 - Onko koe oikein tehty? 73
 - Satunnainen vai merkityksellinen ero? 74

5 Tiedonlähteitä 77

- 5.1 Tiedonhaun työvälineet 77
- 5.2 Tietopalvelut ja kirjastot 82
- 5.3 Kemikaalitieto Internetissä 84
- 5.4 Kemikaaliturvallisuustiedon asiantuntijaorganisaatioita 86
 - Kotimaisia organisaatioita 86
 - Ulkomaisia kansallisia organisaatioita 99
 - Kansainvälisiä organisaatioita 103
- 5.5 Kemikaaliturvallisuuden tietokantoja 107
 - Suomalaisia tietokantoja 108
 - Ulkomaisia kansallisia ja kansainvälisiä tietokantoja 110
- 5.6 Kemikaaliturvallisuutta käsittelevä kirjallisuus 120
 - Ulkomaiset käsikirjat ja turvallisuusohjekokoelmat 120
 - Kotimaista kirjallisuutta 124
- 5.7 Monografiasarjat ja raja-arvojen perusteludokumentaatiot 130
- 5.8 Kemikaaliturvallisuustietoa sisältäviä aikakauslehtiä 133

Lyhenteitä 138

Hakemisto 140

Liitteet 143

- Käyttöturvallisuustiedotteen hyödyllisiä myrkyllisyystietoja 143
- Vaaraa osoittavat standardilausekkeet 145
- Ympäristöluokitukseen liittyviä raja-arvoja 148

Tiedolla turvallisuutta

Harvinaisistakin aineista on saatavilla tärkeitä tietoja, jopa paljon enemmän kuin yleensä luullaan. Informaatio tulee lähivuosina merkittävästi lisääntymään ja saatavuus paranemaan muun muassa teollisuuskemikaaleja arvioivien kansainvälisten ohjelmien ansiosta. Riittämättömät valmiudet hyödyntää tätä informaatiota voivat muodostua kemikaaliturvallisuuden esteeksi. Oleellista onkin oppia käyttämään alati kehittyviä tiedonhankinnan menetelmiä ja oppia tulkitsemaan saatuja tietoja.

Työpaikoilla on tärkeää tuntee käytössä olevat kemikaalit, jotta niitä osataan käyttää turvallisesti. Tietoa tarvitaan ihmisten terveydensuojelun, pelastustoimen ja ympäristönsuojelun sarjoilla, sillä kemikaalivaarat voivat ilmetä mitä moninaisimmin tavoin nykyaikaisessa yhteiskunnassa. Kemikaalitiedon lisäksi tarvitaan taitoja tulkita näitä tietoja ihmisen ja ympäristön vaaran kannalta.

Kemikaalin terveydelle haitallisten ominaisuuksien tutkiminen ja arvioiminen on kuin palapeli, jossa kuva muodostuu vasta kun eri palaset, toksikokinetiikka, metabolia, *in vitro* -vaikutusmekanismit, toistuvan annon toksisuuden kohde-elimet, perimämyrkyllisyys, havainnot eri eläinlajeilla, altistumistien, annostason ja altistumisajan modifioivat vaikutukset "lokshtavat paikalleen". Palasia tarvitaan kuvan eri puolilta. Aukkoja jää aina, eikä niitä kaikkia voida lisätutkimuksilla täyttää. Ammatillisen toksikologian suuri haaste on pyrkiä ratkaisemaan tuntemattomia tai epäselviä ominaisuuksia pääättelemällä, vertailemalla ja käyttämällä kehitteillä olevia työvälineitä kuten rakenne-aktiivisuusmalleja ja fysiologiaan perustuvia toksikokineettisiä malleja.

Vaarallisiksi kemikaaleiksi luokitellaan terveydelle ja ympäristölle vaaralliset sekä palo- ja räjähdysvaaralliset kemikaalit. Muutaman sadan yleisessä käytössä olevan teollisuuskemikaalin vaarallisista ominaisuuksista on saatavissa kattavat tiedot. Tässä oppaassa selvitetään, millaista ihmisen terveys- ja ympäristövaikutusten kannalta oleellista tietoa kemikaaleista on saatavilla ja miten tieto on tavoitettavissa. Oppaassa käsitellään myös toksikologian ja ekotoksikologian perusteita. Tietoa hyödyntämällä

voidaan vaikuttaa kemikaaleja käsittelevien terveyteen ja turvallisuuteen. Tärkeää on myös suojella ympäristöä kemikaalivaaroilta.

Opas lisää ensisijaisesti terveydenhuollon, työsuojelun ja kemikaaliturvallisuuden ammattihenkilöiden valmiuksia hyödyntää kemikaaleista tuotettua tietoa. Tekijät toivovat, että opas löytää käyttäjiä niin työterveyshuollon yksiköissä, kemikaaliturvallisuutta ohjaavissa viranomaisorganisaatioissa kuin kemikaaleja valmistavissa ja markkinoivissa yrityksissä, joissa vastataan muun muassa käyttöturvallisuustiedotteiden laatimisesta. Opas on myös erinomainen tiedonlähde oppilaitoksissa ja korkeakouluissa, joissa rakennetaan perusta uuden kemikaaleja käyttävän sukupolven osaamiselle ja asenteille.

Helsingissä joulukuussa 2004

*Vesa Riihimäki, Leena Isotalo, Merja Jaubiainen,
Birgit Kemiläinen, Irja Laamanen, Marita Luotamo,
Riitta Riala ja Antti Zitting*



Kemikaalien käyttö on turvallista, kun niiden ominaisuudet tunnetaan. Koska kemikaaleja käytetään yhä enemmän ja väärinkäytön seuraukset voivat olla vakavia, kemikaalien käyttämistä ohjataan laeilla. Monet kansalliset ja kansainväliset organisaatiot tuottavat tietoa, jota välitetään entistä turvallisemman elämän varmistamiseksi.

1.1 Kemikaaliturvallisuus takaa ihmisten ja luonnon terveyden

Länsimainen hyvinvointiyhteiskunta perustuu teknologioihin, joissa käytetään kemikaaleja. Samalla kun kemikaaleista on mittaamattomasti hyötyä, voivat niiden tuotanto, käyttö ja hävittäminen aiheuttaa vaaraa ihmiselle ja luonnolle. Kemikaalin tuottama siunaus voi äkisti muuttua kiroukseksi. Esimerkiksi Intiassa torjunta-aineiden käyttö on välttämätöntä, jotta sadot riittäisivät väestön ruokkimiseen.

Torjunta-aineet

Torjunta-aineiden käytön on kehitysmaissa arvioitu vuosittain aiheuttavan myrkytyksen noin miljoonalle ihmiselle, joista noin 20 000:lla myrkytys johtaa kuolemaan. Esimerkkinä kroonisesta vaikutuksesta miehillä on todettu kivesten surkastumista ja pahimassa tapauksessa hedelmättömyyttä 1,2-dibromi-3-klooripropani-torjunta-aineen valmistustyössä.

Lukuista joukko torjunta-aineina käytettyjä organoklooriyhdisteitä, polyklooribifenylyyhdisteet sekä monet muut aineet ovat luonnossa pysyviä, biokertyviä, ekojärjestelmässä rikastuvia ja eri tavoin myrkyllisiä. Hylkeet ja petolinnut saavat näitä aineita elimistöönsä erityisen runsaasti ravintoketjun kautta. Niillä on todettu lisääntymisongelmia ja lisääntynyttä kuolleisuutta moniin tauteihin.

Pysyvät ja myrkylliset aineet voivat tyypillisesti kulkeutua veteen ja levitä vesistöissä laajalle. Maaperästä tietyntyyppiset aineet kulkeutuvat helposti pohjaveteen. Kloorifenolaatit, tetrakloorietyleeni ja metyyli-tertiääributyylieetteri ovat esimerkkejä aineista, jotka ovat Suomessa pilanneet juomavesilähteinä käytettyjä pohjavesialueita. Samoin leviämistä tapahtuu ilman kautta, ja jopa kaukokulkeutumista trooppisista maista arktisille alueille on havaittu.

Kemikaali-
turvallisuus-
ohjelma

Monissa maissa, myös Suomessa, on kohteita, joissa kemikaalien harkitsematon käsittely ja piittaamattomuus kemikaalipäästöistä tai -jätteistä on tehnyt ympäristön epäterveelliseksi ja ihmiselle sopimattomaksi asuinpaikaksi.

Käsite kemikaaliturvallisuus sai konkreettisen sisällön, kun maailman terveysjärjestö (WHO), kansainvälinen työjärjestö (ILO) ja Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelma (UNEP) vuonna 1980 perustivat kansainvälisen kemikaaliturvallisuusohjelman (International Programme on Chemical Safety, IPCS). IPCS toimii maailman terveysjärjestössä ja sen tukijoita ovat lukuisat ympäristöterveyden kansalliset ja kansainväliset organisaatiot ja tutkimuslaitokset eri puolilla maailmaa. IPCS on ottanut tehtäväkseen arvioida työssä ja yleisessä elinympäristössä esiintyvien kemikaalien aiheuttamia vaaroja terveydelle ja ympäristölle. Se arvioi turvallisia pitoisuuksia juomavedessä ja ilmassa sekä jäämäpitoisuuksia ja lisäaineita ravinnossa. Samalla se kehittää menetelmiä haitallisten vaikutusten tunnistamista ja riskien arviointia varten.

IPCS:n informaatiotuotanto on laajaa ja monipuolista. Yli 230 kemikaalia on arvioitu perinpohjaisesti Environmental Health Criteria Document -sarjassa. Samassa sarjassa on julkaistu lukuisia riskinarvioinnille tärkeitä menetelmällisiä ohjeita. Vuodesta 1998 alkaen IPCS on julkaissut uutta Concise International Chemical Assessment Document (CICAD) sarjaa, jossa on vuoteen 2003 mennessä julkaistu arviot 56 kemikaalista. Ohjeita (Poison Information Monographs) on annettu yli 150 aineen aiheuttaman myrkytyksen diagnostiikasta ja hoidosta. Kansainvälisiä kemikaalikortteja (International Chemical Safety Cards) on tuotettu yhteensä yli 1 300 aineesta. Ne on tehty, jotta kemikaalin loppukäyttäjät niin kehitysmaissa kuin kehittyneissä teollisuusmaissa tietäisivät, kuinka kemikaaleja käytetään turvallisesti. Tavoitteena on ollut tuottaa tietoa kemikaaleista poliittiselle johdolle, toimeenpaneville virkamiehille, asiantuntijoille ja tutkijoille, yritysjohdolle sekä työntekijöille. IPCS:n tavoitteena on ollut levittää tietoa mahdollisimman moniin maihin, ja siksi se tukee yhdessä ILO:n kanssa kemikaalikorttien kääntämistä eri kielille. IPCS:n tuottamien tietojen avulla kaikki maat voivat itse kehittää omaa kemikaaliturvallisuuttaan kullekin tarkoituksenmukaisella tavalla.

Ympäristö-
ja kehitys-
konferenssi
UNCED

Kemikaaliturvallisuuskysymykset saivat lisää kantavuutta Yhdistyneiden kansakuntien Ympäristö- ja kehityskonferenssissa (UNCED) vuonna 1992. UNCED vaati jäsenmaitaan tehostamaan kemikaalien vaarallisuuden arviointia ja lisäämään informaatiota kemikaaleista. UNCED:in kemikaaliturvallisuutta koskevien päätöksien seuranta varten on perustettu YK:n valittujen jäsenmaiden muodostama Intergovernmental Forum on Chemical Safety.

Vaaraominaisuuksien tunteminen on kemikaaliturvallisuuden ydinkysymys. Tässä oppaassa selvitetään, millaista ihmisen terveys- ja ympäristövaikutusten kannalta tärkeää tietoa kemikaaleista on saatavilla ja miten tieto on tavoitettavissa.

Säädökset velvoittavat kemikaalien käytössä

Kemikaalitietoisuus ja kriittisyys kemikaaleja kohtaan ovat lisääntyneet sitä mukaa kuin on ilmennyt terveyteen ja luontoon kohdistuvia haittoja. Kehittyneissä yhteiskunnissa on totuttu ajattelemaan, että kemikaalien tuotanto, käyttö ja hävittäminen eivät saa aiheuttaa kohtuutonta vaaraa ihmisen terveydelle ja ympäristölle. Tämä tarkoitus on sisällytetty Euroopan yhteisön maiden kemikaalilainsäädäntöön, Suomessa kemikaalilakiin (744/1989) ja sen nojalla annettuihin alemman tason säädöksiin. Kemikaalilain mukaan kemikaalin valmistuksessa, maahantuonnissa ja käsittelyssä on noudatettava riittävää huolellisuutta ja varovaisuutta terveys- ja ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi (*huolehtimisvelvollisuus*).

Velvollisuudet ovat huolehtiminen, selvilläolo, valinta ja tiedonanto.

Kemikaalin valmistajalla, maahantuojalla, jakelijalla ja muulla toiminnanharjoittajalla on *selvilläolovelvollisuus* luovuttamansa kemikaalin fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista sekä sen terveys- ja ympäristövaikutuksista. Käytännössä se tarkoittaa vaaraominaisuuksia koskevien tietojen hankkimista tekemällä tutkimuksia ja arvioita. *Valintavelvollisuuden* perusteella toiminnanharjoittajan on valittava käyttöön olemassa olevista vaihtoehdoista kemikaali, josta aiheutuu vähiten vaaraa. Lisäksi valmistajalla, maahantuojalla, jakelijalla tai muulla toiminnanharjoittajalla on *tiedonantovelvollisuus*, joka velvoittaa laatimaan käyttöturvallisuustiedotteen ammattikäyttöön tarkoitettusta kemikaalista, jos se on terveydelle tai ympäristölle vaarallinen tai palo- tai räjähdysvaarallinen. Tiedonanto velvollisuus edellyttää, että kemikaalin päällyksessä ovat turvallisuuden ja tunnistamisen kannalta tarpeelliset tiedot, varoitusmerkinnät ja käyttöohjeet.

Jotta edellä mainitut periaatteet toteutuisivat tarkoitetulla tavalla, toiminnanharjoittajia ohjataan seuraavin kemikaalilain nojalla annetuin säädöksin:

- sosiaali- ja terveysministeriön asetus kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä (807/2001)
- sosiaali- ja terveysministeriön asetus vaarallisten aineiden luettelosta (624/2001)
- sosiaali- ja terveysministeriön asetus käyttöturvallisuustiedotteesta (1202/2001)
- sosiaali- ja terveysministeriön asetus kemikaaleja koskevien tietojen toimittamisesta (374/2002)

- sosiaali- ja terveysministeriön asetus vaarallisiksi luokiteltujen kemikaalien määrätietojen toimittamisesta (1233/2000)
- valtioneuvoston asetus syöpää aiheuttavia, perimää vaurioittavia ja lisääntymiselle vaarallisia aineita koskevista kielloista ja rajoituksista (623/2004)
- useita valtioneuvoston päätöksiä tai asetuksia kemikaaleja koskevista kielloista ja rajoituksista (uusimpia ovat 735/2002; 871/2002; 8/2003; 416/2003; 440/2003; 694/2003; 623/2004).

Työnantajia koskevia velvoitteita ja ohjeita kemiallisista tekijöistä työssä on puolestaan annettu työturvallisuuslaissa (738/2002) ja sen nojalla annetuissa säädöksissä:

- valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä (715/2001) ja sen nojalla annettu
- sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista (HTP) (190/2002)
- valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (716/2000; muutos 245/2002) ja sen nojalla annettu
- työministeriön päätös syöpäsairauden vaaraa aiheuttavista tekijöistä (838/1993) muutettuna sosiaali- ja terveysministeriön asetuksilla 1232/2000 ja 1014/2003
- valtioneuvoston asetuksen 716/2000 toimeenpanoon liittyvä laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien rekisteristä (ASA-rekisteri) (717/2001)
- valtioneuvoston päätös perimälle, sikiölle ja lisääntymiselle työssä aiheutuvan vaaran torjunnasta (1043/1991) ja sen nojalla annettu
- työministeriön päätös perimälle, sikiölle ja lisääntymiselle työssä vaaraa aiheuttavista tekijöistä (1044/1991)
- valtioneuvoston päätös työturvallisuuslain soveltamisesta torjunta-aineen käsittelyyn ja levitykseen metsätyössä (538/1989)
- valtioneuvoston päätös suuronnettomuusvaaran torjunnasta (922/1999)
- valtioneuvoston päätös lyijytyöstä (1154/1993)
- valtioneuvoston päätös asbestityöstä (1380/1994) ja sen nojalla annettu
- työsuojeluhallituksen päätös hyväksyttävistä asbestipurkutyössä käytettävistä menetelmistä ja laitteista (231/1990)
- valtioneuvoston päätös ympäristön tupakansavusta ja siihen liittyvän syöpävaaran torjunnasta työssä (1153/1999)
- valtioneuvoston päätöksiä koskien kieltoja ja rajoituksia: asbesti (852/1992), kadmium (1415/1992), nikkeli (2/2000).

Luokitus ja luettelointi

Työterveyshuollon tehtävistä, jotka koskevat työntekijöiden suoje-
lua kemiallisten tekijöiden aiheuttamilta vaaroilta, säädetään työ-
terveyshuoltolaissa (1383/2001). Sen nojalla annetussa valtioneu-
voston asetuksessa terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaa-
raa aiheuttavissa töissä (1485/2001) on esimerkkiluettelo kemial-
lisista tekijöistä, jotka aiheuttavat erityistä sairastumisen vaaraa.

Joitakin edellä mainittuja säädöksiä ja niiden toimeenpanoa ohjaavien liitteiden sisältöä käsitellään yksityiskohtaisemmin jäl-
jempänä tässä oppaassa. Kemikaaliturvallisuuden toteutus käytän-
nössä vaatii erityisen huomion kiinnittämistä kemikaalien luokituk-
seen ja merkintöihin. On tärkeää perehtyä luokitusperusteisiin,
vaarallisten aineiden luetteloon, HTP-luetteloon, syöpäsairauden
vaaraa (työssä) aiheuttaviin tekijöihin, perimälle, sikiölle ja lisään-
tymiselle työssä vaaraa aiheuttaviin tekijöihin ja erityistä sairastu-
misen vaaraa aiheuttaviin kemiallisiin tekijöihin. Hyödyllistä on
myös huomata, että valtioneuvoston asetuksen syöpää aiheuttavia,
perimää vaurioittavia ja lisääntymiselle vaarallisia aineita koskevista
kielloista ja rajoituksista (623/2004) liitteessä luetellaan ryhmiin
1 ja 2 luokitellut vaaralliset aineet, jotka aiheuttavat syöpää tai
vaurioittavat perimää ja lisääntymistä.

Työpaikoilla tulee selvittää, altistuvatko työntekijät syöpä-
sairauden vaaraa aiheuttaville tekijöille. Näitä ovat työministeriön
päätöksessä 838/1993 ja sen muutoksissa mainitut aineet (ns. ASA-
aineet eli ammatissa syöpäsairauden vaaraa aiheuttavat aineet) ja
muut tekijät (listan aineet poikkeavat osin EU:n kemikaali-
luokituksista). ASA-aineille altistuvista tulee tehdä vuosittain ilmoi-
tukset työsuojelupiireille, joista tiedot kootaan edelleen koko maan
ASA-rekisteriin (L717/2001), jota ylläpitää Työterveyslaitos.

Lukija voi tutustua kattavasti Suomen kemikaalilainsäädän-
töön aihetta käsittelevästä käsikirjasta (Pyötsiä J.: Kemikaalilaki:
opas valmistajille ja käyttäjille 1–3, 5., uudistettu painos, Chemas,
Kemianteollisuus, Helsinki 2002), joka sisältää täydellisenä muun
muassa Euroopan yhteisön asetuksen olemassa olevien aineiden
vaarojen arvioinnista ja valvonnasta (ETY 793/93), vaarallisten
kemikaalien yleiset luokitus- ja merkintävaatimukset sekä vaa-
rallisten aineiden luettelon.

Lukuisia kemikaaliturvallisuutta ohjaavia ja valvovia säädök-
siä on kehitetty Euroopan unionissa ja niiden toimeenpanoa tue-
taan monin yksityiskohtaisin ohjein. Hallinnollisesti kemikaalit
jaetaan olemassa oleviin aineisiin (ns. EINECS-luettelo), uusiin
aineisiin (ns. ELINCS-luettelo), kasvinsuojeluaineisiin, biosidei-
hin ja lääkkeisiin. Lainsäädännöllä on kunnianhimoiset tavoitteet
kemikaalien aiheuttamien vaarojen kartoittamiseksi sekä riskien
arvioimiseksi ja hallitsemiseksi. Vaarojen hallitsemiseksi kehitetään

Euroopan
unionin
säädökset

aineiden luokitusta ja merkintäkäytäntöjä. Kemikaalien vaarallisten ominaisuuksien selvittämisen lisäksi painotetaan tiedon julkisuutta ja sen saattamista kaikkien kansalaisten ulottuville. Säädösten lisäksi vapaaehtoisilla, teollisuuden ja viranomaisten keskinäisillä hankkeilla halutaan lisätä tietoa kemikaalien vaaroista.

1.2 Tietoa kemikaaleista kerätään kansallisesti ja kansainvälisesti

EU:n
kemikaali-
rekisteri

Kemiallinen elinympäristömme sisältää suuren määrän sekä yksittäisiä aineita että kemiallisia valmisteita, jotka ovat kahden tai useamman aineen seoksia. Voimme yrittää muodostaa kuvaa elinympäristön "kemikaaliuniversumista" EU:n kemikaalirekisterin perusteella. Vuonna 1981 Euroopan kemian teollisuus ilmoitti tuottavansa tai käyttävänsä yhteensä noin 100 000 ainetta (alkuainetta tai niiden kemiallista yhdistettä, jotka muodostavat EINECS-luettelon). Näiden "olemassa olevien aineiden" lisäksi on EU-jäsenmaiden viranomaisille ilmoitettu tähän mennessä noin 3 000 "uutta ainetta" (aineita, joita teollisuus on ilmoittanut vuoden 1981 jälkeen). Suurimittaisessa käytössä ($\geq 1\ 000$ tonnia/vuosi) EU-alueella on noin 2 500 ainetta ja rajoitetummassa käytössä (vähintään 1 tonni/vuosi) on noin 30 000 ainetta.

Voidaan siis päätellä, että koko Euroopassa voi työ- ja elinympäristössä esiintyä ainakin joitakin tuhansia aineita, siis huomattavan laaja valikoima. Yksittäisen työpaikan näkökulmasta tilanne on tietysti aivan toinen. Yksittäisen yrityksen käytössä olevien kemiallisten valmisteiden sisältämien aineiden lukumäärä jää yleensä joihinkin kymmeneen. Kun yritys hankkii uusia tuotteita tai muuttaa prosessia, tulee kuitenkin käyttöön myös uusia aineita, todennäköisimmin edellä mainitusta 2 500 aineen valikoimasta.

Koska käytössä on paljon kemikaaleja, niiden vaaraominaisuuksien selvittäminen on suuri työ. Kemikaalien toksisuuden, ekotoksisuuden ja ympäristössä käyttäytymisen tutkimusmenetelmät ovat varsinaisesti kehittyneet vasta viimeisten vuosikymmenien aikana. Vaikka tutkimuksia olisi tehtykin, puutteelliset tutkimusmenetelmät aiheuttavat epävarmuutta havaintojen tulkinnassa. Muutamista sadoista tavallisimmista teollisuuskemikaaleista on runsaasti tietoja. Monissa altistuneiden ihmisten tutkimuksissa on saatu myös kliinisiin tai epidemiologisiin havaintoihin perustuvia tietoja terveyshaitoista.

Vaarallisten aineiden luettelo	Vuodesta 1967 alkaen on Euroopan yhteisö päättänyt yhteensä noin 3 000 kemikaalin luokituksesta ja merkinnöistä. Suomessa ne on julkaistu sosiaali- ja terveysministeriön päätöksenä vaarallisten aineiden luettelosta (No 624/2001). Aineluettelo on päivitetty huhtikuussa 2004, ja uuden asetuksen julkaiseminen on paraikaa vireillä.
BUA-raportit	Monissa kansallisissa ja kansainvälisissä hankkeissa selvitetään järjestelmällisesti teollisuuskemikaalien vaarallisia ominaisuuksia. Saksan kemianteollisuuden yhdistys oli edelläkävijä 1980-luvulla. Yhdistys tunnisti Saksan kemian teollisuudessa suurina määrinä käytetyt kemikaalit ja kokosi niiden terveys- ja ympäristöominaisuuksia koskevia tietoja. Jos aineista puuttui tietoja, tehtiin myös tarpeellisia tutkimuksia. Asiantuntija-arviot on julkaistu niin sanotuin BUA-raportteina.
SIDS- ja ICCA-ohjelmat	1990-luvulla on saatu noin 150:n huonosti tunnetun aineen vaaraominaisuuksista kriittisiä tietoja High Production Volume Chemicals (SIDS) -ohjelmassa, jossa taloudellisen kehityksen ja yhteistyön järjestön (OECD) jäsenmaiden viranomaiset ja kemianteollisuus ovat tehneet yhteistyötä. Kansainvälinen kemianteollisuus on International Council of Chemical Associations -keskusjärjestönsä kautta sitoutunut toimittamaan vuoteen 2004 mennessä terveys- ja ympäristövaaratietoja 1 000 kemikaalista (ICCA-ohjelma). Euroopan unionilla on ollut vuodesta 1993 käynnissä riskinarviointiohjelmat uusille aineille ja "olemassa oleville aineille". Ennen kuin uusia aineita päästetään markkinoille, niistä vaaditaan vaaraominaisuuksia koskevia tietoja, joiden laajuus riippuu ilmoitetusta tuotantomäärästä. Euroopan yhteisön olemassa olevien aineiden riskiarviointiohjelma on arvioinut 141 priorisoidusta aineesta 117, joista 67 on jäsenvaltioiden lopullisesti hyväksymänä raporttina luettavissa Euroopan kemikaalitoimiston Internet-sivuilta. Arvioissa on perusteellisesti selvitetty sekä altistumista että vaikutuksia terveyteen ja ympäristöön. Riskit ja niiden luonne on arvioitu niin työntekijöille, kuluttajille kuin ympäristölle altistumistilannekohtaisesti.

Keskeiset tiedonhankintamenetelmät

Ei ole samantekevää, kuinka tietoa kemikaaleista hankitaan. Kemikaalien vaaraominaisuuksia selvitetään tarkoituksenmukaisilla ja luotettavilla tutkimuksilla, joita tehdään sekä koe-eläimillä että yksinkertaistetuilla kokeellisilla malleilla, kuten eristetyillä soluilla tai kudoksilla (niin sanotut *in vitro* -kokeet¹).

¹ In vitro -koe tehdään esimerkiksi pullossa, elimistön ulkopuolella.

Eräitä kemikaalin haitallisia ominaisuuksia terveydelle tai ympäristölle on myös opittu seulomaan esiin molekyyliarakenteen perusteella. Sen jälkeen kun kemikaaleja on alettu laajamittaisesti käyttää, altistuvien työntekijöiden terveyden seuranta on tuonut esille monien kemikaalien luontaiset haittavaikutukset ihmiseen. Epidemiologisilla väestötutkimuksilla pyritään myös selvittämään sairauksien esiintymisen syy-yhteyttä altistaviin kemikaaleihin.

Euroopan unionin jäsenmaat ovat poliittisesti sitoutuneet vähentämään selkärankaisilla eläimillä tehtäviä toksisuustutkimuksia. Tämä on selkeästi ilmaistu myös yhteisön uuden kemikaalasetuksen (REACH) luonnoksessa. Asetusehdotuksen mukaan kokeet on rajoitettava siihen laajuuteen, mikä on välttämätöntä hyvän kemikaaliturvallisuuden saavuttamiseksi. Kaikki mahdollinen, vielä julkaisematon tieto on saatava käyttöön, jotta voidaan välttyä tarpeettomalta kokeiden toistamiselta. Yhteisö myös tukee eläinkokeille vaihtoehtoisten menetelmien, kuten *in vitro* -kokeiden kehittämistä ja hyödyntämistä kemikaalien arvioinnissa.

1.3 Tiedon tarve ja tarvitsijat

Kemikaalien terveysvaarojen ja -riskien tutkiminen on prosessi, joka etenee kemikaalitietoon tutustumisesta vaaran tunnistamiseen, sen luonnehtimiseen ja riskien määrittelyyn. Kuvassa 1 prosessin lähtökohtana ovat tiedon käyttäjät, jotka tarvitsevat tietoa kemikaalien aiheuttamista terveyshaitoista. Prosessissa edetään vaihteittain yksittäisiä toksisia vaikutuksia koskevista havainnoista kokonaiskuvaan aineen myrkyllisyydestä. Tähän kokonaiskuvaan kuuluvat kokeista saadut tulokset aineen vaikutuksista ja arviot aineen ihmiselle aiheuttamasta terveysriskistä. Viimeksi mainittu askel on monesti todellinen haaste toksikologian asiantuntijoille, joiden tehtävänä on perustella, milloin riskinarvio ylipäänsä on mahdollista antaa ja minkälaista epävarmuutta siihen sisältyy.



Kuva 1. Kemikaalin toksikologinen vaara ja riski arvioidaan vaiheittain. Arvioinnissa on muistettava monta tärkeää asiaa.

Vaaranarviointi ja riskinarviointi

Vaaranarviointi

Kun puhutaan kemikaaleista, sanat vaaranarviointi ja riskinarviointi ovat hyvin yleisessä käytössä. Kummallakin on oma määritely merkityksensä. *Vaaranarviointi käsittää kemikaalin vaarallisten ominaisuuksien tunnistamisen*, kuten ihoa herkistävän vaikutuksen, syöpävaarallisuuden tai myrkyllisyyden kaloille, ja *vaarojen luonnehtimisen*. Luonnehtimisella tarkoitetaan sen selvittämistä, miten haitallisten vaikutusten luonne ja voimakkuus riippuvat altistumisen määrästä ja kestosta esimerkiksi millaisia vaikutuksia aiheutuu lyhytaikaisesta altistumisesta suurelle pitoisuudelle tai päinvastoin pitkäaikaisesta altistumisesta pienelle pitoisuudelle.

Riskinarviointi

Riskinarviossa puolestaan määritetään sitä terveysvaikutusta (haitan vakavuutta ja todennäköisyyttä), jonka otaksutaan seuraavan tietystä altistumisesta. Riskinarvio voidaan parhaassa tapauksessa tehdä luotettavasti pätevistä epidemiologisista tutkimuksista,

Turvamarginaali MOS

jotka osoittavat esimerkiksi ihmisen työolojen kemikaalipitoisuuden tai elimistöön tulleen ainemäärän ja sairauden ilmenemisen välisen yhteyden.

Terveysvaaraa joudutaan yleensä arvioimaan "koeputkiolosuhteissa" tai etenkin koe-eläinhavaintojen perusteella, sillä vain harvoista aineista on saatavilla tietoja niiden vaikutuksista ihmiseen. Aineen aiheuttama terveysriski voidaan ennustaa, kun ensin selvitetään objektiivisesti altistumisen määrä ja kesto ja sitten verrataan tulosta kyseiselle tilanteelle relevantteihin vaaraa luonnehtiviin kokeellisiin tietoihin. Jos arvio perustuu eläinkokeisiin, on eurooppalaisessa käytännössä sovellettu riskin mittarina *turvamarginaalia* (margin of safety). Turvamarginaali lasketaan jakamalla suurin annos tai pitoisuus, joka ei eläinkokeissa aiheuttanut havaittavaa haitallista vaikutusta, ihmisen saamalla annoksella tai altistavalla pitoisuudella.

Kokemukset tavanomaisten kemikaaliongelmien ratkaisemisessa ovat osoittaneet, että tietoja vaaraominaisuuksista on todellisuudessa saatavilla paljon enemmän kuin luullaan. Näennäiset tietoaукот täyttyvät sitä mukaa, kun osataan käyttää taitavammin alati kehittyviä tiedonhankinnan menetelmiä. Kemikaali-informaatio tulee lähivuosina lisääntymään ja sen saatavuus paranemaan kansainvälisten ohjelmien ja myös kemikaaleja valmistavien yritysten ansiosta. Ongelmaksi ovat muodostumassa terveydenhuollon ammattihenkilöiden ja kemikaaleja käyttävien yritysten riittämättömät valmiudet hyödyntää tietoa. Tämä kirja auttaa osaltaan ratkaisemaan tiedon käyttämättä jättämisestä aiheutuvaa ongelmaa.

Vaaran tunnistaminen

Vaarojen tunnistamisella tarkoitetaan aineen luontaisten ominaisuuksien perusteella aiheuttamien epätoivottujen vaikutusten tunnistamista. Annos-vaikutussuhde ja annos-vastesuhde kuvaavat altistumisen määrän ja keston sekä syntyvien vaikutusten välistä yhteyttä.

Euroopan unionin teknisessä ohjeessa (ks. luku 2.2) kuvataan periaatteet, joiden mukaan vaaraominaisuudet arvioidaan, esimerkiksi mitä kokeita ja millaisin edellytyksin koetuloksia voidaan käyttää ja millaista näyttöä vaaditaan vaikkapa kemikaalin osoittamiseksi perimää vaurioittavaksi. Tekninen ohje antaa myös tilaa asiantuntijoiden tekemille tapauskohtaisille johtopäätöksille. Riskinarviointiin kuuluvia erilaisia toksikologisia vaaraominaisuuksia käsitellään yksityiskohtaisemmin luvussa 3.2.

Kemikaalin vaaraominaisuuksien tunnistamiseksi tarvitaan tietoja vaikutuksista, joita aine voi luontaisten ominaisuuksiensa perusteella aiheuttaa. Tällaisia tietoja sisältävät esimerkiksi vaaral-

listen aineiden luettelo (aineiden luokitus), kansainvälisen kemikaaliturvallisuusohjelman kemikaalikortit, kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteet ja muut turvallisuusohjeet. Ne ovat välttämättömiä omasta turvallisuudestaan huolehtiville kuluttajille ja työntekijöille sekä kaikille ihmisille, jotka tavalla tai toisella vastaavat turvallisuudesta kemikaalien valmistuksessa, markkinoinnissa, kuljetuksessa ja käytössä.

Yritystoiminnassa tietoja tarvitaan, jotta osattaisiin valita mahdollisimman turvallisia valmisteita ja jotta niitä osattaisiin käsitellä turvallisella tavalla. On tärkeää tuntea myös käytetyn kemikaalin mahdollinen vaarallisuus ympäristölle. Ympäristössä pysyvät ja kulkeutuvat aineet voivat esimerkiksi pohjaveteen jouduttuaan muodostaa uhkatilanteen lähiympäristön väestön terveydelle.

Viranomaiset pelastustoiminnan, lääkintötoimen, ympäristönsuojelun, terveydensuojelun ja työsuojelun aloilla tarvitsevat perustietoa kaikista kemikaaleista, joille altistuminen voi aiheuttaa vaaraa. Heidän on tärkeää kyetä tunnistamaan vaara nopeasti äkillisissä tilanteissa, kuten kemianteollisuuden tai kemikaalikuljetusten onnettomuuksissa pelastamisen ja lääkinnän ensivasteen toimenpiteitä varten.

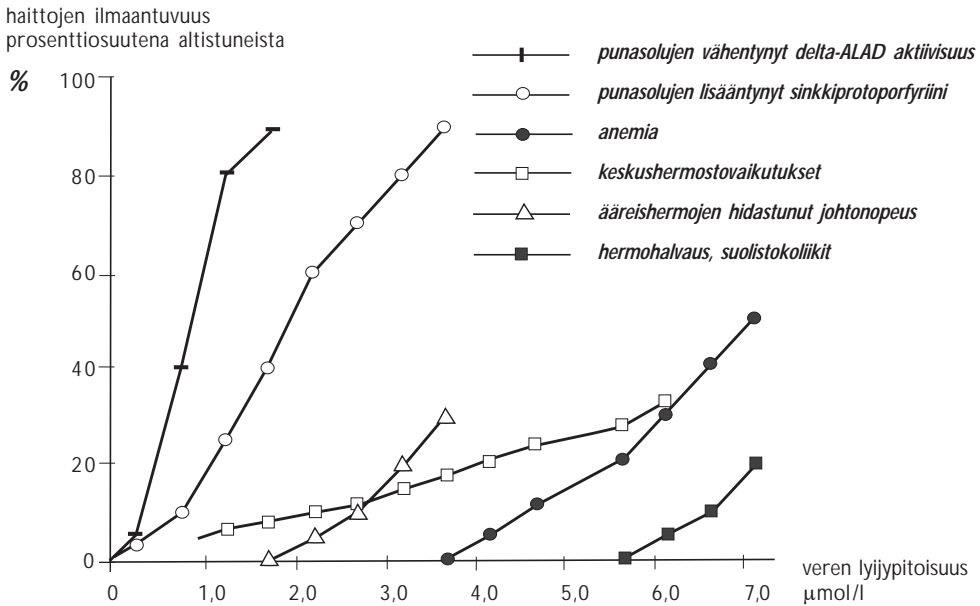
Vaaran luonnehtiminen

Työterveyden, ympäristöterveyden ja toksikologian ammattihenkilöt tarvitsevat terveysvaaroja luonnehtivia, vaaran tunnistamista monipuolisempia ja syvällisempiä tietoja altistumisen määrän ja keston sekä altistumisesta syntyvien vaikutusten välisestä yhteydestä (*altistumis/annos-vaikutussuhde*). Joskus on voitu tunnistaa aineen *kriittinen vaikutus*², kuten esimerkiksi aineen kyky aiheuttaa astmaa tai syöpää. Tällöin tarvitaan tietoa myös siitä, miten sairauden ilmaantuminen, eli kuinka suuri osa altistuneista sairastuu, riippuu altistumisesta (*altistumis/annos-vastesuhde*).

Annos-vaikutussuhde ja annos-vastesuhde

Toksikologiassa kaikki vaara-analyysit rakentuvat kemikaalin annos-vaikutussuhteen ja annos-vastesuhteen tuntemiseen. Lyijy on esimerkki aineesta, jonka annos-vaikutussuhde ja annos-vastesuhteet tunnetaan hyvin. Kuva 2 osoittaa lyijyn erilaisten haitta-vaikutusten syntymisen ja kunkin vaikutuksen ilmaantumisfrekvenssin väestössä suhteessa veren lyijypitoisuuteen, joka toimii annoksen mittana. Kuvassa kunkin vaikutuksen annos-vastekuvaaja muodostaa käyrän. Kaksi vasemmanpuoleista osoittaa lyijyn aiheuttamia biokemiallisia häiriöitä verenpunan muodostuksessa, muut neljä kuvaajaa edustavat suoranaisia terveyshaittoja.

² Kriittinen vaikutus on pienimmällä annostuksella tai pienimmällä pitoisuudella tuotettu haitta.



Kuva 2. Lyijyn kuusi erilaista vaikutusta, joista neljä vaarantaa terveyden. Lyijy vaikuttaa etenkin keskushermostoon.

(Muokattu FAS:n luvalla, alkuperäinen kuva on teoksessa Elinder C.-G., Friberg L. T., Norberg G. F.: *Biologisk monitoring av metaller hos människa. Arbetsmiljöfonden, Uppsala 1991.*)

Keskushermoston haitalliset vaikutukset tulevat ilmi pienimmällä veren lyijypitoisuudella, joskin vain osalla altistuneista. Keskushermostohaitat ovat lyijyn kriittinen vaikutus.

Vaaran luonnehtimiseen kuuluvat myös tiedot aineen imeytymisestä, kudostalteenmuutuksesta, aineenvaihdunnallisesta muuttumisesta ja erittymisestä sekä toksisuuden vaikutustavasta ja -mekanismista. Näissä muuttujissa voi olla huomattavia eläinlajien välisiä eroja, ja siksi ne usein ratkaisevat, kuinka varmoja johtopäätöksiä voidaan tehdä koe-eläimillä saaduista tuloksista.

Työterveyshuollon käytännön työssä tarvitaan vaaraa luonnehtivia tietoja, jotta voidaan tarkoituksenmukaisesti seurata työntekijän terveydentilaa. Huomiota täytyy kiinnittää kemikaalille ominaisiin välittömiin vaikutuksiin, jotka syntyvät niin pienistä pitoisuuksista (normaaleissa oloissa) kuin suuristakin pitoisuuksista (työtapaturmasta tai onnettomuudesta). Lisäksi on huomattava toistuvan, pitkäaikaisen altistumisen mahdollisesti aiheuttamat vaikutukset. Työhygieenisten mittausten sekä biomonitoiminnan suunnittelussa ja toteutuksessa käytetään hyväksi tietoja aineiden toksikologisista ominaisuuksista. Tutkimustuloksia tarkastellaan suhteessa raja-arvoihin, joiden asettamisessa aineiden kriittisten vaikutusten annos-vasteet on otettu huomioon.

Riskinarviointi yksittäisessä ongelmassa

Riskin ennustaminen ja määrittäminen

Riskinarviointi yksittäisessä ongelmassa tarkoittaa aineen vaaraominaisuuksia luonnehtivien tietojen ja ajankohtaisen altistumistiedon yhdistämistä. Sen tuloksena syntyvät riskinarviot auttavat erottamaan suuret riskit pienistä riskeistä ja priorisoimaan torjuntatoimia työpaikalla.

Suurella riskillä tarkoitetaan tilannetta, jossa on kysymys vakavasta vaikutuksesta tai suuresta todennäköisyydestä. Samalla kun arvioidaan riski, selvitetään, mitkä torjunnan menetelmät ovat taroituksenmukaisia. Esimerkiksi työpisteen ilmanvaihdon tehostaminen ja hengityselinten suojaaminen ovat hyödyttömiä, jos aine imeytyy elimistöön lähes yksinomaan käsien ihon kautta. Kemikaaliriskin arvioiminen työpaikalla, mihin asetus kemiallisista tekijöistä työssä velvoittaa, koskee sekä yrityksen työsuojelusta ja työterveyshuollosta vastaavia asiantuntijoita että yrityksen johtoa.

Kemikaalin ihmiselle ja luonnolle aiheuttamien vaarojen ja riskien perusteellinen määrittäminen on vaativin tavoite. Se tulee kyseeseen erityisesti sellaisissa kemikaalivaaroissa, joilla on suuri yhteiskunnallinen, jopa globaalinen merkitys altistumisen yleisyyden ja vakavien vaikutusten vuoksi. Ajankohtaisia esimerkkejä ovat asbesti, lyijy, elohopea, kadmium, PCB-aineet, pentakloorifenoli, orgaaniset tinayhdisteet ja uusimpina bromatut palonestoaineet sekä hormoneihin vaikuttavat ympäristökemikaalit. Viranomaiset ja poliittiset päättäjät tarvitsevat riskianalyysijä sekä vaaraa aiheuttavasta tekijästä että sitä korvaavista vaihtoehdoista.

Riskinarvio on parhaimmillaan luotettaviin havaintoihin ja päteviksi tunnettuihin malleihin perustuva ennuste siitä, mihin altistuminen todennäköisesti johtaa, jos mitään ei tehdä sen estämiseksi. Se tarjoaa luonnontieteellisiä perusteita päätöksenteolle, kun harkitaan, pitäisikö riskiä pienentää ja jos pitää, millä tavoin. Toisaalta jos toksikologiset ja ekotoksikologiset lähtötiedot ovat puutteelliset, arvion tulos on näennäisen tarkka: täsmällinen luku voi antaa vaikutelman tarkkuudesta, vaikka saatu riskin numerollinen arvo on hyvin epävarma.

Ennalta ehkäisevää vaaran tai riskinarviointia sovelletaan esimerkiksi kun selvitetään perusteita työhygieenisille raja-arvoille. Ennaltaehkäisevästä arvioinnista on kyse, kun harkitaan uusien kasvinsuojeluaineiden turvallisuutta terveydelle ja ympäristölle ja asetetaan ehtoja niiden käytölle. Riskin ennustaminen ja määrittäminen kuuluvat työ- ja ympäristöterveyden, työhygienian, toksikologian sekä ekotoksikologian viranomaisten, asiantuntijoiden ja tutkijoiden tehtäviin.

1.4 Kemikaalin vaaralliset ominaisuudet

Kemikaalilla tarkoitetaan sekä aineita että seoksia eli valmisteita. Aine voi olla kemiallisesti tarkoin määritelty yhdiste tai monimutkainen aineosien seos, jonka koostumus vaihtelee. Se voi olla esimerkiksi määritellystä prosessista saatava tisle.

Vaarallisella kemikaalilla tarkoitetaan palo- ja räjähdysvaarallisia tai hapettavia kemikaaleja taikka terveydelle tai ympäristölle vaarallisia kemikaaleja. Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset kemikaalit määritellään ominaisuuksiensa perusteella seuraavasti (kemikaaliasetus 675/1993):

Erittäin myrkylliset kemikaalit ovat aineita tai valmisteita, jotka hyvin pieninä annoksina hengitettynä, nieltynä tai ihon kautta imeytyneinä aiheuttavat kuoleman tai välittömän tai pitkäaikaisen terveydellisen haitan. Erittäin myrkyllisiä ovat esimerkiksi kemikaalit, joiden LD₅₀-arvo suun kautta rotalle on ≤ 25 mg/kg.

Myrkylliset kemikaalit ovat aineita tai valmisteita, jotka pieninä annoksina hengitettynä, nieltynä tai ihon kautta imeytyneinä aiheuttavat kuoleman tai välittömän tai pitkäaikaisen terveydellisen haitan. Myrkyllisiä ovat esimerkiksi kemikaalit, joiden LD₅₀-arvo suun kautta rotalle on > 25 mg/kg mutta ≤ 200 mg/kg.

Haitalliset kemikaalit ovat aineita tai valmisteita, jotka hengitettynä, nieltynä tai ihon kautta imeytyneinä voivat aiheuttaa kuoleman tai välittömän tai pitkäaikaisen terveydellisen haitan. Haitallisia ovat esimerkiksi kemikaalit, joiden LD₅₀-arvo suun kautta rotalle on > 200 mg/kg mutta $\leq 2\,000$ mg/kg.

Syövyttävät kemikaalit ovat aineita tai valmisteita, jotka voivat tuhota elävän kudoksen ollessaan kosketuksessa sen kanssa.

Ärsyttävät kemikaalit ovat aineita tai valmisteita, jotka eivät ole syövyttäviä, mutta voivat aiheuttaa tulehduksen välittömässä, pitkäaikaisessa tai toistuvassa kosketuksessa ihon tai limakalvojen kanssa.

Herkistävät kemikaalit ovat aineita tai valmisteita, jotka hengitettynä tai ihon kautta imeytyneinä voivat aiheuttaa herkistymistä siten, että altistuttaessa uudelleen aineelle tai valmisteelle seurauksena on sille ominaisia haittavaikutuksia.

Syöpää aiheuttavat kemikaalit ovat aineita tai valmisteita, jotka hengitettynä, nieltynä tai ihon kautta imeytyneinä voivat aiheuttaa syöpää tai lisätä sen esiintyvyyttä.

Perimää vaurioittavat kemikaalit ovat aineita tai valmisteita, jotka hengitettynä, nieltynä tai ihon kautta imeytyneinä voivat aiheuttaa periytyviä geneettisiä vaurioita tai lisätä niiden esiintyvyyttä.

Lisääntymiselle vaaralliset kemikaalit ovat aineita tai valmisteita, jotka hengitettynä, nieltynä tai ihon kautta imeytyneinä voivat aiheuttaa jälkeläisille muita kuin periytyviä haittavaikutuksia tai lisätä niiden esiintyvyyttä taikka heikentää miesten tai naisten lisääntymistoimintoja tai -kykyä.

Ympäristölle vaaralliset kemikaalit ovat aineita tai valmisteita, jotka ympäristöön jouduttuaan voivat aiheuttaa välitöntä tai viivästynyttä varaa ympäristölle tai sen osalle. Kemikaalin ympäristövaarallisuuden arviointi perustuu lähinnä kolmeen tekijään: aineen välittömään myrkyllisyyteen vesieliöille, biologiseen hajoamisnopeuteen ja kertymistaipumukseen.

Vaarallisten aineiden luettelo

Euroopan yhteisön piirissä on yleisimmistä vaarallisista aineista laadittu luettelo joka sisältää noin 3 000 ainetta. Suomessa vaarallisten aineiden luettelosta säädetään sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella 624/2001. Luettelossa ilmoitetaan kullekin aineelle luokitus vaarallisuuden perusteella ja sopivat vaaraa osoittavat standardilausekkeet (R-lausekkeet, katso kirjan liite 2) sekä merkinnät (varoitukset, R-lausekkeet ja turvallisuustoimenpiteitä osoittavat S-lausekkeet).

Luokitus ja merkinnät voivat olla erilaiset esimerkiksi vesiliukosena kaupattavan aineen eri väkevyyksille. Vaarallisten aineiden luetteloa päivitetään ja täydennetään aika ajoin sitä mukaa kun komission luokitus- ja merkintätyöryhmä saa käsiteltäviä jäsenmaiden tekemiä aloitteita.

Vaaralliset ominaisuudet esitetään vaarallisten aineiden luettelossa. Vaarallisten aineiden varoitukset ja R-lausekkeet ovat taulukossa 1.

Taulukko 1. Vaarallisten aineiden varoitukset ja R-lausekkeet.

vaarallisen kemikaalin ryhmä	kirjaintunnus tai R-lauseke
räjähtävä	E
hapettava	O
erittäin helposti syttyvä	F+
helposti syttyvä	F
syttyvä	R10
erittäin myrkyllinen	T+
myrkyllinen	T
haitallinen	Xn
syövyttävä	C
ärsyttävä	Xi
herkistävä	R42 ja/tai R43
syöpää aiheuttava (karsinogeeninen)	Carc. Cat.(1, 2 tai 3)
perimää vaurioittava (mutageeninen)	Muta. Cat.(1, 2 tai 3)
lisääntymiselle vaarallinen (reproduktiotoksinen)	Repr. Cat.(1, 2 tai 3)
ympäristölle vaarallinen	N ja/tai R52, R53

Vaarallisten aineiden luettelo, niin sanottu aineluettelo, on sitovaa lainsäädäntöä. Se on ensisijainen tiedonlähde yksittäisen puhtaan aineen vaaraa aiheuttavista ominaisuuksista. Informaatio on siinä äärimmäisen suppeassa muodossa (katso kuvaa 3).

Vaarallisten aineiden luettelo on välttämätön työväline esimerkiksi kemikaalien valmistajille, maahantuojille ja myyjille, jotka ovat velvollisia laatimaan tuotteilleen käyttöturvallisuustiedotteet. Kun valitaan tuotannossa käytettäviä kemikaaleja, kemikaalien haitallisia ominaisuuksia voi alustavasti verrata pelkästään luokitus-tietojen perusteella, mutta lopullisiin ratkaisuihin tarvitaan syvä-lisempiä tietoja. Vaarallisten aineiden luettelon käyttäjän on myös tarpeen tutustua R-lausekkeisiin ja S-lausekkeisiin, jotta hän osaisi hyödyntää niiden antaman informaation haittojen ehkäisemiseksi.

Varoittavat pakkausmerkinnät ja käyttöturvallisuustiedote

Kemikaalin luokituksessa otetaan huomioon palo- ja räjähdysvaaralliset, terveydelle vaaralliset ja ympäristölle vaaralliset ominaisuudet, jotka voivat aiheuttaa vaaraa kemikaalin normaalin käsittelyn tai käytön aikana. Aineen luokitus perustuu yleensä Euroopan yhteisön vahvistamilla testimenetelmillä saatujen kokeellisten tietojen arviointiin ja tulkintaan sekä ennalta määriteltyjen kriteerien täyttymiseen. Ne on esitetty sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä (807/2001) liitteessä 1 (katso myös terveyshaittojen ja ympäristöhaittojen luokitukset luvuissa 3.2 ja 3.3).

Seoksen
varoittavat
merkinnät

Kemialliset valmisteet ja tuotteet sisältävät tavallisesti kahta tai useampaa ainetta. *Pakkauksen päällysmarkkinnoissa ilmoitetaan luokitusta, merkintää ja turvallisuustoimenpiteitä koskevat tiedot sekä terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet*, jos niitä on tuotteessa merkittäviä määriä. Seoksen sisältämien aineiden kaikki vaaralliset ominaisuudet otetaan huomioon, kun luokitellaan seosta ja valitaan sen varoitusmerkintöjä.

Luokitus ja varoitusmerkinnät valitaan vakavimpien vaarallisten ominaisuuksien mukaan. Mikäli itse seoksen vaarallisia ominaisuuksia ei ole tutkittu tai sen sisältämälle aineelle ei ole määrätty pitoisuusrajoja vaarallisten aineiden luettelossa, sovelletaan pitoisuusrajoihin ja yhteenlaskusääntöihin perustuvaa sopimukseenvaraista menetelmää (sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 807/2001 liitteet 2.2 [terveysvaara] ja 2.3 [ympäristövaara]), jolla seoksen vaarallisuus määritetään yhden tai useamman vaarallisen aineen pitoisuuden perusteella.

nimi	merkinnät	luokitus	indeksinro	CAS-nro	EY-nro
Metyleenikloridi	Xn	R: 40 S: (2-)23-24/ 25-36/37	Carc. Cat.3; R40	602-004-00-3	75-09-2 200-838-9
(1-Metyyli-1,2-etaanidiyyli)bis[oksi(metyyli-2,1- etaanidiyyli)]diakrylaatti;**	Xi;N	R: 36/37/38-43- 51/53 S: (2-)24-37-61		R43;N; R51-53	
C ≥ 10%				Xi: R36/37/38-43	
1% ≤ C <				Xi: R43	

Kuva 3. Vaarallisten aineiden luettelo on tämän otteen näköinen.

Kiinteiden ja nestemäisten valmisteiden yksittäiset aineosat, epäpuhtaudet tai lisäaineet otetaan luokituksessa huomioon, kun ne ovat

- erittäin myrkyllisiä, myrkyllisiä tai syöpää aiheuttavia, perimää vaurioittavia tai lisääntymiselle vaarallisia ryhmässä (Cat.) 1 tai 2 ja niiden pitoisuus on vähintään 0,1 %
- haitallisia, syövyttäviä, ärsyttäviä, herkistäviä tai syöpää aiheuttavia, perimää vaurioittavia tai lisääntymiselle vaarallisia ryhmässä 3 ja niiden pitoisuus on vähintään 1 % (jollei alempia rajoja ole määrätty aineluettelossa)
- ympäristölle vaarallisia N tai ympäristölle vaarallisia otsonikerrosta tuhoavan vaikutuksensa vuoksi ja niiden pitoisuus on vähintään 0,1 %, tai ne ovat muuten ympäristölle vaarallisia ja niiden pitoisuus on vähintään 1 %.

Kaasumaisissa valmisteissa vastaavat rajat ovat alemmat.

Käyttöturvallisuustiedote

Kemikaalin toimittajan tiedonantovelvollisuus koskee päällysmerkintöjen lisäksi myös *käyttöturvallisuustiedotteen* laatimista ammatikäyttöön tarkoitettuun kemikaalista (sosiaali- ja terveysministeriön asetus käyttöturvallisuustiedotteesta 1202/2001). Tiedote on laadittava myös sellaisesta luokittelemattomasta vaarallisesta kemikaalista, joka sisältää siinä määrin terveydelle tai ympäristölle vaarallista ainetta, että sen käsittelystä voi aiheutua haittaa. Tietojen toimittamisesta on annettu yksityiskohtaiset ohjeet sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa kemikaaleja koskevien tietojen toimittamisesta (374/2002). Tiedote on pidettävä ajan tasalla.

Käyttöturvallisuustiedotteen merkitystä arkipäivän kemikaaliturvallisuudessa on tarpeen korostaa kolmesta syystä. Ensiksikin aseutus kemiallisista tekijöistä työssä edellyttää, että kemikaalista on toimitettu työpaikalle asianmukainen käyttöturvallisuustiedote. Se on keskeisin helposti saatavilla oleva selvitys kemiallisen valmisteen mahdollisista haitallisista ominaisuuksista esimerkiksi työpaikalla ja työsuojelu- tai työterveysorganisaatiossa. Lisäksi se sisältää myös ohjeet kemikaalin turvallista käyttöä, varastointia, kuljetusta ja hävittämistä varten.

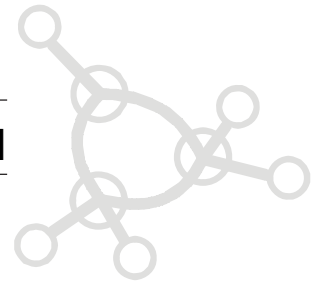
Toiseksi käyttöturvallisuustiedotteen laatimisohje viittaa suoraan erilaisiin kokeisiin, joissa tutkitaan terveydelle ja ympäristölle vaarallisia ominaisuuksia. Näiden samojen kokeiden tulosten perusteella määräytyvät myös luokitus ja merkinnät. Tiedotteessa on toksikologista ja ekotoksikologista informaatiota, jota menetelmät riittävästi tunteva ammattihenkilökunta voi hyödyntää itsenäisessä arvioinnissa.

Kolmanneksi asiantuntevasti laadittu käyttöturvallisuustiedote esittää kriittiset johtopäätökset mahdollisista vaaroista. Siinä ovat ohjeet vaarojen välttämistä maallikoille ymmärrettävällä tavalla.

Käyttöturvallisuustiedotteessa ilmoitetaan valmisteen sisältämät aineet samoin perustein kuin luokituksessa erittäin myrkyllinen, haitallinen ja ympäristölle vaarallinen. Lisäksi aine ilmoitetaan, jos sille on määrätty työperäisen altistuksen raja-arvo. Suomessa raja-arvo on HTP eli haitalliseksi tunnettu pitoisuus. Tuotesalaisuussyistä valmistaja voi jättää ilmoittamatta tuotteen sisältämiä aineita täydellisillä kemiallisilla nimillä ja käyttää niiden asemesta yleisnimiä. Tämä ei kuitenkaan koske niitä aineita, jotka ovat erittäin myrkyllisiä tai myrkyllisiä, herkistäviä tai jotka aiheuttavat syöpää, perimän vaurioita tai vaaraa lisääntymiselle.

Kattavalla ja yksityiskohtaisella ohjeistuksella on käyttöturvallisuustiedotteelle asetettu tiukat vaatimukset. Jotta ne voidaan täyttää, käyttöturvallisuustiedotteen laatijan on oltava pätevä asiantuntija. Toistaiseksi ei ole olemassa määräyksiä häneltä vaadittavasta pätevydestä, ja nykyinen tiedotteen laatimisen käytäntö on kirjava.

Käyttöturvallisuustiedote on tärkeä terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien tietolähde. Liitteeseen 1 on koottu niitä tiedotteen asiakohtia, jotka koskevat aineen tunnistamista ja niiden ominaisuuksien luonnehtimista, jotka vaikuttavat toisaalta altistumiseen toisaalta vaaroihin terveydelle ja ympäristölle. Liitteessä ei kuitenkaan ole kattavaa esitystä käyttöturvallisuustiedotteesta. Siinä ei mainita itsestäänselvyksiä, vaan kiinnitetään lukijan huomio seikkoihin, joista voi olla hyötyä valmisteen vaarojen arvioinnissa. Yksityiskohtaisemmin vaaraominaisuuksien tutkimusmenetelmiä käsitellään luvuissa 3.2 ja 3.3.



Käytettävien kemikaalien määrä on moninkertaistunut viimeisten vuosikymmenten aikana. Teollisessa tuotannossa käytetään niin paljon erilaisia kemikaaleja, että riskien ennakoinnista on tullut entistä tärkeämpää. Riskien arviointi työpaikoilla ei riitä, vaan lisäksi tarvitaan tutkijoiden välistä kansainvälistä yhteistyötä.

Ihmisten lisäksi vaarassa on ympäröivä luonto. Vahingon satuessa seuraukset voivat olla vakavia, kuten Bhopalissa vuonna 1984, kun Union Carbiden Bhopalissa sijainneella torjunta-ainetehtaalla tapahtunut metyyli-isosyanaattikaasuvuoto muutti ratkaisevasti satojen tuhansien ihmisen elämän. Virallinen arvio onnettomuudessa välittömästi kuolleiden määrästä on oikeudenkäyntien aikana noussut runsaasta tuhannesta 3 800:aan.

2.1 Kemikaaliriskien arviointi työpaikalla

Riskien arviointi ja hallinta ovat osa työpaikan turvallisuustoimintaa. Euroopan unionin työelämään liittyvä lainsäädäntö on tehnyt riskien arvioinnista entistä tärkeämmän. Riskien arvioinnin avuksi on EU-maissa laadittu erilaisia järjestelmiä, oppaita ja malleja (Pääkkönen & Rantanen 2003). Etenkin pienyritykset tarvitsevat selkeät ohjeet riskiensä arvioimiseen, koska resursseja tämän tyyppiseen työhön on vähän.

Työpaikan riskit voivat liittyä työkoneisiin ja -välineisiin, kemikaaleihin, fysikaalisiin ja biologisiin tekijöihin, työmenetelmiin, työn fyysiseen tai psyykkiseen raskauteen ja työn organisointiin. Riskinarvioinnissa kerätään järjestelmällisesti tietoa työpaikan vaaratekijöistä. Se käsittää seuraavat vaiheet:

- tunnistetaan vaarat
- tunnistetaan ja arvioidaan työntekijöiden altistuminen
- arvioidaan vaarojen merkitys eli arvioidaan riskien laatu ja määrä
- mietitään riskien poistamis- ja vähentämiskeinot
- korjataan riskin aiheuttajat
- seurataan korjausten vaikutuksia.

Riskinarviointi tuo työsuojeluun uuden ajattelutavan, koska sen tarkoituksena on loogisesti ja rationaalisesti käsitellä kaikkia työturvallisuus- ja terveystriskejä. Riskinarviointi voidaan toteuttaa

esimerkiksi osana yrityksen ympäristö- ja laatujärjestelmää. Riskinarviointi on työnantajan lakisääteinen tehtävä, mutta parhaiten se onnistuu linjajohdon, työntekijöiden, työsuojelun ja työterveyshuollon yhteistyönä. Kun perustiedot vaaratekijöistä ja altistuvista työntekijöistä on koottu, arvioidaan mahdolliset riskit eli yhdistetään vaaratekijän aiheuttamat seuraukset ja niiden todennäköisyys.

Osa työpaikoilla käytettävistä kemikaaleista voi olla melko haitattomia, mutta monet ovat palavia, myrkyllisiä, allergisoivia tai ympäristölle vaarallisia. Työnantajalla pitää olla riittävät tiedot kemikaalien vaarallisuudesta (valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä 715/2001). Työpaikalla ei saa käyttää kemikaaleja, joissa ei ole tarpeellisia varoitusmerkintöjä ja joista ei ole käyttöturvallisuustiedotteita.

Työntekijöiden kemikaalialtistumiseen vaikuttavat kemikaalien laatu, käyttötavat, -ajat ja -määrät. Työpaikalla tulee ottaa huomioon myös kemikaalin palo- ja räjähdysvaara, ympäristöhaitat ja mahdolliset suuronnettomuusriskit. Työterveyshuolto on usein se taho, jonka puoleen käännytään kemikaalien haittoja ja turvallista käsittelyä koskevissa kysymyksissä.

Erilaisia riskinarvioinnin toteuttamismalleja

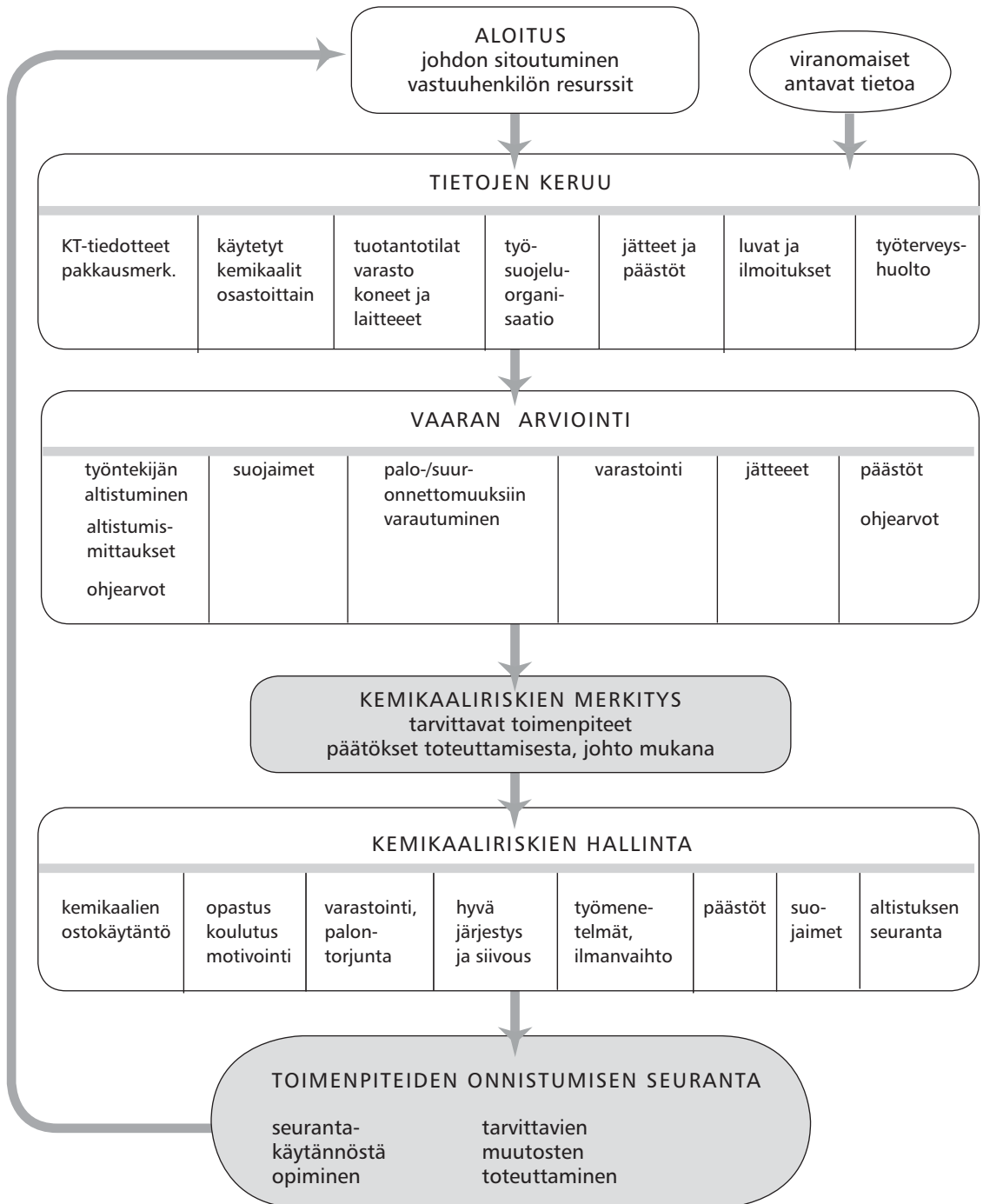
Työnantajan tulee arvioida kemikaalivaaroja eli selvittää työntekijöiden altistumisen luonne ja määrä. Altistumista voidaan tarvittaessa selvittää mittauksin. Jos altistuminen on liiallista, altistumista tulee vähentää. Muutosten vaikutuksia tulee seurata.

Työnjohto ja työntekijät tarvitsevat opastusta ja koulutusta työsuojelu- ja kemikaaliasioista, jotta kemikaaleja osataan käyttää oikein. Kemikaalivaarojen arviointimalleja on kehitetty muun muassa pienyrityksille. Yrityksessä kannattaa nimetä vastuuhenkilö kemikaaliasioiden hoitoon. Siitä huolimatta myös johdon täytyy sitoutua kemikaalivaaran arviointiin ja perehtyä arviointityön eteneamiseen aika ajoin. Seuraavaksi esitellään keinoja, joilla yritys voi arvioida kemikaaliriskejään.

Kemikaalivaaran arviointi

Kemikaalitiedon päivittäminen

Kemikaalivaaran arviointi aloitetaan päivittämällä yrityksen kemikaalitiedot. Sitä varten selvitetään ja luetteloidaan kaikki yrityksessä käytettävät kemikaalit: niiden käyttötarkoitus, arvioitu käyttömäärä ja tuotteen varoitusmerkinnät. Lisäksi tarkistetaan, onko yrityksillä kemikaaleista käyttöturvallisuustiedotteet. Niiden pitää olla vuodelta 1994 tai uudemmat. Valmistajilta ja myyjiltä hankitaan puuttuvat tiedotteet, jotka säilytetään työpaikalla siten, että työntekijät voivat perehtyä niihin.



Kuva 4. Kemikaalivaaran arviointimalli työpaikoille.

Päivitystä varten tarkistetaan pakkausten varoitusmerkinnät, jotka pitää olla sekä suomeksi että ruotsiksi. Kemikaalin toimittajan tulee huolehtia siitä, että pakkauksiin saadaan puuttuvat merkinnät. Työntekijöiden kanssa selvitetään tarpeelliset tuotteet ja poistetaan tarpeettomat käytöstä. Työprosessissa syntyvät epäpuhtaudet selvitetään: syntyykö prosessissa hiontapölyä, hitsauskäryä tai muovien lämpöhajoamistuotteita.

Kun työpaikalla käytetään monia kemikaaleja, perusteellisen kemikaaliarvion tekeminen on työlästä. Arviointi kannattaa porrastaa ja aloittaa niillä kemikaaleilla, jotka tarvitsevat pakkausmerkintöjä (ks. luku 3.2 Kemikaalin terveysthaittojen luokitus). Erityistä huomiota kiinnitetään aineisiin, jotka

- ovat myrkyllisiä (saavat varoitusmerkin T)
- aiheuttavat syöpää (ASA-rekisteröintitarve, ASA-rekisteri = ammatissaan syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille altistuvien rekisteri)
- aiheuttavat allergiaa (kiinnitetään huomiota ihoaltistumiseen)
- vaarantavat lisääntymistä
- syttyvät helposti (oikeat työmenetelmät, oikea varastointi)
- vaarantavat ympäristön
- ja joita käytetään paljon.

Kemikaalivaaran arviointiin on kehitetty apuvälineitä, kuten esimerkiksi Kemi-Arvi 3 -tietokoneohjelma, joka systematisoi työtä. Ohjelma on saatavissa maksutta Internetistä osoitteesta fi.osha.eu.int/good_practice/ohjeet/stm/kemiarvi/kemiarvi.stm. Käytännön työtilanteissa työntekijä ei juuri koskaan altistu yhdelle kemikaalille, vaan hänen työympäristössään esiintyy monia altisteita samaan aikaan. Altistumista voidaan alustavasti arvioida kemikaalien ominaisuuksien ja käyttötavan perusteella ja tarvittaessa voidaan tehdä altistumismittauksia.

Viisi askelta työpaikan riskien arvioimiseksi

Five steps to risk assessment – Viisi askelta työpaikan riskien arvioinnissa antaa perusohjeet riskinarvioinnin käynnistämiseen. Perusopas on luettavissa myös Internetistä. Viisi askelta kaikkien riskien ja erityisesti työympäristöriskien arvioinnissa ovat seuraavat:

1. Tarkastele vaaroja.
2. Arvioi, ketkä työntekijöistä altistuvat vaaroille ja miten.
3. Arvioi riskit ja nykyisten torjuntatoimien riittävyys.
4. Kirjaa havainnot ja arviointiperusteet.
5. Käy läpi arvioinnin tulokset ja toista arviointi tarpeen mukaan.

Asioiden läpivienti on samankaltaista kuin laatujärjestelmien laatimisessa. Koska malli on hyvin yksinkertainen, useimmat yritykset tarvitsisivat yksityiskohtaisempia ohjeita kemikaalien riskin arviointiin.

PK-yrityksen riskienhallinta

Suomessa toteutettiin Euroopan sosiaalirahaston avustuksella laaja hanke, jossa kehitettiin menetelmiä ja työkaluja nimenomaan PK-yrityksen riskienhallintaan. Mukana hankkeessa olivat VTT, Työterveyslaitos ja Turun kauppakorkeakoulu, ja hankkeessa arvioitiin työympäristön lisäksi omaisuus- ja henkilöriskejä. Hankkeen loppuvaiheessa on kehitetty myös www-sivut (www.pk-rh.com), joissa on esimerkiksi erilaisia työkaluja ja lomakkeita kaikkien kokeiltavana ja arvioitavana. Palvelu on maksuton.

Internetissä olevan PK-yrityksen riskienhallinta -välinesarjan suunnittelun lähtökohtana ovat olleet PK-yritysten tarpeet ja mahdollisuudet. Sivujen tarjoama apu on asiantuntevaa, mutta samalla yksinkertaista ja helppokäyttöistä.

Työntekijöiden altistuminen

Riskien hallitsemiseksi ei riitä, että tunnetaan kemikaalien ominaisuudet. Sen lisäksi täytyy tietää, kuinka työntekijät käyttävät kemikaaleja. "Inhimillinen tekijä", kuten suojaimien välttäminen, on monen vahingon syynä. Työntekijän kemikaalille altistuksen arvioinnissa otetaan huomioon

- kemikaalin haitallisuus, haihtuvuus sekä käyttötapa ja -määrä
- altistuvat työntekijät
- altistumistapa (hengitystiet, iho, ruuansulatuselimistö)
- henkilönsuojaimet (saatavuus, käyttö, käyttökokemukset)
- tekninen torjunta
- tehdyt altistumismittaukset, vertailu ohjearvoihin
- yksilölliset riskiä lisäävät ominaisuudet (lisääntymisterveys, herkistyneet työntekijät)
- toimialan yleiset tiedot (kirjallisuus, työterveyshuolto, muut asiantuntijat).

Vaaran arvioinnissa huomioidaan myös huolto- ja korjaustyöt ja mahdolliset onnettomuudet.

Altistumisen arvioinnissa yritys saa usein apua työterveyshuollosta tai työhygienian asiantuntijoilta. Työterveyshuollolla on mahdollisuus selvittää kirjallisuudesta ja informaatiopalvelun avulla, onko toimialalla tehty altistumisselvityksiä. Jos kirjallisuustietoja ei ole tai altistumisen luotettava arviointi on vaikeaa,

työpaikalla tulee tehdä työhygieenisii tai biologisia altistumis-mittauksia (Pääkkönen & Rantanen 2003, Kalliokoski ym. 1992, Kemikaalialtistumisen biomonitorointi: näytteenotto-ohjeet 2004). Työhygieenisissä mittauksissa tarvitaan usein asiantuntijaa, esimerkiksi Työterveyslaitosta. Työpaikan altisteet määräävät paljolti sen, mitä ja miten mitataan. Mittausten tavoite tulee myös selvittää, pyritäänkö työntekijöiden altistumisen selvittämiseen normaali-oloissa, pahimmassa työtilanteessa tai esimerkiksi huoltotöissä.

Mittausraportissa kuvataan mittausten tarkoitus, olosuhteet, tulokset, vertailuarvot ja tulosten tarkastelu. Raportissa on mukana myös altistumisen arviointi. Tarvittaessa annetaan toimenpidesuosituksia. Mittauksissa tuloksia verrataan ohjearvoihin, yleensä HTP-arvoihin³ (HTP 2002). Jos HTP-arvot ylittyvät, korjaustoimet tulisi toteuttaa mahdollisimman pian. Muutosten vaikutuksia pitäisi kontrolloida mittauksin. Jos mittauksessa saadaan arvo, joka on yli puolet HTP:stä, korjausmahdollisuudet voi selvittää ja toteuttaa rauhallisemmassa aikataulussa. Jos mittaustulokset ovat pieniä, tiedetään, että työpaikan altisteet ovat hallinnassa eikä mittauksia tarvitse toistaa ainakaan usein. Toimistotyypisillä työpaikoilla, joissa ei käytetä kemikaaleja, vertailuarvoina sovelletaan sisäilman laatuoluokituksen suositusarvoja, jotka ovat selvästi HTP-arvoja pienempiä, usein 10 % tai jopa alle 1 % HTP-arvoista (Sisäilmastoluokitus 2000).

Vaarat ovat toimialakohtaisia

Riskinarvioinnissa yhdistetään kemikaalien käytöstä aiheutuvat seuraukset ja niiden todennäköisyys (taulukko 2, BS 8800, SFS 1997). Riskinarviointi voi johtaa riskin vähentämiseen ja kemikaalin käytön rajoituksiin. Työntekijöiden altistumisriski on todennäköisesti merkittävä, jos aine on terveydelle haitallinen, työmenetelmät ovat altistavia sekä ilmanvaihto ja suojaimet puutteellisia. Jos riski luokitellaan sietämättömäksi tai merkittäväksi, työtä ei pidä aloittaa ennen kuin riskiä on pienennetty. Merkityksettömät riskit voidaan jättää huomiotta eikä niiden vähentämiseen kannata panostaa ainakaan riskinarvioinnin alkuvaiheessa.

Esimerkiksi autokorjaamossa, jossa on huono ilmanvaihto, ilman suojaimia työskentelevä maalari ruiskuttaa isosyanaattimaalia. Hänen työssään on merkittävä terveysriski, korjaustoimiin (ainakin suojainten hankintaan) pitää ryhtyä heti ja vasta parannusten jälkeen käynnistetään työt. Merkityksetön riski on toimistotyöntekijällä, joka käyttää kopiokoneen lasin puhdistamiseen puhdistusainetta. Tässä tilanteessa käytettävän aineen terveyshaitta on pieni ja käytetyt määrät pieniä, joten ei tarvita mitään toimenpiteitä eikä työnopastusta ja riski on merkityksetön.

³ Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet (HTP-arvot) ovat pienimpiä ilman epäpuhtauksia, joiden sosiaali- ja terveysministeriö katsoo voivan vahingoittaa työntekijää. Työnantajan on otettava ne huomioon työpaikan ilman puhtautta, työntekijän altistumista ja mittaustulosten merkitystä arvioidessaan.

Taulukko 2. Työpaikan riskien karkea arvioiminen.

esiintyminen	seuraukset		
	lievästi haitallinen	haitallinen	erittäin haitallinen
hyvin epätodennäköinen (highly unlikely)	merkityksetön riski (trivial risk)	siedettävä riski (tolerable risk)	kohtalainen riski (tolerable risk)
epätodennäköinen (unlikely)	siedettävä riski (tolerable risk)	kohtalainen riski (moderate risk)	merkittävä riski (substantial risk)
todennäköinen (likely)	kohtalainen riski (moderate risk)	merkittävä riski (substantial risk)	sietämätön riski (intolerable risk)

Kemikaaliriskien hallinta

Työntekijöiden kemikaalialtistumisen riskiä säädelään asetuksella. Sen tarkoituksena on ohjata työnantajaa niin, että työt organisoitaisiin turvallisiksi. Kemialliset tekijät työssä -asetuksen (715/2001) mukaan yleisiä toimenpiteitä riskien vähentämiseksi ovat

- työmenetelmien suunnittelu ja järjestely
- asianmukaisten laitteiden ja työvälineiden käyttäminen
- altistuvien työntekijöiden lukumäärän minimointi
- altistuksen keston ja voimakkuuden minimointi
- yleinen hygienia
- vaarallisten kemikaalien määrän vähentäminen
- asianmukaiset työmenetelmät (myös jätehuolto, varastointi ja kuljetus).

Turvallisimman vaihtoehdon valitseminen

Jos vaarallista kemiallista tekijää tai vaarallista työmenetelmää ei voida poistaa tai korvata, tulee vaarallisia päästöjä välttää valitsemalla turvallisempia työmenetelmiä, ohjaus- ja valvontajärjestelmiä sekä laitteita ja materiaaleja (Kalliokoski ym. 1992, Pääkkönen & Rantanen 2003). Toiseksi on huolehdittava riittävästä ilmanvaihdosta tai käytettävä muita, esimerkiksi rakenteellisia suojatoimia. Jos altistumista ei voida estää muuten, on käytettävä sopivia henkilönsuojaimia ja sovellettava muita suojelutoimia (Henkilönsuojaimet työssä 2001). Hyviä käytännön ratkaisuja kemikaaliriskien hallintaan on koottu EU:n työsuojelun tietopankkiin, fi.osha.eu.int/good_practice/aineet/index.stm.

Kun riskit on listattu työntekijäryhmittäin tai osastoittain, suunnitellaan tarvittavat toimenpiteet. Kun eri kemikaaliriskien suuruus on arvioitu, aloitetaan tarpeelliset korjaustoimet. Suunnittelussa voidaan tarvita asiantuntijoiden, kuten työterveyshuollon, tutkimuslaitosten, laitetoimittajien, apua. Koska osa toimenpiteistä aiheuttaa kustannuksia, tulee myös yrityksen johdon olla suunnittelussa mukana. Toimenpiteille sovitaan aikataulu ja vastuuhenkilöt. Sen jälkeen toteutetaan tarvittavat ja sovitut muutokset sekä seurataan muutoksia. Hyväkin voidaan parantaa!

Kemikaaliriskejä voidaan vähentää muun muassa

- poistamalla käytöstä päällekkäiset samaan käyttötarkoitukseen hankitut tuotteet ja keskittämällä kemikaaliostot muutamalle toimittajalle
- tarkistamalla käyttöturvallisuustiedote ja tuotteen käyttötapa ennen uuden tuotteen käyttöönottoa (tarkistuksen suorittavat työsuojeluorganisaatio ja työterveyshuolto), vaihtamalla aine vaarattomampaan esimerkiksi korvaamalla syöpää aiheuttavat aineet muilla
- motivoimalla ja kouluttamalla johto, työnjohto ja työntekijät oikeaan kemikaalien käsittelyyn
- käsittelemällä ja varastoimalla palavat nesteet oikein (maadoitukset, tupakointipaikat, tarkastukset)
- hankkimalla kohdepoistoja ja käyttämällä niitä tehokkaasti
- ottamalla työntekijät mukaan suojainten valintaan ja kouluttamalla heidät suojainten käyttöön, puhdistukseen ja huoltoon.

Työterveyshuollon toiminta kemikaalivaarojen arvioinnissa

Työterveyshuolto arvioi myös työpaikan kemikaalien käyttöä ja mahdollisia kemikaalialtistumisesta aiheutuneita terveyshaittoja osana työpaikkaselvitystä. Työterveyshuolto on usein myös työpaikan lähin asiantuntija kemikaalivaarojen arviointiin liittyvissä kysymyksissä. Työterveyshuollolle soveltuvia toimintoja, jotka edistävät työpaikkojen kemikaaliturvallisuutta ovat muun muassa

- käyttöturvallisuustiedotteiden saatavuuden tarkastaminen käyttöpaikoilla ja niiden asianmukaisuuden arviointi (terveysvaikutukset ym.)
- pakkauksien varoitusmerkintöjen varmistaminen
- altistumismittausten tarpeen arvioiminen
- työnantajan opastaminen parhaiden altistumismittausten valinnassa
- biologinen monitorointi⁴, joka on paras menetelmä, kun halutaan arvioida elimistöön kertyvien aineiden, kuten myrkyllisten metallien, pitkäaikaisvaikutuksia

⁴ Biologinen monitorointi tarkoittaa elimistöön imeytyneen altisteen seuranta biologisesta näytteestä, esimerkiksi virtsan aineenvaihduntatuotteiden toistuvaa mittausta.

- ilman epäpuhtauksien mittaaminen työn aikana, mikä antaa parhaiten tietoa työpaikasta ja korjaustarpeesta liuotintyössä, jossa käytettävät tuotteet sisältävät 10–15 erilaista liuotinta
- ihoaltistumisten arvioiminen, mikä käy parhaiten biologisin näyttein
- työnantajan opastaminen ASA-rekisteröinnissä
- työntekijöiden oireiden ja kemikaalialtistumisen välisen yhteyden arvioiminen
- työmenetelmien kehittämismahdollisuuksien ja ilmanvaihdon parantamismahdollisuuksien arvioiminen yhdessä työnjohdon ja työsuojeluorganisaation kanssa
- uusien tuotteiden mahdollisten terveysvaarojen arvioiminen ja oireiden työmenetelmien ja tarvittavien suojaimien valitseminen työnjohdon kanssa
- työntekijöiden motivoiminen suojainten käyttöön esimerkiksi tarjoamalla heille tietoisuutta oikeanlaisen suojautumisen terveysvaikutuksista.

Kuten kaikessa hyvään laatuun tähtäävässä toiminnassa, toimenpiteiden vaikutuksia ja muutoksia tulee seurata. Riskinarvioinnin viimeisenä vaiheena sovitaan kemikaaliriskien hallinnan seurantakäytännöstä. Toteutetaan sovitut muutokset ja seurataan niitä. Kemikaalivaarojen arviointi (kuva 4) uusitaan aika ajoin, esimerkiksi alkuun kerran vuodessa, myöhemmin 2–3 vuoden välein.

2.2 Kemikaalien riskinarviointi Euroopan unionissa

Suomessa
STTV ja
SYKE

EU:n olemassa olevia aineita koskeva ohjelma (neuvoston asetukset 793/93 ja 1488/94) velvoittaa teollisuutta toimittamaan kemikaaleja koskevia tietoja. Se myös velvoittaa jäsenmaita arvioimaan kemikaalien riskejä sekä ihmisen terveyden että ympäristön näkökulmista. Riskinarviointiin on tähän mennessä valittu 141 ainetta, joista Suomen toimivaltaiset viranomaiset Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus (terveys) ja Suomen ympäristökeskus (ympäristö) ovat viiden aineen: vetyperoksidi, metyyli-tert-butyylietteri (MTBE), (2,3-epoksipropyyli) trimetyyliammoniumkloridi, (3-kloori-2-hydroksipropyyli) trimetyyliammoniumkloridi ja metyyli-tert-amylietteri (TAME) raportioijia. Työterveyslaitoksen riskinarviointiyksikkö toimii arvioiden yhtenä valmistelijana ja asiantuntijana.

Altistumisen selvitys on osoittautunut haasteelliseksi, riskin tunnistamisen kannalta keskeiseksi tehtäväksi. Joissakin tapauksissa on osoittautunut tarpeelliseksi tutkia aineen vaaraominaisuuksia

uusilla ja kehittyneillä menetelmillä. Riskinarviosta tehdään tarpeelliset johtopäätökset ja arvioidaan riskiä vähentävien toimenpiteiden tarve.

Riskinarviointi EU:n prosessina

Ihmisen terveysriskien arviointi on selkeä ja käytännöllinen prosessi niin työpaikoilla kuin kansallisessa ja kansainvälisessä tutkimussakin. EU:n riskinarviointiprosessi esitellään kuvassa 5. Sen jälkeen kun teollisuus on toimittanut asetuksen vaatiman dokumentaation ja raportoiva maa on sitä tarpeen mukaan täydentänyt, arviointiprosessi perustuu pelkistään seuraaviin vaiheisiin:

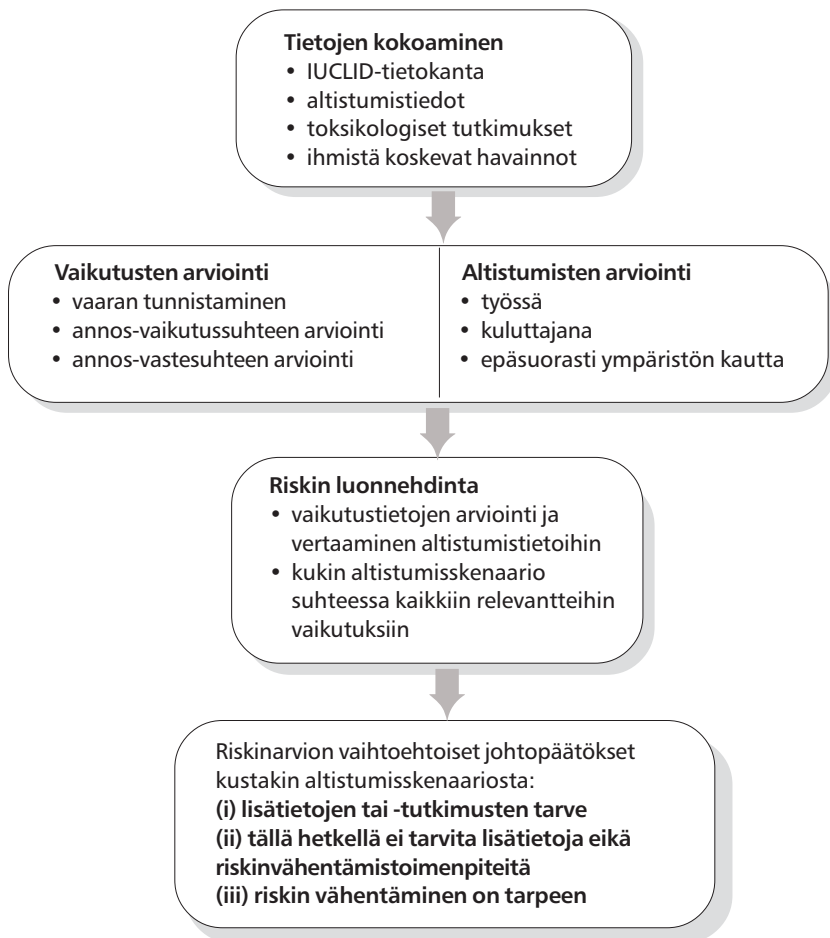
- altistumisen arvioiminen
- haitattoman (NOAEL) tai alimman vielä haitallisen (LOAEL) annoksen tai pitoisuuden määrittäminen aineen kullekin haitalliselle vaikutukselle yleisimmin eläinkokeiden perusteella
- edellisten vertaaminen keskenään, jotta havaitaan millainen turvamarginaali (Margin of Safety, MOS) jää toteutuvan altistumisen ja vaaraa aiheuttavan annoksen tai pitoisuuden välille.

Riskinarvio kattaa erilaiset altistuvat väestönosat, kuten työntekijät ja kuluttajat sekä epäsuorasti ympäristön kautta altistuvan koko väestön. Siinä otetaan huomioon eri teitä tapahtuva altistuminen (työoloissa pääasiassa hengityksen ja ihon kautta) ja aineen kaikki olennaiset vaaraominaisuudet.

Kun riski havaitaan, suositetaan toimia sen torjumiseksi. Tämä voi johtaa vaarallisen aineen käytön kieltämiseen kuluttajatuotteissa. Tuottajan kemikaali-informaatio täytyy tarkistaa. Ainetta käsittelevän työntekijän suojelua tulee tehostaa ja työhygieenisiä raja-arvoja täytyy tarkistaa.

Technical
Guidance
Document
TGD

Jotta riskinarviointi tapahtuisi yhdenmukaisesti eri jäsenmaissa, EU:n komissio on laatinut oppaaksi arviointiperusteita käsittelevän "keittokirjan", joka äskettäin on uudistettu: Technical Guidance Document, TGD Technical guidance documents in support of the Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new substances and the Commission Regulation EC 1488/94 on risk assessment for existing substances. Brussels: Commission of the European Communities, 2003 (ecb.jrc.it/existing-chemicals/). Tämä tekninen ohje käsittelee aineen vaaraominaisuuksien tutkimista sekä tulosten tulkintaa, ja se ohjeistaa altistumisen arvioimisen sekä riskien luonnehdinnan muun muassa EU:ssa kehitettyjen menetelmien avulla.



Kuva 5. EU:n riskinarviointiprosessi, kun selvitetään olemassa olevien aineiden aiheuttamaa riskiä ihmisen terveydelle.

EU:ssa riskinarvioluonnosta käsitellään useissa teknisen komitean kokouksissa ja lisäksi sitä käsitellään OECD:n asiantuntijakokouksessa. Raportoiija joutuu kaikissa vaiheissa vastaamaan muiden maiden esittämiin näkökantoihin ja tekemään luonnokseen tarvittavat muutokset. Mikäli perustiedot terveysvaikutuksista, joita ovat välitön myrkyllisyys, ärsyttävyys, herkistävyys, toistuvan annon myrkyllisyys, myrkyllisyys perimälle ja suvunjatkamiselle, eivät ole riittävät vaaran määrittämiseksi, teollisuus velvoitetaan tekemään tarkentavia lisätutkimuksia. Monipolvinen ja perusteellinen käsittely mahdollistaa käyttöä ja altistumista koskevan tiedon saamisen eri puolilta maailmaa. Täten voidaan löytää syvälliseen asiantunteemukseen perustuva yhteinen kanta vaaraominaisuuksien ja riskien tulkinnalle.

Altistumisen arviointi EU-ohjeistuksessa

Huolellinen
tiedon
kokoaminen

EU-riskinarvioreportin ainutlaatuinen ansio ovat huolellisesti kootut ja arvioidut tiedot työntekijän, kuluttajan ja koko väestön altistumisesta. Koska riskit toteutuvat vasta altistumisen jälkeen, on riskien torjumiseksi välttämätöntä tunnistaa vaaraa aiheuttavat työpaikat ja niissä altistuvat henkilöryhmät. Näiden tietojen löytäminen voi olla vaikeaa.

Esimerkiksi vetyperoksidin riskinarvioinnin yhteydessä havaittiin, että lähdeaineiston toimittanut Euroopan vetyperoksidia valmistava teollisuus ei tiennyt juurikaan yksityiskohtia tuottamansa aineen loppukäytöstä. Mittaushavaintoja työpaikan ilman vetyperoksidipitoisuuksista oli vain niukasti saatavilla kaikkien saatavilla olevasta kirjallisuudesta tai eri maiden työhygieenisten mittausten rekistereistä. Arvioitsijan hankkimien Suomea koskevien tietojen pohjana oli mitä moninaisimpia lähteitä: työsuojelupiirien tarkastajien havaintoja, kyselyjä teollisuuden ja kaupan järjestöille, kyselyjä yksittäisille yrityksille, kyselyjä kemian tekniikan tutkimusyksiköille, Turvatekniikan keskukselle ja niin edelleen.

Lähes kahdessakymmenessä vetyperoksidin käytön kannalta olennaisessa yrityksessä tehtiin työpaikkakäynti, jonka yhteydessä mitattiin pitoisuuksia suoraan osoittavalla mittalaitteella. Työpaikkakäynnit olivat ehdottoman välttämättömiä, koska EU:n ohjeistama altistumisen selvitys vaatii monien prosessiin ja olosuhteisiin liittyvien yksityiskohtaisten ominaisuuksien havainnoimista. Näiden havaintojen avulla voidaan pitoisuutta ennustaa käyttämällä kokemukseen perustuvia päättelyketjuja (EASE-mallinnusohjelma).

Mallintaminen toimi kohtalaisen hyvin. Se antoi turvallisen yliarvion pitoisuudesta, kun riittävät taustatiedot tuotteista, prosessista ja käytössä olevasta torjuntatekniikasta olivat käytettävissä, mutta yksin sen varaan ei arviointia voi jättää. Suoraan osoittavalla mittalaitteella saadut tulokset antoivat ratkaisevaa tukea, kun päätettiin, mille alueelle todelliset pitoisuudet sijoittuvat mallin antamalla vaihteluvälillä. EU-ohjeistus antoi myös edellytykset ihon altistumisen arviointiin. EU:n tutkimustavoista kannattaa ottaa opikseen! Kaiken kaikkiaan EU:n systematiikka työperäisen altistumisen arvioimiseksi nojaa menetelmiin, joiden soveltaminen muidenkin tekemissä työhygieenisissä selvityksissä olisi erittäin hyödyllistä.

Valmistajien ja markkinoijien tiedot

Erilaisten kuluttajatuotteiden valmistajilla ja markkinoijilla on yleensä parhaat tiedot kemikaalien loppukäytöstä ja -tuotteista. Samoin ammatillisilla järjestöillä on asiantuntijoita, jotka tuntevat kemikaalien käytön omalla alallaan. Esimerkiksi vetyperoksidin käyttöä hiusten, tekstiilien ja hampaiden valkaisuun selvitettiin pitkälti juuri näitä kanavia käyttäen.

CONSEXPO-
ja SCIES-malli

Mallinnusohjelmia on kehitetty myös kuluttajan altistumisen ennustamiseen. Niiden paljastamat mahdolliset ongelmatilanteet voidaan sitten todentaa mittauksilla. EU-alueella on käytössä CONSEXPO-malli ja myös US-EPA:n SCIES-malli on havaittu käyttökelpoiseksi. Mallissa käytetään hyväksi olennaisimpia altistumiseen vaikuttavia tekijöitä (pitoisuus käytetyssä tuotteessa, haihtuvuus ja käyttölämpötila, käytetyn tuotteen määrä, käyttöaika, käyttö tiheys, huoneen tilavuus ja ilmanvaihto, käyttäjän hengittämä ilmamäärä).

Altistumisen arviointi tuottaa tietoja mahdollisesti vaarallisista käyttökohteista ja teollisuuden prosesseista sekä altistumisen vaihtelusta. Riskinarvioinnissa onkin tärkeää tietää, mikä työntekijä- tai kuluttajaryhmä voi altistua tavallista suuremmille kemikaalimäärille (ihon tai suun kautta) tai suurille hengitysilman pitoisuuksille. Tällaisten riskiryhmien tunnistaminen kuuluu myös EU:n riskinarvioinnin tekniseen ohjeeseen.

Useimmiten terveysriskit kohdistuvat pieniin työntekijä- tai kuluttajaryhmiin. Niiden tunnistaminen auttaa kohdentamaan riskiä vähentävät toimenpiteet sinne, missä tarve muutoksiin on konkreettisin, muutostoimenpiteet ovat toteutettavissa ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus on ilmeinen.

Riskien luonnehdinta

Turvamarginaali
MOS

Riskien luonnehdinnassa verrataan kunkin altistumisskenaarion arvioinnissa saatua "järkevää pahinta mahdollista" tilannetta haittattomaan (NOAEL) tai pienimpään vielä haitalliseen (LOAEL) pitoisuuteen tai annokseen, joka koskee jokaista relevanttia vaikutusta. Tämän suhteen käänteisarvo on turvamarginaali (MOS).

Sen jälkeen harkitaan tapauskohtaisesti, onko MOS-arvo niin pieni, että kysymyksessä on terveysriski tai päinvastoin niin suuri, että riskiä ei ole. Harkintaan vaikuttavia tekijöitä ovat haittavaikutuksen vakavuus, tutkimusmalleista tehtävät erilaiset ekstrapolaatiot ihmiseen ja todelliseen altistumiseen sekä tietojen pätevyyttä kohtaan tunnettu luottamus eli arvioinnin epävarmuutta koskeva harkinta. Jos epävarmuus on merkittävä, edellytetään suhteellisen

suurta MOS-arvoa osoittamaan, että riskiä ei synny. Jos taas epävarmuus on suuri, ei voida tehdä päätelmiä ollenkaan, ja tarvitaan lisätutkimuksia.

Hyviä tuloksia, mutta hitaasti

Riskinarvio- raportit

Vaikka EU:n riskinarvio tuottaa ainutlaatuisen arvokkaan tietopakettin, on perusteellisella käsittelyllä valitettavasti myös kääntöpuolensa: prosessi vaatii paljon voimavaroja ja vie paljon aikaa. Kymmenessä vuodessa jäsenvaltiot ovat laatineet 117 aineelle (kaikkiaan 141:stä) kattavat riskinarvioluonnokset ja niistä 67 aineen riskinarvioreportit ovat lopullisesti hyväksytyt ja luettavissa ECB:n Internet-sivuilla (ecb.jrc.it/existing-chemicals/) (taulukko 3).

Useimmille (54) aineille on katsottu olevan tarvetta suosittaa joitakin riskiä vähentäviä toimenpiteitä terveyden tai ympäristön suojelemiseksi. Kahdesta aineesta tarvitaan lisätietoja, jotta lopulliset johtopäätökset vaaroista voidaan tehdä. Lisätutkimuksia tai riskiä vähentäviä toimenpiteitä ei tarvita 11 kemikaalille. Tähän mennessä EY:n virallisessa lehdessä on julkaistu 17 aineen riskinarviot, joista 12 ainetta koskee johtopäätös lisätoimenpiteiden tarpeellisuudesta riskien hallitsemiseksi.

Altistumisen huolellinen tarkastelu antoi viitteitä, että imeytyminen ihon kautta voi yllättäen osoittautua tärkeäksi aineen elimistöön pääsyn reitiksi. Tähän mennessä valmistuneista 67 aineen riskinarvioreportista peräti joka kolmannelle aineelle on altistuminen ihon kautta dokumentoitu tärkeäksi tai jopa tärkeimmäksi altistumistieksi ainakin joissakin skenaarioissa. Arviointia varten ei kuitenkaan ole ollut saatavilla tutkittua tietoa aineen ihonläpäisevyydestä, eikä toisaalta mitään objektiivista näyttöä siitä, missä määrin iho reaalissa olosuhteissa syöttää ainetta verenkiertoon. Jos elimistössä olevaa ainetta mitataan biologisista näytteistä (biomonitorointi), voidaan tehdä epäsuorasti päätelmiä ihon kautta tapahtuvan altistumisen merkityksestä. Tätä keinoa ei ole kuitenkaan tähän mennessä lainkaan käytetty eikä ohjeistettu EU:n riskinarvioinnissa.

EU:n riskinarviointimalli on kehittynyt suhteellisen lyhyessä ajassa arvokkaaksi työvälineeksi. Samalla kun jäsenmaiden asiantuntijat ovat oppineet sitä käyttämään, on laajan ja monipuolisen, muun muassa terveysvaikutuksiin liittyvän tiedon yhteinen käsitteleminen kehittänyt eri maiden näkemyksiä ja tulkintoja. Se on myös lähentänyt jäsenmaita toisiinsa. Menetelmän vaativuuden vuoksi sen käyttö on tarkoituksenmukaista kohdentaa yhteiskunnassa eniten huolta aiheuttaviin altisteisiin. Tosin ennakoita on vaikea aavistaa, mikä kemikaali tulevaisuudessa tulee aiheuttamaan huolta.

Taulukko 3. EU:n olemassa olevien aineiden teknisessä komiteassa valmistuneet riskinarviot ja niiden valmistelijamaat.

CAS no	aineen nimi	maa	CAS no	aineen nimi	maa	CAS no	aineen nimi	maa
101-77-9	4, 4'-metyleenidianiliini	D	123-91-1	1,4-dioksaani	NL	7722-84-1	vetyperoksidi	FIN
106-46-7	1,4-diklooribentseeni	F	1570-64-2	4-kloori-2-metyylifenoli	DK	77-78-1	dimetyylisulfaatti	NL
106-99-0	1,3-butadieeni	UK	1634-04-4	metyyli-tert-butyylieetteri (MTBE)	FIN	79-01-6	trikloorietyleeni	UK
107-02-8	akryylialdehydi	NL	25154-52-3	nonyylifenoli	UK	79-06-1	akryyliamidi	UK
107-13-1	akrylinitriili	IRL	26761-40-0	di-isodesyyliiftalaatti	F	79-10-7	akryylihapo	D
107-64-2	dimetyylidodesyyli-ammoniumkloridi	D	28553-12-0	di-isononyliiftalaatti	F	79-20-9	metyyliasettaatti	D
108-88-3	tolueeni	DK	32534-81-9	pentabromidifenyli-eetteri	UK	79-41-4	metakryylihapo	D
110-65-6	but-2-yyin-1,4-dioli	D	32536-52-0	oktabromidifenyli-eetteri	F/UK	80-62-6	metyylimetakrylaatti	D
110-82-7	sykloheksaani	F	62-53-3	aniliini	D	84-74-2	dibutyliiftalaatti	NL
111-77-3	2-(2-metoksietoksi) etanoli	NL	67774-74-7	C10-13-alkyylibentseeni	I	84852-15-3	4-nonyylifenoli, haaroittunut	UK
112-34-5	2-(2-butoksietoksi) etanoli	NL	68515-48-0	1,2-bentseenidikarboksyyli-hapon haaroittuneet alkyyliesterit (C9-rich)	F	85535-84-8	C10-13-kloorialkaanit	UK
1163-19-5	bis(pentabromifenyli)-eetteri	F/UK	68515-49-1	1,2-bentseenidikarboksyyli-hapon haaroittuneet alkyyliesterit (C10-rich)	F	90-04-0	o-anisidiini	A
117-81-7	bis (2-etyyliheksyyli)-ftalaatti	S	75-05-8	asetonitriili	E	91-20-3	naftaleeni	UK
120-82-1	1,2,4-triklooribentseeni	DK	75-56-9	propyleenioksidi	UK	95-76-1	3,4-dikloorianiliini	D
141-97-9	etyyliasetoasettaatti	D	7664-39-3	fluorivety	NL	98-82-8	kumeeni	E
1333-82-0	kromitrioksidi	UK	7775-11-3	natriumkromaatti	UK	60-00-4	EDTA	D
10588-01-9	natriumdikromaatti	UK	109-66-00	pentaani	D	64-02-8	Tetranatrium-EDTA	D
7778-50-9	kaliumdikromaatti	UK	80-05-7	bisfenoli-A	UK	26447-40-5	metyleenidifenyliidi-isosyanaatti	B
7789-09-5	ammoniumdikromaatti	UK	88-12-0	1-vinyyli-2-pyrrolidoni	UK	108-95-2	fenoli	D
79-11-8	(mono)kloorietikkahappo	NL	81-14-1	4'-tert-butyli-2',6'-dimetyyli-3',5'-dinitroasetofenoni	NL	81-15-2	5-tert-butyli-2,4,6-trinitro-m-ksyleeni	NL
85-68-7	bentsyylibutyliiftalaatti	N	110-85-0	piperatsiini	S	1306-19-0	kadmiumoksidi	B
7440-43-9	kadmium	B	1138-47-9	perboorihapon natriumsuola	A			

Esimerkiksi ensimmäisten EU:n käsittelyssä olleiden aineiden joukossa oli akryyliamidi. Syksyllä 1997 paljastui, että akryyliamidiksi hajoavaa N-metyliakryyliamidia oli käytetty ruotsalaisella tunnetuudellaan valtavia määriä vesivuotojen tilkitsemiseen. Aineen myrkylliset vaikutukset paljastuivat, kun työmaan lähellä virtaavan puron alajuoksulla kalat kuolivat kalankasvattamossa ja laiduntava karja sairastui. Myös työntekijöillä ilmeni akryyliamidille tyyppisiä toksisia vaikutuksia: yleisoireita ja hermostosairauksia eli polyneuropatiaa. Riskinarviointi ei ollut kuitenkaan käsitellyt tällaista huippuriskiä aiheuttavaa skenaariota, koska teollisuuden tietojen perusteella mainitunlaista altistumista akryyliamidille ei pitänyt esiintyä Euroopassa ollenkaan.

Tulevaisuuden kemikaalivaarojen hallintaan

Ns. REACH-asetusehdotus

Komissio esitti Valkoisessa kirjassa suunnitelmansa EU:n uudeksi kemikaalistrategiaksi vuonna 2001 ja antoi vuonna 2003 uuden kemikaaliasetusluonnoksen (ns. REACH-asetuksen) käsiteltäväksi EU:n ministerineuvostolle ja Euroopan parlamentille. Asetusehdotus tähtää tehokkaampaan kemikaalivaarojen hallintaan korostamalla muun muassa

- teollisuuden vastuuta osoittaa, että sen valmistamia ja maahantuoimia kemikaaleja voidaan käyttää turvallisesti
- porrastettua testausohjelmaa, joka alkaa, kun kemikaalia valmistetaan tai tuodaan maahan vähintään 1 tonni vuodessa
- varovaisuusperiaatetta: jos saadaan näyttöä vakavasta vaarasta, voidaan ryhtyä riskiä vähentäviin toimiin jo ennen kuin vaarasta on saatu täydellinen tieteellinen varmuus
- korvaamisperiaatetta, jonka mukaan vaaralliset aineet korvataan turvallisemmilla
- kemikaalien haitallisten ominaisuuksien arvioinnin tehostamista
- kemikaali-informaation vapaata saatavuutta ammattikäyttäjille ja kuluttajille, jotta he osaavat valita terveydelle ja ympäristölle mahdollisimman vähän haittoja aiheuttavia tuotteita.

Painopistettä vaaran tai riskinarvioinnissa siirretään viranomaisilta kemikaalia valmistavalle teollisuudelle, maahantuoijalle, jakelijalle ja loppukäyttäjälle, mutta ei kuluttajille. Se sisältää toksikologisten ja ekotoksikologisten ominaisuuksien ja altistumisen arviointia. Vaarojen selvittämisessä vältetään eläinkokeita

3

KEMIKAALIEN VAARA- OMINAISUUKSIEN ARVIOINTI



Kemikaalien vaarallisuudella on monta muotoa. Jotta vaaroista voidaan puhua yksiselitteisesti, kemikaalivaarat luokitellaan. Luokituksen perusteella voidaan antaa kemikaalien käsittelyyn ja haittojen korjaamiseen yleisiä ohjeita. Tässä luvussa kerrotaan, millaisin käsittein kemikaalivaaroista puhutaan.

3.1 Toksikologian perusteita

Kemikaalin ja terveyden haitan välisessä yhteydessä on kolme ratkaisevaa tekijää: itse kemikaali, altistumisen määrä ja luonne sekä altistuva henkilö ominaisuuksineen. Aineen fysikaalis-kemialliset ominaisuudet ovat tärkeitä siksi, että niistä voidaan päätellä olennaisia seikkoja aineen pyrkimyksestä siirtyä ilmaan (vrt. altistuminen ilman kautta), imeytyä elimistöön ja mahdollisesti kertyä elimistön rasvaan. Erilaisten toksisten vaikutusten ja syövän synnyssä on yksilön ominaisuuksilla suuri merkitys. Haittojen syntyyn vaikuttavat merkittävästi muun muassa henkilön periytyvät vierasaineiden aineenvaihdunnan ominaisuudet, sairaudet, elintavat, ravinto, tupakointi, alkoholin suurkulutus.

Kemikaali
täytyy
tunnistaa

Vaaran arvioimiseksi on olennaista, että tunnistetaan oikea kemikaali ja kemikaalin fysikaalis-kemialliset ja toksikologiset ominaisuudet. Kulloinkin kyseessä olevan kemiallisen yhdisteen oikea tunnistaminen on välttämätöntä, koska myrkyllisyys on usein hämmästyttävän erityinen ominaisuus. Esimerkiksi laajasti käytettyjen glykolieetteriliuottimien joukkoon kuuluva etyleeniglykolimonoetyylieetteri vahingoittaa koe-eläimissä siittiöiden muodostusta ja aiheuttaa jälkeläisissä epämuodostumia, kun taas etyleeniglykolimonobutyylieetteri hajottaa kiertävän veren punasoluja. Monista kemikaaleista on käytössä useampia vaihtoehtoisia kemiallisia nimiä, mikä voi aiheuttaa sekaannusta. Suositeltava tapa tunnistaa aine on selvittää sen CAS (Chemical Abstracts Service) numero.

Olomuoto
vaikuttaa
altistavuuteen

Aineen olomuoto vaikuttaa sen ominaisuuteen altistaa. Kiinteä aine voi olla hienojakoisessa ja herkästi pölyävässä muodossa tai jokseenkin pölyämättömänä puristeena, pellettinä. Kaasu luonnollisesti purkautuu ilmaan, jos sitä sisältävässä laitteistossa on vuoto.

Nestemäisen aineen höyrynpaine kuvaa haihtuvuutta. Jos höyrynpaine huoneenlämpötilassa on 1 kPa (eli sadasosa ilmakehän paineesta), voi suljetussa tuulettamattomassa tilassa teoriassa muodostua 10 000 ppm:n kyllästymispitoisuus. Höyrynpaine riippuu voimakkaasti lämpötilasta ja aineen pitoisuudesta liuoksessa. Lämpötilan noustessa höyrynpaine kasvaa, kun taas höyrynpaine tavallisesti laskee sitä mukaa kuin aineen pitoisuus liuoksessa pienenee.

Arvioinnissa on siis huomioitava prosessissa käytettävän aineen lämpötila ja pitoisuus. Aineen liukoisuus veteen ja rasvaan vaikuttaa osaltaan aineen kykyyn läpäistä biologisia kalvoja. Aine, jolla on sekä rasva- että vesihakuisuutta, saattaa imeytyä tehokkaasti ihonkin lävitse. Hyvin rasvaliukoinen aine, jota elimistö kykenee huonosti muuttamaan vesiliukoiseen muotoon, kertyy rasvakudokseen.

Toksikologisiin ominaisuuksiin sisältyvät aineelle ominaiset myrkylliset eli toksiset vaikutukset, toksikokinetiikka (imeytyminen, jakaantuminen, metabolia⁵, erittyminen) sekä tapa tai mekanismi, jolla tärkeä toksinen vaikutus syntyy. Seuraavassa luettelossa on toksisuuden muotoja, joita kokeilla tavallisimmin pyritään selvittämään:

- välitön toksisuus suun, hengityselinten ja ihon kautta
- ärsyttävyys tai syövyttävyys iholla ja silmässä
- herkistävyys iholla ja hengityselimissä
- toistuvan annon toksisuus
- subakuutti toksisuus (28 päivää)
- subkrooninen toksisuus (90 päivää)
- krooninen toksisuus (2 vuotta)
- genotoksisuus ja mutageenisuus
- karsinogeenisuus
- lisääntymistoksisuus eli vaikutukset hedelmällisyyteen ja jälkeläisten kehitykseen.

Tärkeitä termejä ja määritelmiä

Välitön ja pitkäaikainen vaikutus; subakuutti ja subkrooninen vaikutus

Välittömällä eli akuutilla vaikutuksella tarkoitetaan lyhytaikaisesta, yksittäisestä altistumisesta aiheutuvia terveysvaikutuksia (esimerkiksi työtapaturma- tai onnettomuustilanne), kun taas *pitkäaikaiset eli krooniset vaikutukset* liittyvät toistuvaan, yleensä vuosia kestäneeseen altistumiseen. Puhutaan myös *subakuuteista ja subkroonisista* vaikutuksista, joissa altistuminen on ollut toistuvaa, mutta lyhytaikaisempaa kuin kroonisessa vaikutuksessa.

⁵ Metabolia eli muodonmuutos; *fysiol.* aineenvaihdunta.

Paikallinen ja systeeminen vaikutus	Kemikaalilla on <i>paikallinen vaikutus</i> , kun vaikutus ilmenee siinä kohdassa, missä aine joutuu ensimmäiseksi kosketuksiin elimistön kanssa (esimerkiksi ihossa, silmässä, ruoansulatuskanavassa, hengityselimissä). Yleinen tai johonkin elimeen kohdistuva <i>systeeminen vaikutus</i> kemikaalilla on silloin, kun aine imeytyttyään kulkeutuu verenkierron välityksellä eri elimiin (<i>vaikutuksen kohde-elin</i>) aiheuttaen niissä vaikutuksia. Monet kemikaalit vaikuttavat sekä paikallisesti että systeemisesti.
Palautuva ja pysyvä vaikutus	Kemikaalin aiheuttamat vaikutukset voivat olla <i>palautuvia</i> , jolloin kohteen toiminta ja rakenne palautuvat entiselleen, kun kemikaalille ei enää altistuta, tai <i>palautumattomia/pysyviä</i> , jolloin haitallinen vaikutus (vaurio) säilyy, vaikka altistuminen on loppunut. Vaikutukset voivat olla aluksi piileviä ja ilmetä vasta tietyn ajan jälkeen (<i>viivästynyt vaikutus</i>).
Piilevä vaikutus	
Haberin sääntö	Niin sanotun Haberin säännön mukaan aineen pitoisuuden ja altistumisajan tulo eli altistumisannos määrää toksisen vaikutuksen voimakkuuden. Tämä sääntö pätee erityisesti aineille, jotka itse ovat kertyviä tai joiden vaikutukset kertyvät (<i>kumulatiivinen toksisuus</i>). Monien nopeasti vaikuttavien aineiden osalta on todettu, että sääntö ei pidä aina paikkaansa.
Kriittinen vaikutus ja kriittinen kohde-elin	Herkimmin ilmenevää eli pienimmällä annoksella tai pienimmässä pitoisuudessa ilmenevää haitallista vaikutusta kutsutaan <i>kriittiseksi vaikutukseksi</i> ja <i>kriittiseksi kohde-elimeksi</i> kutsutaan elintä, jossa tämä vaikutus ilmenee. Vastaavasta annoksesta eläinkokeessa käytetään englanninkielistä lyhennettä <i>LOAEL (lowest observed adverse effect level)</i> . Suurimmasta annoksesta, joka eläinkokeessa ei aiheutanut havaittavaa haitallista vaikutusta, käytetään lyhennettä <i>NOAEL (no observed adverse effect level)</i> .
LOAEL ja NOAEL	

Annoskynnys

Yleensä toksisilla vaikutuksilla katsotaan olevan *annoskynnys*, toisin sanoen voidaan osoittaa taso, jota pienemmillä annoksilla tai pitoisuuksilla haitallista vaikutusta ei synny. Jos syövän syntyminen (karsinogeenisuus) perustuu aineen perimämyrkylliseen vaikutustapaan, ei tällä vaikutuksella kuitenkaan nykytietämyksen valossa ole annoskynnystä. Pienetkin annokset aiheuttavat riskiä, jota ei kuitenkaan ole mahdollista todentaa menetelmällisistä syistä.

Altistumis/annos-vaikutussuhde ja altistumis/annos-vastesuhde	<i>Altistumis/annos-vaikutussuhde</i> ja <i>altistumis/annos-vastesuhde</i> sisältävät riskinarviolle keskeisiä tietoja aineen haittavaikutuksista. Eläinkokeissa annos-vastesuhdetta käytetään kuvaamaan tietyn vaikutuksen esimerkiksi maksasyövän ilmaantuvuutta eri annosten eläinryhmissä. Vasteen mittana on tällöin syövän saaneiden eläinten määrä ryhmässä. Annos-vaste voi myös koskea tietyn toksisen
---	--

Haitallinen
vaikutus

vaikutuksen (esimerkiksi maksasoluvaurion) muutosta suhteessa annostason muutokseen. Tässä esimerkissä aineen toksisuus voidaan todentaa "maksaentsyymien" annosvasteisena vapautumisena verenkiertoon. Eläinkokeessa havaittu annos-vastesuhde on tärkeä kriteeri sille, että todettu vaikutus on todellinen eikä satunnainen.

Vaikutukset ovat haitallisia, kun ne heikentävät elimistön toimintakykyä tai kykyä sietää lisästressiä tai ne lisäävät alttiutta muille ympäristön haittavaikutuksille. Esimerkiksi lyijyn punasoluissa aiheuttama delta-ALA-dehydrataasientsyymien estyminen ilmenee, vaikka lyijyä on veressä vähän, eikä tästä tiedetä olevan terveydellistä haittaa. Rajankäynti lievän vaikutuksen haittomuuden ja haitallisuuden välillä vaatii usein syvällistä asiantuntemusta.

Aineiden kulkeutuminen elimistössä eli toksikokinetiikka

Hengityselimistä imeytyminen Kaasun ja höyryn muodossa olevat aineet *imeytyvät* helposti *hengityselimistä* verenkiertoon. Kuinka paljon aine imeytyy, riippuu veren ja kudosten kyvystä ottaa ainetta vastaan. Aineen käsittelyyn hengityselimissä vaikuttaa myös sen vesiliukoisuus. Osa hyvin veteen liukenevasta kaasumaisesta aineesta liukenee ja pidättyy jo ylähengitysteiden limakalvoilla, joihin aine ensisijaisesti vaikuttaa. Huonosti veteen liukenevat kaasut pääsevät keuhkorakkuloihin saakka. Seurauksena on aineen imeytyminen verenkiertoon ja mahdollinen paikallinen keuhkomyrkyllisyys.

Hengitysilman hiukkasmaiset aineet jaetaan ylempiin ilmateihin eli nenään ja nieluun pidättyvään pölyjakeeseen, alempiin ilmateihin (henkitorveen ja keuhkoputkiin) pidättyvään jakeeseen ja keuhkoihin pidättyvään jakeeseen (*alveolijae*). Kaksi viimeistä muodostavat yhdessä *hengittyvän jakeen*. Keuhkoihin pidättyvän jakeen hiukkaset pääsevät keuhkorakkuloihin asti ja ovat läpimitaltaan 5 µm pienempiä. Läpimitaltaan 5–10 µm hiukkaset pidättyvät henkitorveen ja keuhkoputkiin. Kooltaan suurimmat, yli 10 µm hiukkaset jäävät enimmäkseen nenän limakalvoille nenän kautta hengitettäessä tai nieluun, kurkunpähän ja henkitorveen suun kautta hengitettäessä.

Hengityselinten limakalvojen puhtaanapitojärjestelmä, niin sanottu "limahissi", kuljettaa nenänielun, henkitorven ja keuhkopuuston limakalvoille takertuneet hiukkaset kurkunpähän, jossa ne tulevat niellyiksi. Tällöin hengitystiealtistuminen muuttuu *ruoansulatuskanavan kautta altistumiseksi*. Pieni osa hengityselimiin pidättyneistä niukkaliukoisista hiukkasista jää keuhkoihin pitkäksi ajaksi, ja toistuvassa altistumisessa sellainen altiste kertyy keuhkoihin.

Ihon läpi imeytyminen	<p>Ihon läpi imeytyvistä kemikaaleista tunnetuimpia ovat erilaiset orgaaniset liuottimet ja epäorgaanisista aineista syanidit. Ne voivat imeytyä merkittävässä määrin <i>ihon läpi</i>, kun laajahko ihon alue (esimerkiksi kädet) on kosketuksessa aineeseen. Aine voi tunkeutua ihoon lyhyessä ajassa, esimerkiksi tapaturmassa saaduista roiskeista. Yleensä imeytyminen verenkiertoon tapahtuu hitaammin. Ihon kautta imeytymiseen vaikuttavat aineen ominaisuuksien (yhdistynyt vesi- ja rasvaliukoisuus, varauksettomuus, pieni molekyyli-massa) lisäksi anatominen ihoalue, sen kosteus ja lämpötila. Esimerkiksi suojakäsineen sisällä hikoilevan käden iho on otollinen imeytymispinta.</p>
Jakaantuminen	<p>Imeytymisen jälkeen kemikaali jakaantuu verivirran mukana elimistön eri osiin. <i>Jakaantuminen</i> riippuu aineen kudostilakudostilasta ja sitoutumisesta biologisiin molekyyleihin (esimerkiksi peptideihin ja proteiineihin), mikä usein on yhteydessä toksisen vaikutuksen mekanismeihin.</p>
Eliminaatio	<p>Pitkä <i>eliminaation puoliintumisaika</i> merkitsee aineen hidasta <i>poistumista (eliminaatio)</i> elimistön jostakin kudostilasta. Tällöin aine kertyy kudokseen toistuvassa altistumisessa. Kertyminen loppuu ja elimistöön tulevan ja elimistöstä poistuvan ainemäärän välille syntyy tasapainotila, kun altistuminen on kestänyt noin viisinkertaisen puoliintumisaajan. Hitaan eliminaation kudostila voi vastata jotakin anatomista kudosta. Esimerkiksi PCB-aineet varastoituvat rasvaan (pysyvimpien isomeerien puoliintumisaika on vuosia) ja lyijy luukudokseen (puoliintumisaika jopa 10 vuotta).</p>
Metabolia eli biotransformaatio – detoksikaatio – metabolinen aktivaatio	<p>Vieraan aineen <i>metabolia eli biotransformaatio</i> tapahtuu pääasiassa maksassa. Rasvaliukoiset aineet muutetaan vesiliukoisemmiksi, jolloin niiden erityksen nopeutuu. Aineet (metaboliitit) erittyvät varsinkin munuaisten (virtsan), sapen (ulosteiden) tai keuhkojen (uloshengitysilman) kautta. Tavallisesti aine muuttuu metaboliassa vähemmän myrkylliseksi (<i>detoksikaatio</i>), mutta tunnetaan myös lukuisia esimerkkejä, joissa entsyymien katalysoimat metaboliiset reaktiot synnyttävät myrkyllisempiä välituotteita (<i>aktivaatio</i>).</p> <p>Eläinlajien välillä voi olla olennaisia eroja vieraan aineen metaboliassa käsittelyssä. Eläimet käsittelevät aineita eri tavalla ja eri määriä. Eri eläinlajien välillä todetaankin merkittäviä eroja herkkyydessä toksisille vaikutuksille.</p>
	<p>Lajien väliset erot metaboliassa ovat yhdistekohtaisia, siksi ominaisuuksiltaan tuntemattoman kemikaalin kohdalla ei ole mahdollista päätellä, mikä eläinmalli aineen metaboliassa suhteen muihin ihmisiin, ellei asiaa ensin kokeellisesti tutkita. Myös ihmisten välillä voi olla sekä geneettisestä taustasta että elintapojen ja ympäristötekijöiden vaikutuksesta aiheutuvia suuria eroja vieraan aineen metaboliassa entsyymien aktiivisuudessa.</p>

Toksikokineettiset tekijät selittävät myös paljolti niitä laadullisia ja varsinkin määrällisiä toksisuuden eroja, joita kokeissa ilmenee, kun altistustie (suun kautta, hengityselinten kautta, ihon kautta) muuttuu. Eroja voi syntyä siksi, että mahasuolikanavasta imeytynyt aine kulkeutuu ensin metaboloivan maksan kautta ennen kuin se jakaantuu esimerkiksi detoksikoituina metaboliitteina koko elimistöön (ns. ensikierron metabolia). Joissain tapauksissa aine imeytyy ihon lävitse niin hitaasti, että kiertävän veren ainepitoisuudet eivät ollenkaan aiheuta myrkytystä.

3.2 Kemikaalin terveyshaittojen luokitus

Luotettavan ja tarkoituksenmukaisen riskinarvioinnin perustana ovat tiedot kemikaalien haittavaikutuksista ihmisille, toksisuustiedot valituista eläinkokeista ja muu relevantti tieto. Enimmäkseen joudutaan turvautumaan kokeellisiin havaintoihin, joiden luotettavuus ja merkitys terveyden kannalta tarkoin harkitaan. Korkean laadun takaamiseksi kokeissa tulee ensisijaisesti seurata OECD:n ja EY:n hyväksymiä testiohjeita sekä hyvää laboratorioskäytäntöä (GLP). Nykyisin kehitetään voimakkaasti vaihtoehtoisia menetelmiä, jotka perustuvat solu- ja kudosiseläinten ynnä muiden *in vitro*-menetelmien käyttöön, jotta voitaisiin välttää koe-eläinten käyttöä aina, kun se on mahdollista.

Kun arvioidaan eläinkokeilla saatujen tulosten merkitystä ihmisen terveysvaaran kannalta, joudutaan tuloksia soveltamaan eli ekstrapoloimaan eri eläinlajeista ihmiseen, suurista annoksista pieniin, altistustiestä toiseen, lyhyehkön aikaa kestäneestä altistuksesta pitkäaikaiseen altistumiseen. Näitä ongelmia voidaan lähestyä monella tavoin. Ekstrapoloitaessa tuloksia eläinkokeista ihmiseen ja hänen altistumisolosuhteisiinsa otetaan huomioon lajien välisiä eroista, ihmisten välisestä vaihtelusta, altistumisen erilaisuudesta ja tiedon aukoista johtuvan epävarmuuden merkitys (IPCS, 1999, European Commission, 2003).

Tässä luvussa käsitellään kemikaalin toksikologisten vaikutusten arviointia yleisten luokitus- ja merkintävaatimusten (sosiaali- ja terveysministeriön asetus 807/2001, liite 1) pohjalta.

Välitön myrkyllisyys

EY:n luokitus ja merkitsemiskriteerien mukaisesti välitön myrkyllisyys jaetaan kolmeen luokkaan, joita ovat erittäin myrkyllinen, myrkyllinen ja haitallinen (katso taulukko 4).

Arvioitaessa välitöntä myrkyllisyyttä koskevaa tutkimusaineistoa ovat ensisijaisia EY-direktiivin 67/548 liitteen V mukaiset tai OECD:n testiohjeiden 420, 423, 402 ja 403 mukaiset, hyvää laboratorioskäytäntöä noudattaen tehdyt kokeet.

Välitöntä myrkyllisyyttä tutkitaan, kun ainetta annetaan kerta-annos tai kun altistus ilman kautta kestää neljä tuntia. Tämän päivän menetelmissä koe-eläimiä käytetään mahdollisimman vähän. Mahdollisesti viivästyneesti ilmeneviä vaikutuksia seurataan kaksi viikkoa. Kokeesta saadaan tulos siitä, kuinka suuri annos tarvitaan aiheuttamaan vakavia vaikutuksia. Eläinten oireiden ja käytäytymisen sekä elinten tutkimusten perusteella voidaan monesti päätellä, miten aine vaikuttaa ja mihin elimeen. Jos välitön myrkyllisyys ihon kautta on lähes yhtä suuri kuin suun kautta, on syytä epäillä, että aine imeytyy tehokkaasti ihon lävitse.

Taulukko 4. EY:n luokitus ja merkitsemiskriteerien mukaisesti jaettu välitön myrkyllisyys.

	suun kautta	ihon kautta	hengitysteitse
erittäin myrkyllinen T+	LD ₅₀ ≤ 25 mg/kg R28: erittäin myrkyllistä nieltynä	LD ₅₀ ≤ 50 mg/kg R27: erittäin myrkyllistä joutuessaan iholle	LC ₅₀ ≤ 0.25 mg/L aerosoleille ja hiukkasille LC ₅₀ ≤ 0.5 mg/L kaasuille ja höyryille R26: erittäin myrkyllistä hengitettynä
myrkyllinen T	25 < LD ₅₀ ≤ 200 mg/kg R25: myrkyllistä nieltynä	50 < LD ₅₀ ≤ 400 mg/kg R24: myrkyllistä joutuessaan iholle	0.25 < LC ₅₀ ≤ 1 mg/L aerosoleille ja hiukkasille 0.5 < LC ₅₀ ≤ 2 mg/L /4h kaasuille ja höyryille R23: myrkyllistä hengitettynä
haitallinen Xn	200 < LD ₅₀ ≤ 2000 mg/kg R22: terveydelle haitallista nieltynä	400 < LD ₅₀ ≤ 2000 mg/kg R21: terveydelle haitallista joutuessaan iholle	1 < LC ₅₀ ≤ 5 mg/L aerosoleille ja hiukkasille 2 < LC ₅₀ ≤ 20 mg/L /4h kaasuille ja höyryille R20; terveydelle haitallista hengitettynä

Syövyttävyyys

Kemikaalia pidetään syövyttävänä, jos kemikaali, jota pannaan koe-eläimen terveelle, vahingoittumattomalle iholle, tuhoaa ainakin yhdeltä eläimeltä ihokudoksen koko paksuudeltaan neljän tunnin altistusajana. Syövyttävyyys jaetaan kahteen luokkaan: voimakkaasti syövyttävä ja syövyttävä.

Voimakkaasti syövyttävä

(C; R35)

Kemikaali tuhoaa koe-eläimen terveen, vahingoittumattoman ihokudoksen koko paksuudeltaan **alle kolmessa minuutissa** tai jos vastaava tulos voidaan muuten ennakoita.

Syövyttävä

(C; R34)

Kemikaali tuhoaa koe-eläimen terveen, vahingoittumattoman ihon koko paksuudeltaan **neljässä tunnissa** tai vastaava tulos voidaan muuten ennakoita.

Voimakkaasti happamet ja emäksiset aineet samoin kuin orgaaniset peroksidit katsotaan automaattisesti syövyttäviksi, eikä niitä tutkita. Syövyttävyyttä koskeva johtopäätös voidaan myös tehdä ihmisellä tai muissa eläinkokeissa saatujen havaintojen perusteella. Tulevaisuudessa käytetään *in vitro* -kokeiden tuloksia ja tietoja molekyylin rakenteen ja aktiivisuuden välisestä suhteesta, kun tehdään päätelmiä aineen syövyttävyydestä.

Ärsyttävyyys

Kemikaalit, jotka eivät ole syövyttäviä, luokitellaan ärsyttäviksi. Ärsyttävyyys luokitellaan seuraavien perusteiden mukaisesti: ärsyttää ihoa, ärsyttää silmiä, saattaa aiheuttaa vakavan silmävaurion ja ärsyttää hengityselimiä.

Arviointia varten ovat ensisijaisia EY-direktiivin 67/548 liitteen V mukaiset tai OECD:n testiohjeiden 404 ja 405 mukaiset ja hyvää laboratoriokäytäntöä noudattaen tehdyt kokeet.

On tarpeen harkita monia seikkoja ennen kuin päätetään, onko ylipäänsä tarpeen ryhtyä tutkimaan silmä-ärsyttävyyttä eläimillä. Syövyttäviksi päätetyjä tai todettuja aineita ei tietenkään tutkita. On syytä käyttää hyväksi kaikki tieto ja kokemus, joka on saatu silmä-ärsytyksestä ihmisillä tai aikaisemmissa muunlaisissa eläinkokeissa. Kemiallisilla sukulaisaineilla aikaisemmin tehdyt havainnot silmä-ärsytyksestä (rakenne-aktiivisuussuhde) voivat olla riittävä tieto, kun tehdään päätelmiä kemikaalin silmä-ärsyttävyydestä. Tulevaisuudessa kokeellinen silmä-ärsyttävyyden tutkiminen tulee perustumaan *in vitro* -menetelmiin.

Ärsyttää ihoa

(Xi; R38)

Kemikaali aiheuttaa koe-eläimen terveen, vahingoittumattoman ihon merkittävän tulehtumisen enintään neljän tunnin altistuksessa ja tulehdus säilyy vähintään 24 tuntia altistuksen päättymisen jälkeen.

Ärsyttää silmiä

(Xi; R36)

Kemikaali aiheuttaa koe-eläimelle merkittävän silmävamman. Vaikutus ilmenee 72 tunnin kuluessa altistuksesta ja säilyy vähintään 24 tuntia kokeen päättymisen jälkeen. Monitoroitavia vaikutuksia silmässä ovat sarveiskalvon samentuminen, värikehän vamma, sidekalvon punoitus ja sidekalvon turvotus. Vaikutusten voimakkuus pisteytetään ja kokonaisvaikutus kuvataan näiden lukuarvojen keskiarvona, jonka perusteella määritetään R-lauseke.

Vakavan silmävaurion vaara

(Xi; R41)

Kemikaali aiheuttaa koe-eläimelle vakavan silmävaurion. Vakavassa silmävauriossa syntyy pysyviä vammoja kuten sarveiskalvon palautumaton samentuma tai muita näköä haittaavia muutoksia. Vakavaksi silmävaurioksi luetaan myös palautumaton silmän värjäytyminen.

Ärsyttää hengityselimiä

(Xi; R37)

Luokitus perustuu käytännön havaintoihin ihmisellä sekä asianmukaisten eläinkokeiden tuloksiin, havaintoihin hengityselinten limakalvo-muutoksista inhalaatioaltistuskokeissa. Hengityselinten ärsytystä voidaan arvioida myös monitoroimalla hengitystihyden hidastumista hiirillä (RD50-arvo eli aineen pitoisuus, jolla hengitysfrekvenssi pienenee puoleen).

Herkistävyys

Kemikaaleille altistuminen voi herkistää ihmistä. Se tarkoittaa, että kemikaalin läheisyydessä henkilö voi saada allergisia reaktioita kuten hengenahdistusta tai ihottumaa.

Kemikaalit luokitellaan herkistävyyden suhteen erikseen herkistymiseen hengitysteitse ja/tai ihokosketuksen kautta.

Herkistyminen hengitysteitse

Xn; R42

Näyttö aineen aiheuttamasta spesifisestä hengityselinten herkistymisestä perustuu ihmisestä tehtyihin havaintoihin. Yliherkkyys ilmenee tavallisesti astmana, mutta myös muut yliherkkyysreaktiot, kuten nuha ja alveoliitti⁶, ovat mahdollisia. Tila on kliiniseltä kavaltaan allerginen reaktio, joka on mahdollista osoittaa hengityselinten altistuskokeella (ns. provokaatiokoe). Immunologista mekanismeja ei kuitenkaan tarvitse osoittaa.

Herkistävyyden merkitystä arvioitaessa on huomioitava altistuneiden ja altistumisen määrä ja kesto. Kliinisiin tapauksiin perustuvaa näyttöä tukee se, että altisteen kemiallinen rakenne muistuttaa tunnetun hengityselimiä herkistävän aineen rakennetta. Herkistymistä mittaavissa immunologisissa *in vivo*- tai *in vitro*-kokeissa on saatu positiivisia vasteita tai tutkimustulokset viittaavat muihin spesifisiin, ei-immunologisiin mekanismeihin (esim. toistuviin ärsytysoireisiin, vaikka altistuminen on vähäistä, tai farmakologisesti välittyviin vaikutuksiin). Niin ikään IgE-vasta-ainemääritykset esimerkiksi hiirillä ja spesifiset keuhkovasteet marsuilla voivat osoittaa aineen kykyä herkistää hengitysteitä myös ihmisellä.

Herkistyminen ihokosketuksessa

Xi; R43

Ihon kontaktiallergia on niitä harvoja kemikaalin vaaraominaisuuksia, joista on verraten usein tehty ja julkaistu havaintoja myös ihmisellä. Riittävänä näyttönä pidetään kuvauksia potilastapauksista, joissa on saatu positiivinen vaste asianmukaisessa lapputestissä yleensä useammassa kuin yhdessä tutkimus- ja hoitopaikassa, epidemiologisia tutkimuksia, jotka osoittavat aineen aiheuttavan allergista kosketusihottumaa ja positiivisia tuloksia ihmisillä tehdyistä herkistävyyskokeista. Niitä ei nykyisin voida pitää eettisesti hyväksyttävänä.

⁶ Alveoliitti on hienojakoisen orgaanisen pölyn aiheuttama allerginen keuhkorakkuloiden tauti.

Ihoa herkistävä ominaisuus voidaan kokeellisesti selvittää muun muassa hiiren paikallisen imusolmukkeen tutkimuksella (local lymph node assay) (OECD:n testiohje 429) ja marsun maksimisaatiokokeella (OECD:n testiohje 406), joissa ainakin voimakkaat herkistäjät paljastuvat suurella todennäköisyydellä. Yksi tai useampi erilaisissa marsun ihon herkistävyyskokeissa saatu positiivinen tulos on tavallisin näyttö aineen allergisoivasta ominaisuudesta. Eläinkokeissa positiivinen näyttö edellyttää vasteen havaitsemista vähintään 30 %:lla koe-eläimistä adjuvantti-tyyppisessä kokeessa, kuten marsun maksimisaatiokokeessa, tai vähintään 15 %:lla koe-eläimistä, jos käytetään muita menetelmiä. Toistaiseksi vielä vähemmän käytetty, mutta seulontatarkoitukseen soveltuva menetelmä on hiiren korvan turpoamiskoe (mouse ear swelling test), joka paljastaa ainakin kohtalaisen voimakkaat ja voimakkaat ihon herkistäjät. Myös allergeenien rakenne-aktiivisuussuhdetta koskevat tiedot voivat herättää epäilyjä aineen ihoa herkistävästä ominaisuudesta. Epäilyt ohjaavat lisätutkimuksiin.

Toistuvan annon tai altistamisen myrkyllisyys

Toistuvan annon myrkyllisyydellä tarkoitetaan, että pitkäaikainen tai toistuva altistuminen aiheuttaa vakavan vaurion, joka ilmenee toksikologisesti merkittävänä selvänä toiminnallisena häiriönä tai elimellisenä muutoksena (X_n ja R48 + lisälausekkeet, jotka osoittavat vaaraa aiheuttavan altistustien). Annosten, joilla vaurio ilmenee, tulee olla merkittävästi pienempiä (esim. kymmenesosa) kuin akuuttimyrkyllisyyden perustana olevat annokset tai pitoisuudet.

Myrkyllisyyden tutkiminen

Toistuvan annon toksisuuden tutkimukset eläimillä, kuten rotilla tai hiirillä, ja niissä tehdyt havainnot ovat keskeisessä asemassa, kun etsitään relevanttia taustatietoa aineelle ominaisista kohde-elimistä esimerkiksi työntekijän terveysseurannan sisällön suunnittelua varten. Näissä kokeissa voidaan tavallisesti tunnistaa, mihin elimeen kemikaali vaikuttaa ja miten.

Aineen myrkyllisyys voidaan todeta monipuolisten veren solujen (eli hematologisten) ja veren tai virtsan kemiallisten (eli kliiniskemiallisten) analyysien sekä kymmenien mikroskoopilla elinten kudoksia selvittävien (eli histopatologisten) tutkimuksien perusteella. Mahdollisia toksisuuden kohde-elimiiä ovat maksa, munuaiset, hermosto, mahasuolikanavan limakalvot, hengityselinten limakalvot, iho, sukuelimet (varsinkin kivekset), kiertävän veren panasolut, luuydin, imukudos (immuunivaste), näköjärjestelmä, sisäkorvan kuuloelin, sisäeriterauhaset ja hormonaaliset toiminnot. Perustutkimukseen liitetään erikoismenetelmiä, kun halutaan selvittää toksisuuden ilmenemistä esimerkiksi hermostossa, immuunijärjestelmässä tai hormonitoiminnoissa.

Arvioinnissa ovat ensisijaisia havainnot eläinlajeista, joiden metabolia muistuttaa eniten ihmisen metaboliaa. Mikäli tällaiset tiedot puuttuvat, käytetään herkimmän eläinlajin tuloksia. Löydösten arvioinnissa tulee myös huomioida altistumistie (tutkimusasetelma vai ihmisen altistuminen) sekä altistuksen kesto. Etusija annetaan kokeille, joista voidaan luotettavasti määrittää NOAEL, ja 90 päivän eläinkokeen (OECD:n testiohjeet 408, 409, 411, 413) tuloksille tulee antaa suurempi painoarvo kuin 28 päivän kokeelle (OECD:n testiohjeet 407, 410, 412).

Ratkaisevaa NOAEL- tai LOAEL-arvon luotettavalle määrittämiselle on vaikutuksessa havaittu annos-vastesuhde. Kriittisen vaikutuksen ja vastaavan NOAEL-arvon valinnassa tulee ottaa huomioon vaikutuksen vakavuus, vaikutuksen biologinen merkitys (ihmiselle), palautuvuus, annos-vastekuvaajan jyrkkyys ja havaintojen normaali biologinen vaihtelu kontrollieläimissä.

Kemikaalien aineenvaihdunnasta, imeytymisestä, jakaantumisesta ja erittymisestä ei useinkaan ole saatavilla luotettavaa tietoa. Koko elimistöön vaikuttavan systeemisen toksisuuden kannalta on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää harkita, onko kemikaali esimerkiksi niin reaktiivinen tai niin nopeasti hajoava, ettei se todennäköisesti saavuta tärkeitä potentiaalisia kohde-elimisiä, esimerkiksi lisääntymiselimiä.

Perimämyrkyllisyys

Mutaatio

Aine on perimämyrkyllinen eli genotoksinen, jos se aiheuttaa nisäkässolun tumassa sijaitsevan DNA:n vaurioita. Jos vaurio johtaa pysyvään perimän muutokseen, on kysymys mutaatiosta. *Mutaatiossa* organismin geneettisen aineksen määrässä tai rakenteessa on pysyvä muutos, joka johtaa organismin ilmiänsä (fenotyypin) muutokseen. Muutokset voivat koskea yksittäistä geeniä, geeniryhmää tai koko kromosomia.

Yhtä geeniä koskevat vaikutukset voivat olla seurausta vaikutuksista yksittäisiin DNA:n emäksiin (pistemutaatiot) tai seurausta suurista muutoksista geneeissä, kuten geenin osan menetyksestä (deletio). Koko kromosomiin voi kohdistua rakenteellisia tai lukumääräisiä muutoksia. Sukusolujen mutaatio voi siirtyä jälkeläisiin ja aiheuttaa esimerkiksi perinnöllisiä sairauksia. Aine on perimän muutoksia aiheuttava (mutageeninen), jos se lisää mutaatioiden esiintymistä.

Mutageenisuus

Luokitus mutageeniksi tapahtuu periytyvien geneettisten vaurioiden perusteella. Kiistattomia havaintoja aineen mutageenisuudesta tai genotoksisuudesta pidetään yleensä myös tärkeänä varoituksena mahdollisesta syöpää aiheuttavasta aktiivisuudesta.

Perimää vaurioittavat (mutageeniset) aineet jaetaan luokitusta varten kolmeen ryhmään sen mukaan, oletetaanko vai tiedetäänkö niiden vaurioittavan perimää tai epäilläänkö niiden voivan aiheuttaa pysyviä vaurioita.

RYHMÄ 1. Saattaa aiheuttaa periytyviä perimävaurioita

(T; R46)

Aineiden tiedetään olevan ihmisen perimää vaurioittavia (mutageenisia). Tällöin on oltava riittävä näyttö syy-yhteydestä ihmisellä altistumisen ja periytyvien geneettisten vaurioiden välillä. Perusteluksi tarvitaan positiivinen epidemiologisiin tutkimuksiin perustuva näyttö mutaatioista ihmisellä. Esimerkkejä tällaisista aineista ei ole tällä hetkellä tiedossa.

RYHMÄ 2. Saattaa aiheuttaa periytyviä perimävaurioita

(T; R46)

Aineisiin on suhtauduttava siten kuin ne olisivat ihmisen perimää vaurioittavia (mutageenisia). Tällöin on riittävästi näyttöä siitä, että ihmisen altistuminen aineelle voi johtaa periytyvän geneettisen vaurion kehittymiseen eläinkokeiden tai muun merkityksellisen tiedon perusteella.

Kriteereinä ovat positiiviset tulokset tutkimuksista, jotka osoittavat mutageenisia vaikutuksia tai muita soluihin kohdistuvia vaikutuksia, joilla on merkitystä mutageenisuudelle, nisäkkäiden sukusoluissa *in vivo*⁷, tai mutageenisia vaikutuksia nisäkkäiden somaattisissa soluissa *in vivo*, sekä riittävä näyttö siitä, että aine tai sen merkityksellinen metaboliitti pääsevät sukusoluihin.

Suositteluvia menetelmiä osoittaa mutaation ilmeneminen jälkeläisissä tai vaurio kehittyvässä sikiössä ovat: hiiren spesifisen lokuksen⁹ mutaatiokoe, hiiren periytyvän translokaation¹⁰ koe (OECD:n testiohje 485) ja jyräjän dominantti letaalmutaatiokoe¹¹ (OECD:n testiohje 478). Epäsuoraa näyttöä aineen mutageenisista vaikutuksista sukusoluissa *in vivo* voidaan saada solujen geneettisessä (sytogeneettisessä) analyysissä (OECD:n testiohje 483) havaittavista kromosomien poikkeamasta (aberraatioista), johon luetaan mukaan aneuploidia, joka aiheutuu kromosomien virheellisestä jakautumisesta, sisarkromatidivaihdosten (SCE) lisääntymisestä, epätahtisen DNA-synteesin (UDS) lisääntymisestä, aineen kovalenttisesta sitoutumisesta sukusolun DNA:han tai muista DNA-vaurioita koskevista tutkimuksista. Lisätukea voidaan saada *in vivo*-tutkimuksista, jotka osoittavat nisäkkäiden somaattisten solujen mutageenisia vaikutuksia edellyttäen, että voidaan osoittaa aineen tai sen merkityksellisen metaboliitin pääsevän sukusoluihin.

⁷ *In vivo* tarkoittaa tutkimusta, joka tehdään elimistössä (vrt. *in vitro* -tutkimus elimistön ulkopuolella).

⁸ Somaattisia soluja ovat muut kuin sukusolut.

⁹ Lokus on geenin paikka kromosomissa.

¹⁰ Translokaatio on kromosomin osan siirtyminen toiseen kromosomiin.

¹¹ Positiivisessa dominantissa letaalmutaatiokokeessa hedelmöittynyt munasolu ei kiinnity kohtuun tai alkiot kuolevat.

RYHMÄ 3.**Pysyvien vaurioiden vaara****(Xn; R40)**

Aineiden epäillään voivan aiheuttaa riskin ihmiselle mahdollisten mutageenisten vaikutusten perusteella. Mutageenisuudesta on olemassa näyttöä mutageenisuustutkimuksista, mutta näyttö on riittämätön aineen sijoittamiseksi ryhmään 2. Kemikaalin luokitusta ryhmään 3 pidetään yleensä myös tärkeänä varoituksena mahdollisesta syöpää aiheuttavasta ominaisuudesta. Yhdysvalloissa Kansallisen syöpäinstituutin ja Kansallisen toksikologiaohjelman tekemien selvitysten mukaan karsinogeenisuus tutkimusten tunnistamista syöpää aiheuttavista aineista noin 70 % antoi positiivisia tuloksia myös mutageenisuuskokeissa, jotka tehtiin rotalla ja hiirellä.

Aineen määrittämiseksi ryhmään 3 tarvitaan tutkimuksia, jotka osoittavat mutageenisia vaikutuksia *in vivo* tai muita nisäkkäiden somaattisiin soluihin kohdistuvia vaikutuksia, joilla on merkitystä mutageenisuudelle. Somaattisten solujen mutageenisten vaikutusten tutkimiseksi *in vivo* voidaan käyttää nisäkkään luuytimen mikrotumatestiä (OECD:n testiohje 474) tai sytogeneettistä kromosomiaberraatioiden analyysiä (OECD:n testiohje 475), perifeeristen punasolujen mikrotuma-analyysiä (OECD:n testiohje 474), valkosolujen kromosomiaberraatioiden analyysiä tai hiiren ihon väritäplätestiä (OECD:n testiohje 484). Jotta tunnistettaisiin aineen taipumus vahingoittaa DNA:ta ja aiheuttaa mutaatioita (eli genotoksisuus), voidaan lisäksi käyttää erilaisia DNA-vauriota kuvaavia muutoksia, kuten nisäkkään luuydinsolujen sisarkromatidivaihdosta, UDS:a (OECD:n testiohje 486), aineen kovalenttista sitoutumista somaattisen solun DNA:han tai DNA-rihman katkoksia. DNA-rihman katkoksia voidaan mitata useilla menetelmillä.

Aineita, joista on saatu positiivisia tuloksia pelkästään yhdessä tai useammassa *in vitro* -mutageenisuustutkimuksessa, kuten esimerkiksi bakteri- (OECD:n testiohje 471) tai nisäkäsolujen (OECD:n testiohje 476) geenimutaatiokokeilla, ei yleensä luokitella mutageenisiksi. On kuitenkin välttämätöntä huolehtia siitä, että tällaiset aineet on asianmukaisesti tutkittu riittävän edustavilla *in vivo* -tutkimusmenetelmillä.

Syöpää aiheuttavat ominaisuudet

Syöpää aiheuttavat aineet jaetaan luokitusta varten kolmeen ryhmään sen mukaan, tiedetäänkö vai oletetaanko perustellusti, että aine aiheuttaa syöpää, vai onko asiasta vasta epäily.

Kun aineen syöpää aiheuttava ominaisuus halutaan selvittää, ainetta annetaan koe-eläimille asianmukaista altistustietä käyttäen toistuvasti suurimman osan niiden elinajasta. Tavallisesti tutkimukset tehdään rotalla (kesto 24 kuukautta) ja hiirellä (kesto 18 kuukautta) (OECD:n testiohje 451 ja kun krooninen toksisuus ja karsinogeenisuus tutkitaan yhdessä 453).

Karsinogeenien vaikutustavat

Kemiallisilla karsinogeneilla on erilaisia vaikutustapoja ja -mekanismeja, ja monia niistä tunnetaan vielä huonosti. Yleisesti käytössä oleva menettely on jakaa karsinogeenit otaksutun vaikutustavan mukaan *genotoksiiniin* ja *ei-genotoksiiniin* ("epigeneettisiin") syöpää aiheuttaviin aineisiin.

RYHMÄ 1.

Aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa

(T; R45)

Aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa hengitettynä

(T; R49)

Aineiden tiedetään olevan syöpää aiheuttavia ihmiselle. Tällä tarkoitetaan riittävää näyttöä syy-yhteydestä altistumisen ja syöpään sairastumisen välillä. Aineen luokitus ryhmään 1 perustuu epidemiologisiin tietoihin.

RYHMÄ 2.

Aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa

(T; R45)

Aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa hengitettynä

(T; R49)

Aineisiin on suhtauduttava siten kuin ne olisivat ihmiselle syöpää aiheuttavia. Riittävänä perusteena pidetään näyttöä asianmukaisista pitkäaikaisista eläinkokeista tai muuta merkityksellistä tietoa.

RYHMÄ 3.

Pysyvien vaurioiden vaara

(Xn; R40)

Mahdollisesti ihmiselle syöpää aiheuttavat aineet, joista saatavilla oleva tieto on riittämätöntä pätevän arvion tekemiseksi; esimerkiksi eläinkokeista ei ole saatu riittävän vakuuttavia tietoja, jotta aine voitaisiin sijoittaa ryhmään 2.

Ryhmään 3 kuuluvat aineet jaetaan kahteen alaryhmään 3a ja 3b.

3a:

Aineet, jotka on tutkittu hyvin, mutta joista näyttö syöpää synnyttävästä vaikutuksesta on riittämätön aineen sijoittamiseksi ryhmään 2, eikä jatkotutkimusten odoteta tuottavan lisää merkityksellistä tietoa luokitusta varten.

3b:

Aineet, joita on puutteellisesti tutkittu ja käytettävissä olevat tiedot ovat riittämättömiä, mutta ne viittaavat siihen, että aine voisi aiheuttaa syöpäriskiä ihmisille. Tässä tapauksessa luokitus on väliaikainen ja jatkotutkimukset ovat tarpeellisia.

Genotoksiset karsinogeenit voidaan edelleen jakaa aineisiin, jotka aiheuttavat syövän vahingoittamalla itse tai metaboliittinsa kautta perimäainesta (mutageenit), ja aineisiin, jotka aiheuttavat syöpää vahingoittamalla perimäainesta epäsuorasti esimerkiksi reaktiivisen hapen muodostuksen kautta. Mutageenisten karsinogeenien aiheuttamassa syövässä on tavallisesti lineaarinen annos-vastesuhde myös pienillä annoksilla. Siksi turvallista, vaikutuksetonta annostusta ei voida osoittaa ollenkaan.

Useimmat ei-genotoksiset karsinogeenit toimivat kasvainpromootoreina vaikuttamalla mutatoituneiden (ns. initioitujen) solujen kasvuun, erilaistumiseen ja solunjakautumiseen. Kysymyksen tulevia mekanismeja ovat muutokset karsinogeneesissa toimivien geenien, kuten onkogeenien ja tuumorisuppressorigeenien, ilmentymisessä, hormonaaliset vaikutukset tai hormonitasapainon järkkäytyminen, solun reseptorien kautta tapahtuvat vaikutukset, kohdekudoksen krooninen soluvaurio ja reaktiivinen initioitujen solujen kasvun stimuloituminen, ohjelmoidun solukuoleman häiriytyminen ja soluvälitteisen kommunikaation estyminen. Ei-genotoksisilla mekanismeilla toimivilla karsinogeneilla todetaan tavallisesti ei-lineaarinen annos-vastesuhde, ja vastaavasti voidaan osoittaa annostus, jota vähäisemmällä määrällä syövän syntyminen on epätodennäköistä.

Eläinkokeista saadut kokemukset ovat antaneet viitteitä siitä, milloin useammassakin eläinkokeessa ilmenevä kasvainten lisääntyminen ei ole vakuuttava osoitus karsinogeenisuuden merkittävästä vaarasta ihmiselle (ryhmä 3a). Tällaisia havaintoja ovat kasvainten esiintyminen vain toksisuuden yhteydessä eli kasvaimia todetaan vain suurimmalla siedetyllä annostuksella, jolloin eläimen paino laskee mutta sen elinaika ei lyhene, kasvaimia todetaan vain kun aineen pitoisuus kohdekudoksessa on soluille myrkyllinen (sytotoksinen) ja kun solunjakautuminen on vilkastunut kudosisvaurion korjaamiseksi. Muita vastaavia havaintoja ovat kasvaimet, jotka ilmenevät vain elimessä, jossa kasvaimia syntyy spontaanisti useimmille altistamattomillekin eläimille. Tästä esimerkkinä ovat maksakasvaimet $B_6C_3F_1$ koirashiirillä ja kivesten Leydigin solujen adenomat F-433 koirasrotilla.

Kemikaalin heikon karsinogeenisen vaikutuksen puolesta puhuvia havaintoja ovat kasvaimet, jotka ilmenevät altistetuissa ryhmissä vain vähän yleisemmin kuin kontrollieläimissä. Kasvainpesäkkeitä syntyy kohde-elimessä vähän, kasvaimet ilmenevät vain yksittäisellä eläinlajilla tai yksittäisellä kannalla, tai vain toisen sukupuolen eläimillä.

Ainetta ei luokitella ihmiselle syöpää aiheuttavaksi ollenkaan, jos eläimissä kasvaimia synnyttävä mekanismi on hyvin tunnistettu, ja on vakuuttavasti osoitettu, että vaikutustapa tai -mekanismi

ei esiinny ihmisellä (mm. koirasrotan a₂u-globuliiniin sitoutuneen aineen munuaistoksisuus sekä kyky aiheuttaa munuaiskasvaimia) tai ilmenee olennaisesti heikompana (kilpirauhasen hormonitasapainon häiriön aiheuttamana kilpirauhaskasvaimena rotilla ja hiirillä, peroksisomiproliferaatiota aiheuttavien aineiden maksakasvaimina jyrjsijöillä). Kemikaalin metabolisen aktivaation vähäisyys verrattuna koe-eläinmalleihin voi myös selittää ihmisen pienemmän herkkyuden saada kasvaimia.

Lisääntymiselle haitalliset vaikutukset

Hedelmällisyyden heikkeneminen Lisääntymiselle vaarallisuus kattaa miehen ja naisen lisääntymistoimintojen tai -kyvyn heikkenemisen ja ei-perinnölliset kehityksen häiriöt jälkeläisissä. Vaikutukset miehen ja naisen hedelmällisyyteen sisältävät haitalliset vaikutukset libidoon, seksuaalikäyttäytymiseen, spermatogeneesiin¹² tai munasolun kehittymiseen, hormonitoimintaan tai fysiologiseen vasteeseen, jotka vaikuttavat hedelmöittymiskykyyn, hedelmöittymiseen tai hedelmöittyneen munasolun kehitykseen sen kiinnittymiseen saakka.

Kehityksen häiriöt Kehityksen häiriöillä tarkoitetaan laajasti ymmärrettynä kaikkia vaikutuksia, jotka häiritsevät normaalia kehitystä ennen ja jälkeen syntymän. Niihin kuuluvat alkio- ja sikiötoksiset vaikutukset, kuten alkion ja sikiön kuolema, keskenmeno, rakenteelliset epämuodostumat (teratogeeniset vaikutukset), alentunut syntymäpaino, kasvun ja kehityksen viivästyminen, elintoksisuus, toiminnalliset poikkeavuudet, lisääntynyt kuolleisuus syntymän jälkeen ja heikentynyt syntymänjälkeinen henkinen tai fyysinen kehitys murrosikään saakka.

Aineen lisääntymistoksisuuden arvioinnissa on pyrittävä selvittämään, onko kysymyksessä aineelle spesifinen lisääntymistoimintoihin tai alkion ja sikiön kehitykseen kohdistuva vaikutus, vai onko se toissijainen eli johtuuko se siitä, että yleinen toksisuus ilmenee vanhemmissa. Syy voi olla esimerkiksi vanhempien vähentyneestä veden ja ravinnon käytöstä johtuva ravitsemushäiriö. Lisääntymistoksisuuskokeessa on tämän vuoksi vanhemmissa ilmenevä myrkyllisyys tutkittava huolellisesti. Erityistä huolta aiheuttavat sellaiset kemikaalit, jotka ovat haitallisia vain lisääntymiselle eikä muita toksisia vaikutuksia ilmene

Luokitusta ja merkintää varten lisääntymiselle vaaralliset aineet jaetaan kolmeen ryhmään sen mukaan, tiedetäänkö varmasti, että aine on vaarallinen vai onko epäilyyn riittävä näyttö vai oletetaan, että aine saattaa olla vaaraksi lisääntymiselle.

¹² Spermatogeneesi on siittiöiden syntyyn johtuva solujen kehityssarja siementiehyiden ituepiteelissä.

RYHMÄ 1.**Voi heikentää hedelmällisyyttä****(T; R60)**

Aineiden tiedetään vähentävän ihmisten hedelmällisyyttä. On riittävä näyttö syy-yhteydestä ihmisen altistumisen aineelle ja vähentyneen hedelmällisyyden välillä.

RYHMÄ 1.**Vaarallista sikiölle****(T; R61)**

Aineiden tiedetään aiheuttavan kehityksen häiriöitä ihmisessä. On riittävä näyttö syy-yhteydestä ihmisen altistumisen aineelle ja jälkipolvessa esiintyvien kehityksen häiriöiden välillä.

RYHMÄ 2.**Voi heikentää hedelmällisyyttä****(T; R60)**

Aineisiin tulee suhtautua siten kuin ne vähentäisivät ihmisten hedelmällisyyttä. On riittävään näyttöön perustuva vahva epäily, että ihmisen altistuminen voi vähentää hedelmällisyyttä. Näyttönä voi olla hedelmällisyyden vähentyminen koe-eläintutkimuksissa ilman samalla annostuksella ilmeneviä muita myrkyvaikutuksia tai sen vähentyminen suunnilleen samalla annostuksella, millä muut myrkyvaikutukset ilmenevät, mutta vaikutus ei ole toissijainen, epäspesifinen seuraus muista myrkyvaikutuksista.

RYHMÄ 2.**Vaarallista sikiölle****(T; R61)**

Aineisiin tulee suhtautua siten kuin ne aiheuttaisivat kehityksen häiriöitä ihmisessä. On riittävään näyttöön perustuva vahva epäily siitä, että ihmisen altistuminen voi aiheuttaa kehityksen häiriöitä. Asianmukaisissa eläinkokeissa on havaittu selvä vaikutus ilman samalla annostuksella todettuja merkkejä myrkyllisyydestä emoille tai vaikutus, joka todetaan suunnilleen samalla annostuksella kuin muut myrkyvaikutukset, mutta vaikutus ei ole toissijainen, epäspesifinen seuraus muista myrkyvaikutuksista.

RYHMÄ 3.**Voi mahdollisesti heikentää hedelmällisyyttä****(Xn; R62)**

Aineet saattavat aiheuttaa vaikutuksia ihmisen hedelmällisyyteen. Näyttö perustuu havaintoihin asianmukaisissa eläinkokeissa, joiden perusteella voidaan vahvasti epäillä hedelmällisyyden vähenemistä ilman samalla annostasolla ilmeneviä muita myrkyvaikutuksia, tai se on todettu suunnilleen samalla annostuksella kuin muut myrkyvaikutukset, mutta vaikutus ei ole toissijainen, epäspesifinen seuraus muista myrkyvaikutuksista.

RYHMÄ 3.**Voi olla vaarallista sikiölle****(Xn; R63)**

Aineet saattavat aiheuttaa kehityksen häiriöitä. Näyttö perustuu havaintoihin asianmukaisissa eläinkokeissa. Havaintojen perusteella voidaan vahvasti epäillä kehityksen häiriöitä ilman samalla annostuksella ilmeneviä muita myrkyvaikutuksia, tai se on todettu suunnilleen samalla annostuksella kuin muut myrkyvaikutukset, mutta vaikutus ei ole toissijainen, epäspesifinen seuraus muista myrkyvaikutuksista. Aineet, jotka luokitellaan lisääntymiselle vaarallisiksi ja joilla on lisäksi vaikutuksia imetykseen, tulisi lisäksi merkitä lausekkeella **R64: Saattaa aiheuttaa haittaa rintaruokinnassa oleville lapsille**. Tällä lausekkeella varoitetaan sellaisesta kemikaalista, joka imeytyttyään elimistöön erittyy rintamaidon kautta ja voi aiheuttaa haittaa rintaruokinnassa olevalle lapselle.

Lisääntymiselle haitallisten vaikutusten selvittämisessä voidaan käyttää hyväksi erilaisia koe-eläintutkimuksia. Niistä ovat ensisijaisia yhden ja kahden sukupolven lisääntymistoksisuuskoeket rotilla ja hiirillä (OECD:n testiohjeet 415 ja 416) sekä teratogeenisuuskoe rotilla ja kaniineilla (OECD:n testiohje 414). Teratogeenisuuskokeella tutkitaan epämuodostumien syntyä. Lisääntymistoksisuuden seulontakokeita (OECD:n testiohjeet 421 ja 422) voidaan myös käyttää arvioinnissa, vaikka niiden kyky tunnistaa kaikki lisääntymiseen liittyvät vaaraominaisuudet on selvästi rajoittuneempi kuin edellä mainituilla kokeilla.

Toistuvan annon toksisuuden 90 päivän (subkroonisen toksisuuden) kokeessa, karsinogeenisuuskokeessa tai yhdistetyssä kroonisen toksisuuden ja karsinogeenisuuden kokeessa (OECD:n testiohje 453) tutkitaan mahdolliset vaikutukset sukuelimiin. Tavallisesti siittiöiden muodostuksen häiriönä ilmenevä aineelle ominainen kivistoksisuus tulee esille jo 90 päivän kokeessa. Teratogeenisuuden selvityksessä käytetään toisena eläinlajina kaniinia. Aikaisempi kokemus talidomidin teratogeenisuudesta osoitti, että kaniini voi paljastaa paremmin ihmisille aiheutuvan vaaran, joka ei ilmene esimerkiksi rotassa.

Lisääntymistoksisuuden tutkimuksessa on käytettävä ihmisen altistumistietä vastaavaa annostelutapaa, tavallisesti suun kautta tai inhalaatioteitse. Esimerkiksi aineen ruiskuttamista (eli injisoimista) suoraan vatsaonteloon ei voida pitää asianmukaisena naaraan sukuelimiin kohdistuvan suuren paikallisen pitoisuuden ja epäspesifin paikallisen toksisuuden, kuten ärsytyksen, perusteella.

3.3 Kemikaalin ympäristölle haitalliset ominaisuudet

Kemikaalin vaikutukset ympäristöön riippuvat sen käyttäytymisestä luonnossa: hajoamisesta, kulkeutumisesta, kertyvyydestä ja myrkyllisyydestä. Pohjoisessa ympäristössä kemikaalien haitalliset vaikutukset saattavat moninkertaistua, koska niiden hajoaminen on kylmässä ympäristössä hidasta. Tällöin kemikaalit voivat kulkeutua laajoille alueille. Haitalliset aineet voivat myös kertyä eliöiden rasvakudokseen ja vaikuttaa toimintoihin, jotka turvaavat eliöiden säilymisen elossa kylmänä vuodenaikana. Myös maalaji ja muut maaperän ominaisuudet voivat vaikuttaa kemikaalin käyttäytymiseen ympäristössä.

Seuraavassa selvitetään muutamia kemikaalien ominaisuuksia, joilla voidaan arvioida sen vaikutuksia ympäristössä. Tällaisia ominaisuuksia ovat hajoavuus, kulkeutuvuus, kertyvyys ja myrkyllisyys eliöille.

Aineen pysyvyys ja hajoavuus

Aineen pysyvyys (käänteisesti hajoavuus) on yksi keskeisimmistä ympäristövaarallisuuteen vaikuttavista tekijöistä. Hyvin nopeasti hajoavat aineet eivät ehdi vaikuttaa laajoilla alueilla, kun taas pysyvät aineet kertyvät ympäristöön, ja ajan myötä lievempikin myrkyllisyys riittää aiheuttamaan haittoja.

Aineen pysyvyyttä mitataan ensisijaisesti biologisen hajoavuuden testeillä, jolloin saadaan selville, onko aine nopeasti hajoava, suotuissa olosuhteissa hajoava tai todella pysyvä. Aineen hajoavuuteen ympäristössä vaikuttavat aineen ominaisuudet, hajottava mikrobipopulaatio sekä ympäristön fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet. Myös pohjoiset olosuhteet pääsääntöisesti hidastavat hajoavuutta.

Hajoamisprosesseissa aine voi muuntua toiseksi yhdisteiksi ja hajota eri välivaiheiden kautta yksinkertaisiksi epäorgaanisiksi yhdisteiksi. Ympäristön kannalta on edullisinta, jos kemikaali mineralisoituu eli hajoaa täydellisesti hiilidioksidiksi, vedeksi ja mineraalisuoloiksi. Joskus kuitenkin kemikaali voi hajota epätäydellisesti ja hajoamisen tuloksena muodostuu alkuperäistä ainetta haitallisempia yhdisteitä. Yleensä aineen haitallisuus häviää hajoamisen myötä.

Biologinen hajoaminen on mikrobien tai korkeampien eläinten toimintaa, joka hajottaa aineita. Jos aine on hajottajille hyvin myrkyllinen, ei sen biologinen hajoaminen ole mahdollista. Hajotuskyky ei myöskään välttämättä säily mikrobipopulaation geneettisessä muistissa, ja hajotus voi olla hyvin hidasta, jos ainetta on vähän.

Biologinen hajoaminen

Nopea biologinen hajoavuus	<p>Luonnossa hajotustoiminta on vilkkainta maan pintakerroksessa, joka on usein ohut. Jos aine kulkeutuu syvemmälle, sen hajottaminen hidastuu olennaisesti. Maaperän orgaaninen aines tavallisesti lisää aineiden biologista hajotusta, joskin eräät aineet saattavat sitoutua siihen niin tiiviisti, etteivät ne ole hajottajakkeerien saatavilla. Pääsääntöisesti hajoaminen hapellisissa (aerobisissa) olosuhteissa on nopeampaa kuin hapettomissa (anaerobisissa) olosuhteissa (esim. sedimentissä ja pohjavedessä), mutta poikkeuksiakin on.</p> <p><i>Nopealla biologisella hajoavuudella</i> (ready biodegradability) tarkoitetaan aineen nopeaa hajoamista testiolosuhteissa. Se perustuu mikrobien välittömään kykyyn käyttää testiainetta aineenvaihdunnassaan niin, että testiaine hajoaa ilman pitkää sopeutumisvaihetta. Biologisen hajoavuuden arvioimiseen voidaan käyttää monia eri OECD:n tai EY:n testiohjeita. Aine on nopeasti eli helposti biologisesti hajoava, jos siitä on testiohjeesta riippuen hajonnut 28 vuorokauden kokeessa 60–70 %. Biologista hajoavuutta voidaan myös arvioida biologisen hapenkulutuksen (BOD₅) ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD) suhteella.</p>
Luontainen biologinen hajoavuus	<p><i>Luontaisella biologisella hajoavuudella</i> (inherent biodegradability) tarkoitetaan sitä, että hajottavalla mikrobipopulaatiolla on geeniaineksessaan informaatio tarvittavaan hajotukseen, mutta tarvitaan sopeutumisaika ennen kuin hajotus alkaa. Lisäksi käytetään enemmän hajottajabiomassaa tutkittavaa kemikaalimäärää kohti (liite 3). Aineen biologista hajoamisnopeutta maaperässä voidaan arvioida myös aineen puoliintumisaikojen ($t_{1/2}$) perusteella (liite 3). Puoliintumisajalla tarkoitetaan sitä aikaa, jolloin puolet aineesta on hajonnut.</p>
Fotolytyttinen ja kemiallinen hajoaminen	<p>Biologisen hajoavuuden lisäksi <i>valo voi hajottaa</i> (fotolytyttinen hajoaminen) tai hajoaminen voi olla <i>kemiallista</i>. Kemiallisesta hajoamisesta on kysymys, kun aine hajoaa hydrolysoitumalla. Silloin aine voi muuntua toisiksi yhdisteiksi vesiliuoksessa vetyionien (H⁺) ja hydroksyyli-ionien (OH⁻) sekä vesimolekyylien vaikutuksesta.</p> <p>Monet haihtuvat aineet hajoavat ilmakehässä valokemiallisesti suoran tai epäsuoran fotolyysin kautta. Suorassa fotolyysissä aine hajoaa ultraviolettivalon tai näkyvän valon vaikutuksesta. Tämän edellytyksenä on, että aine pystyy absorboimaan valoa auringonvalon sisältämällä aallonpituuksilla ja että absorboidun säteilyn energia on riittävä sidosten rikkomiseksi.</p> <p>Epäsuorassa fotolyysissä säteilyn synnyttämä otsoni, hydroksyyli-radikaalit, nitraattiradikaalit tai muut reaktiiviset yhdisteet hajottavat aineen. Kemikaalin hajoamista ilmassa on arvioitu erilaisten mallien avulla, joista saadaan laskennalliset puoliintumisajat eri reaktioiden kautta tapahtuvalle hajoamiselle.</p>

Aineen hajoamiseen voivat johtaa myös ympäristön hapetus- tai pelkistyspotentiaalissa tapahtuvat muutokset, kuten molekulaarisen hapen tai muiden reaktiivisten aineiden pitoisuuksien muutokset.

Aineen kulkeutuvuus

Kun kemikaali joutuu ympäristöön, se voi päätyä ilmaan, maaperään tai veteen. Aineen jakautuminen näiden kesken on riippuvainen aineen fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista. Kulkeutumisen kannalta tärkeitä muuttujia ovat aineen haihtuvuus, vesiliukoisuus, rasvahakuisuus ja kiinnittyvyys maa-ainekseen tai sedimenttiin.

Haihtuminen Kaasut ja helposti haihtuvat aineet päätyvät ilmaan, jossa ne voivat hajota fotolyytisesti. Mitä suurempi on aineen höyrynpaine, sitä todennäköisemmin se haihtuu ilmaan. Höyrynpaine on riippuvainen lämpötilasta. Aineen haihtumiseen vedestä vaikuttavat paitsi höyrynpaine, myös sen vesiliukoisuus. Mikäli aine on erittäin vesiliukoinen, se ei välttämättä haihdu, vaikka aineen höyrynpaine olisikin korkea.

Henryn lain vakio Vesistössä aine voi haihtua veden pinnasta, sekoittua veteen, painua pohjaan tai sitoutua sedimenttiin. Aineen taipumusta haihtua vesiliuksesta arvioidaan Henryn lain vakiolla (H), joka on aineen höyrynpaineen ja vesiliukoisuuden suhde. Myös erilaisten laskentamallien avulla voidaan arvioida aineelle vedestä haihtumisen puoliintumisaikoja. Liitteessä Ympäristöluokitukseen liittyviä raja-arvoja esitetään, miten aineen höyrynpainetta ja Henryn lain vakiota sovelletaan arvioitaessa käyttäytymistä ympäristössä.

Vesiliukoisuus Aineen vesiliukoisuudesta voidaan päätellä, kuinka aine kulkeutuu ja jakautuu ympäristössä. Ilmasta vesiliukoiset aineet voivat huuhtoutua sateen mukana maahan ja veteen. Helposti veteen liukenevat aineet eivät haihdu vedestä helposti. Ne eivät myöskään kiinnity maaperään tai vesistöjen sedimenttiin, vaan kulkeutuvat usein hyvin ja leviävät ympäristössä laajalle veden virtausten mukana sekä pohja- että pintavesiin.

Hyvin vesiliukoiset aineet kertyvät melko vähän eliöihin ja ne myös poistuvat eliöistä helposti. Ne ovat keskimääräistä helpommin biologisesti hajoavia. Liitteessä Ympäristöluokitukseen liittyviä raja-arvoja on kerrottu, miten kemikaalin vesiliukoisuutta arvioidaan ympäristön kannalta.

Kiinnittymistä maaperään: K_d ja K_{oc} Aineen kiinnittymistä maaperään tai sedimenttiin kuvaavat adsorptiokertoimet K_d (jakaantumiskerroin veden ja kiinteän aineksen välillä) ja K_{oc} (jakaantumiskerroin veden ja orgaanisen hiilen välillä). Näiden kertoimien avulla voidaan arvioida aineen kulkeutu-

mista maaperässä (liite 3). Hyvin kulkeutuvat aineet ohittavat nopeasti maaperän ohuen, biologisesti aktiivisen ja samalla hajottavan vyöhykkeen, ja voivat päätyä lopulta pohjaveteen. Myös veteen liukenemattomat aineet voivat kulkeutua pohjaveteen saakka. Jotkut aineet voivat muodostaa kiinteitä saostumia tai sitoutua voimakkaasti maa-ainekseen, mikä estää aineen kulkeutumisen.

Aineen kertyvyys eliöihin

Joillakin aineilla on taipumus kertyä eliöihin niin, että ainetta on eliöissä enemmän kuin ympäristössä. Aineet voivat kertyä eliöihin joko suoraan fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksiensa takia tai ravintoverkon välityksellä. Jos aine kertyy eliöihin, pienetkin pitoisuudet ympäristössä voivat ajan kuluessa johtaa myrkyvaikutuksiin eliöissä.

N-oktanoli/vesi-
jakautumis-
kerroin (P_{ow})

Kertymistaipumusta arvioidaan yleisimmin n-oktanoli/vesi-jakautumiskertoimen (P_{ow}) avulla. Sillä tarkoitetaan aineen pitoisuusjakautumaa oktanolin ja veden muodostamassa kaksifaasisessa seoksessa. Jakautumiskerroin kuvaa aineen rasvaliukoisuutta. Oktanolin poolisuus vastaa eläinrasvoja, joten jakautumiskerroin kuvaa melko hyvin aineen kertymistä vedestä eläimiin. Suuri kerroin viittaa myös siihen, että aine on helposti orgaaniseen ainekseen kiinnittyvä ja veteen niukkaliukoinen. Jos n-oktanoli/vesi-jakautumiskerroin P_{ow} on $\geq 1\ 000$ eli $\log P_{ow} \geq 3$, aine on mahdollisesti kertyvä.

BCF-arvo

Biologinen kertyvyys voidaan määrittää myös kokeellisesti esimerkiksi jollakin kalalajilla. Tällöin saadaan biologinen kertyvyystekijä eli BCF-arvo, joka on aineen pitoisuus testieläimessä suhteessa pitoisuuteen testiympäristössä. Aine on kertyvä, jos BCF-arvo on koko kalalle yli 100 (liite Ympäristöluokitukseen liittyviä raja-arvoja). Vaikka aine on rasvaliukoinen ($\log P_{ow} \geq 3$), saattaa sen kertyminen testieläimeen osoittautua vähäiseksi, jos eliön metabolia hajottaa aineen vesiliukoiseksi yhdisteiksi tai jos aineen molekyyli-koko on suuri, mikä estää aineen imeytymisen eliöön.

Aineen myrkyllisyys eliöille

Aineen myrkyllisyys on yksi keskeisimmistä ominaisuuksista sen ympäristövaikutusten kannalta. Myrkyllisyyttä arvioidaan erilaisilla kokeilla. Myrkyllisyyskokeet ryhmitellään kokeen kestoajan (akuutti, krooninen) tai vaikutuksen voimakkuuden (letaali, subletaali) ja vaikutustavan (organismien kuoleminen, kasvu, käyttäytyminen, elintoiminnot, lisääntyminen) mukaan.

Lyhytaikaisia, akuutin myrkyllisyyden kokeita käytetään ympäristölle vaarallisten aineiden luokitusperusteina. Käytetyimmät koe-eliöt vesiympäristössä ovat viherlevä, vesikirppu (*Daphnia*) ja kala (esimerkiksi seeprakala, rasvapäämutu tai kirjolohi).

Yleisimmin käytössä olevat kokeet ovat

- levän kasvun estyminen, EC_{50}^{13} tai IC_{50}^{14} (72 h): OECD:n testiohje 201
- välitön myrkyllisyys vesikirpulle, EC_{50} (24/48 h): OECD:n testiohje 202
- vaikutus vesikirpun lisääntymiseen, EC_{50} (14/21 d): OECD:n testiohje 202 ja 211
- välitön myrkyllisyys kalalle, LC_{50}^{15} (96 h): OECD:n testiohje 203
- pidennetty myrkyllisyyskoe kalalle, $NOEC^{16}$ ja kynnyspitoisuudet letaaliselle vaikutukselle sekä havaittavalle vaikutukselle (14 d): OECD:n testiohje 204.

Myös muille eliöryhmille, kuten mikrobeille, lieroille, hyönteisille ja linnuille, on olemassa erilaisia kokeita. Tuloksia näistä kokeista on saatavilla erityisesti torjunta-aineille ja biosideille. Aineen akuutteja myrkyllisyyskoetuloksia voidaan käyttää arvioitaessa aineen vaikutuksia eliöihin.

¹³ EC_{50} Pitoisuus, joka koeaikana aiheuttaa jonkin erikseen määritellyn myrkyvaikutuksen puolelle koe-eliöistä.

¹⁴ IC_{50} Pitoisuus, jossa puolella koe-eliöistä havaitaan jonkin seurattavan toiminnan estyminen (esimerkiksi levän kasvun estyminen).

¹⁵ LC_{50} Pitoisuus, joka koeajan kuluessa tappaa puolet koe-eliöistä.

¹⁶ $NOEC$ (no observed effect concentration) Suurin pitoisuus, jolla ei havaittu mitään tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia.

3.4 Ympäristölle vaarallisten kemikaalien luokitus

Monissa maissa alettiin 1970-luvulla kehittää luokitusjärjestelmää, jolla voitaisiin varoittaa ja informoida kemikaalien ympäristölle aiheuttamista vaaroista. Tämän työn tuloksena Euroopan yhteisössä hyväksyttiin vuonna 1991 pääosin pohjoismaiseen ehdotukseen perustuva vaarallisten kemikaalien luokitusta ja merkintöjä koskevan direktiivin (67/548/EEC) muutos, joka sisältää ympäristölle vaarallisten aineiden luokitusjärjestelmän. Voimassa olevat aineiden ympäristövaarallisuutta koskevat kriteerit ovat sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 807/2001 liitteessä 1, osassa 5.

Komission asiantuntijaryhmä on käynyt läpi vaarallisten aineiden luettelon ympäristövaikutusten kannalta, mikä on ollut haasteellinen tehtävä, sillä yhteisöjen lainsäädännön mukaan luettelossa esitettyä luokitusta eivät toiminnanharjoittajat saa muuttaa. Ryhmä on tehnyt luokitusehdotukset suurimmalle osalle luettelon noin 3 000 aineesta. Voimassa olevat luokitukset ovat sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 624/2001. Aineluettelon seuraava muutos (29. ATP) on julkaistu 29.4.2004 (OJ L152), korjattu versio 16.6.2004 (OJ L216). Muutokset tulee saattaa voimaan viimeistään 31.10.2005. Toiminnanharjoittajien velvollisuus on luokitella muut kuin vaarallisten aineiden luettelossa esiintyvät aineet.

Aineiden ympäristövaarallisuusluokitus perustuu kemikaalin akuuttiin myrkyllisyyteen vesieliöille (kalalle, vesikirpulle, levälle), nopeaan hajoavuuteen (ready biodegradability -testin tulokseen, BOD₅/COD-suhteeseen, muuhun näyttöön) ja kertymistai-pumukseen (Pow-arvoon tai BCF-arvoon). Näistä kolmesta muutujasta on laadittu erilaisia yhdistelmiä, joissa tiettyjen raja-arvojen ylittäminen tai alittaminen johtaa ympäristölle vaaralliseksi luokittelumiseen.

Perustiedot, jotka luokituksen tekemiseen tarvitaan, ovat

- akuutti myrkyllisyys kalalle
- akuutti myrkyllisyys vesikirpulle (Daphnia)
- akuutti myrkyllisyys levälle
- nopea biologinen hajoavuus
- rasvahakuisuus tai kertyvyys kalaan
- NOEC kalalle ja Daphnialle.

Hyödyllisiä tietoja ovat myöskin tiedot aineen vesiliukoisuudesta tai muista kuin edellä mainituista ekotoksisista vaikutuksista.

Kaikkiin ympäristölle vaarallisiksi luokiteltuihin kemikaaleihin (aineet ja seokset eli valmisteet) on merkittävä vaaraa osoittavat lausekkeet (R) ja turvallisuustoimenpiteitä osoittavat lausekkeet (S).

Osaan vaaralliseksi luokitelluista kemikaaleista on liitettävä myös erityinen varoitusmerkki N, joka esittää kuollutta kalaa ja puuta. Merkin yhteydessä tulee aina mainita varoitusmerkin nimi "ympäristölle vaarallinen, miljöfarlig".

Tarkempia tietoja aineiden ja valmisteiden ympäristövaarallisuusluokituksista, luokitukseen vaikuttavista raja-arvoista ja luokituksen perusteella tulevista R- ja S-lausekkeista sekä mahdollisesta N-varoitusmerkistä on saatavilla ympäristöhallinnon verkkosivuilta (www.ymparisto.fi > Yritykset ja yhteisöt > Kemikaaliasiat > Aineiden ja valmisteiden luokitus ja merkinnät > Ympäristölle vaarallisten kemikaalien luokitus).

Myrkyllisyyden arvioiminen luokitusta varten

Kemikaalien myrkyllisyyttä arvioidaan kolmella lyhytaikaisella vesieliöllä tehtävällä testillä. Neljän vuorokauden mittainen kalakoe ja vuorokauden tai kahden pituinen vesikirppukoe mittaavat aineiden tappavaa myrkyllisyyttä. Vesikirppukokeessa tosin muuttujana on vesikirppujen jääminen liikkumattomiksi koeastioiden pohjalle, koska ne ovat niin pieniä, että on vaikeaa havaita, ovatko ne todella kuolleita. Levätestissä mitataan viherleväbiomassan kasvun estymistä kolmen vuorokauden pituisen koeajan kuluessa. Jos levän kasvun vähenemisen voidaan osoittaa johtuvan vain testattavan aineen voimakkaasta väristä ja siten levien saaman valon vähenemisestä, ei levätestin tulosta pidä käyttää luokituksessa.

Luokituksessa käytetyt raja-arvot ilmenevät liitteestä 3. Luokituksessa käytetään pienintä testiohjeiden mukaan tehtyä $LC_{50}/EC_{50}/IC_{50}$ -arvoa. On kuitenkin hyvin tavallista, ettei kemikaalista ole tehty OECD:n tai EY:n testiohjeiden mukaisia myrkyllisyys kokeita, vaan löydetty tutkimustulokset on saatu jollakin muulla menetelmällä tehdyistä kokeista. Näitäkin tuloksia voidaan luokituksessa käyttää tietyin edellytyksin.

Muilla kuin virallisilla menetelmillä tehtyjen kokeiden tulokset voivat erota standardeista testattavan lajin, laimennusveden, mitattavan muuttujan tai testiajan suhteen. Näin ollen myös tulokset voivat vaihdella huomattavasti. Jos myrkyllisyystestien tulokset ovat keskenään samaa suuruusluokkaa tai osa niistä on selvästi alle luokitusrajan, on tilanne selkeä. Jos taas arvot ovat lähellä luokitusrajaa tai niiden hajonta on suuri, olisi toiminnanharjoittajan perusteltua teettää kemikaalista testaukset OECD:n tai EY:n testiohjeiden mukaisesti. Muussa tapauksessa on käytettävä pääsääntöisesti suurinta myrkyllisyyttä osoittavaa tulosta ellei ole perusteltua syytä poiketa tästä.

Myös testilajien suhteen voidaan jossakin määrin joustaa, jos standardin mukaista tulosta ei ole käytettävissä. Esimerkiksi myrkyllisyytenä kaloille voidaan käyttää jollakin muulla kuin kansainvälisissä standardeissa mainitulla kalalajilla saatuja tuloksia. Daphnia-vesikirppujen asemesta voidaan käyttää jotakin muuta äyriäislajia, jos parempia tuloksia ei ole saatavissa. Vastaavasti myös levätestituloksena voidaan käyttää jollakin muulla kuin standardeissa mainituilla mikrolevillä tehtyjen kokeiden tuloksia.

Hajoavuuden, kertyvyyden ja otsonikerrokselle vaarallisten aineiden arvioiminen luokitusta varten

Biologisen hajoavuuden arvioimiseen voidaan käyttää monia eri OECD:n (301–304) tai EY:n testiohjeita. Luokituskriteereissä vaaditaan, että aine on biologisesti nopeasti (ready) hajoavaa. Luokituskriteereissä ei hyväksytä luontaisen (inherent) hajoamisen testejä. Lisäksi aine voidaan luokitella BOD₅/COD-suhteen avulla. BOD₅/COD-suhde kuitenkin antaa turvallisen aliarvion hajoamisnopeudesta, sillä se osoittaa aineen olevan biologisesti nopeasti hajoava huomattavasti harvemmin kuin ne ensiksi mainitut OECD-testit, joita luokituksessa pääsääntöisesti tulee käyttää.

Muita kuin myrkyllisyyttä koskevia ympäristöluokituksen raja-arvoja esitetään liitteessä 3.

Kriteerit antavat myös mahdollisuuden käyttää muuta tieteellisesti pätevää näyttöä, joka osoittaa, että aine voi hajota vesiympäristössä 28 vuorokaudessa yli 70 prosenttisesti. Kemikaalin täydellisen hajoamisen puoliintumisajan ($T_{1/2}$) tulisi tällöin olla lyhyempi kuin 16 vuorokautta. Biologista hajoavuutta mittaavien kokeiden lisäksi voidaan käyttää myös hydrolysoitumista mittaavien kokeiden tuloksia edellyttäen, että hydrolyysituotteiden haittamuus on osoitettu. EU:n luokitustyöryhmä on päättänyt, että orgaanisia kemikaaleja ei pidetä biologisesti nopeasti hajoavina ellei asiaa kokeellisesti ole osoitettu.

Kemikaalit voivat kertyä eliöihin suoraan esimerkiksi vedestä ihon ja kidusten kautta tai ravintoketjun välityksellä. Kemikaaleja luokiteltaessa tarkastellaan vain suoraa kertymistä kalaan eli kalan biologista kertyvyystekijää (BCF). Näitä esimerkiksi OECD:n testiohje 305:n mukaisia tuloksia on kuitenkin toistaiseksi löydetty vain melko harvoista kemikaaleista ja tästä syystä voidaan kertyvyyden osoittamiseen käyttää myös n-oktanoli/vesi-jakaantumiskerrointa (P_{ow}).

Aineet, jotka ominaisuuksiensa, kulkeutumisen ja käyttäytymisen perusteella voivat aiheuttaa vaaraa yläilmakehän otsoni-

kerrokselle, luokitellaan ympäristölle vaarallisiksi sekä merkitään varoitusmerkillä N ja lausekkeella R59. Otsonikerrokselle vaarallisiksi katsotaan aineet, jotka on lueteltu otsonikerrosta heikentävistä aineista annetun neuvoston asetuksen (EY 2037/00) liitteessä I ja sen muutoksissa.

Muiden ympäristövaikutusten arvioiminen luokitusta varten

Koska kemikaalien ympäristövaikutusten kattava arvioiminen on erittäin monimutkaista, ei tällaisten yksinkertaisten kriteereiden avulla voida kaikissa tapauksissa päätyä oikeaan lopputulokseen. Nykyiset kriteerit ovat lisäksi hyvin pelkistetyt, ja niitä tullaan todennäköisesti täydentämään, koska tiedot ja kokemukset lisääntyvät ja testimenetelmät kehittyvät. Osaksi näistä syistä kriteereihin on jätetty kaksi niin sanottua kaatokohtaa, joista toinen koskee vesiympäristöä ja toista sovelletaan muuhun ympäristöön. Näiden kohtien käyttöä ei ole millään tavalla ohjeistettu, joten ne mahdollistavat vapaan harkinnan käyttämisen.



Olemassa olevan tiedon määrä kasvaa jatkuvasti. Laadukkaan ja luotettavan tiedon tunnistaminen on yhä työläämpää. Runsas tietomäärä johtaa siihen, että haluttua tietoa on vaikeampi löytää ja kadonneen tiedon etsintään käytetään paljon aikaa.

Tiedon tuottaminen, käsittely ja jakaminen ovat tietoyhteiskunnan perustehtäviä. Tiedosta on tullut yhä tärkeämpi raaka-aine ja resurssi. Sen jakamiseen käytetään sekä intranetia että Internetiä. Organisaation tavoite, toiminta, arvot ja ilmapiiri ovat muuttuneet tiedonhankintaa ja jatkuvaa uudistumista rohkaiseviksi. Tiedon jakaminen koko organisaation laajuisesti on yhä helpompaa. Organisaation sisäiseen intranet-verkkoon voidaan laittaa organisaatiossa tarvittavat keskeiset tietoaineistot kuten tietokantoja, julkaisuja, hyvän käytännön tapausselostuksia, sekä yhteyksiä ulkoisiin kaupallisiin ja ei-kaupallisiin tiedonlähteisiin. Esimerkiksi käyttöturvallisuustiedotteet voivat olla verkon kautta käytettävissä.

Tietolähteen valintaan ja käyttöön vaikuttavat työntekijöiden asiantuntemus, käytettävissä oleva aika, saatavilla olevat lähteet, lähteen käytön osaaminen ja kustannukset, ja mahdollisuus käyttää vaikkapa Internetiä. Tiedonlähteen kieli ratkaisee usein käytön tai käyttämättä jättämisen, vaikka lähde sisältäisikin tarpeen kannalta oleellista asiaa. Jos lähteestä on saatavissa versio tutulla kielellä, auttavat automaattisesti luotavat Internetin käännösversiot jonkin verran lähteen käyttöönottoa. Lähteen iällä on myös merkitystä: on alueita, joilla asiat vanhenevat nopeasti.

Äkillisissä tiedontarpeissa turvaudutaan yhä ensisijaisesti asiantuntijoihin ja asiantuntijalaitoksiin, mutta myös Internetiin tai intranetiin. Mitä enemmän kysymysten selvittämiseen on aikaa, sitä tehokkaammin pystytään käyttämään erilaisia tietolähteitä ja varmistamaan tiedon luotettavuus.

4.1 Kemikaalitiedon tarjonta

Kemikaalitiedon käyttäjille tarjotaan ennestään tunnettua tietoa uusien välineiden kautta ja ajan tasalle saatettuna. Painetun aineiston lisäksi on käytettävissä monenlaisia sähköisiä tietolähteitä. Niitä voi käyttää paikallisesti, Internetin ja muiden verkkojen kautta.

Nopeasti muuttuvia tietoja välitetään sähköisesti, koska se on paras tapa ajantasaisen tiedon saataville asettamisessa.

Joistakin aiheista tietoa on liikaa, mutta on myös aiheita, joista tietoa ei ole olemassa. Samaa tai lähes samaa aineistoa asetetaan saataville monessa eri muodossa. Sähköisessä lehtiartikkelissa voi olla enemmän yksityiskohtaista tietoa, kuten taulukoita ja kuvia, kuin vastaavassa painetussa julkaisussa. Sähköisenä ilmestyvä julkaisu voi olla myös viimeistellympi kuin painettu julkaisu, koska sähköisen julkaisun virheellisenä ilmestynyt tieto voidaan oikaista painettua julkaisua kätevämmiin.

Käyttäjälle monimuotoinen ja liiallinen tiedon tarjonta aiheuttaa suuria ongelmia. Seurauksena on lisääntynyt tarve arvioida lähteitä. Erityisesti on tarvetta selvittää sähköisten lähteiden luotettavuutta, ajantasaisuutta, kirjoittajan tietoja, objektiivisuutta ja kattavuutta sekä tietoa välittävän organisaation luotettavuutta.

Vaikka tieto olisikin jossain olemassa, ei ole itsestään selvää, että se on käytettävissä. Tiedon käyttöä voidaan rajoittaa eri syistä johtuen ja jopa opinnäytetöitä voidaan julistaa salaisiksi. Kemiallista aineistoa koskevaa tietoa on suojattu Suomessa kaupalliseen kilpailuun vedoten. Yleensä ei julkaista tutkimustuloksia, joissa ei ole kyetty osoittamaan kemiallisesta aineesta olevan haittaa.

4.2 Miten luen toksikologista kirjallisuutta

Toksikologisten kokeiden tulokset voivat olla näennäisesti ristiriitaisia, koska biologisiin muuttujiin sisältyy väistämättä huomattavaa vaihtelua. Esimerkiksi eri kokeissa todetut annokset, jotka tappavat puolet koe-eläimistä (LD_{50}), voivat vaihdella ainakin 50 % keskimääräisen tuloksen molemmin puolin. Tämä johtuu siitä, että kemikaalin aiheuttama myrkyllinen vaikutus riippuu aineen lisäksi muun muassa eläinlajista, eläinkannasta, iästä, sukupuolesta, ravitsemustilasta, ympäristöoloista ja eläinten kantamista mikrobeista.

Monien näennäisten ristiriitaisuuksien juuret ovat teknisissä painovirheissä, toisen tutkijan tekstin väärin ymmärtämisessä ja virheellisessä lainaamisessa. Ei ole tavatonta, että virheelliset lainaukset kiertävät laajasti maailmankirjallisuudessa kenenkään tarkistamatta tiedon oikeellisuutta alkuperäislähteestä. Tässä luvussa kerrotaan, kuinka pitää varautua tiedossa mahdollisesti piilevään virheeseen.

Kuinka käytän toksikologisia lähdeaineistoja?

Kun perehtyy toksikologisen ongelman ratkaisemista varten hankittuun tietoaaineistoon, kannattaa arvioida, kuinka laadukas tieto todennäköisesti on. Seuraavilla kriteereillä voi välttää joitakin tyyppisiä "sudenkuoppia".

Tiedonhaun täytyy olla riittävän perusteellinen, jotta olemassa oleva, vanhempikin, merkittävä kirjallisuus saadaan käyttöön. Löydettyihin tietoihin täytyy suhtautua kriittisesti. Ristiriitaiset tiedot pitäisi selvittää alkuperäislähteistä. Riippumattomista lähteistä saadut, toisiaan tukevat tiedot viittaavat luotettavaan informaatioon.

Toksisuustutkimusten laatukriteereitä ovat OECD:n (ja vastaavien EY:n) testiohjeiden mukaisten tutkimusten käyttäminen ja GLP-laadunvarmistus. Kannattaa kuitenkin muistaa, että uutta luova, tieteellinen toksikologinen tutkimus käyttää mielikuvitusta ja innovatiivisia lähestymistapoja; se ei ole kahlittu rutiinistestihin. Avoin mieli on hyvä säilyttää tiedon arvioimisessakin!

Yksittäinen kemikaalin haittaominaisuus, kuten ärsyttävyys tai herkistävyys; on tunnistettavissa helposti, jos se on asianmukaisesti tutkittu. Haitallisuuden kokonaiskuva on sen sijaan kuin palapeli, jossa tavallisesti on paljon aukkoja. Terveysvaaroja koskevien johtopäätösten tekeminen on sitä vaativampi haaste toksikologian asiantuntijoille, mitä kriittisempiä kuvan osia aukot koskevat. Samalla kannattaa muistaa, että toksikologiset ominaisuudet ovat pääasiassa yhdistekohtaisia. Päättelyminen muista "samanlaisista" aineista voi johtaa vaarallisiin virhearviointeihin

Kehen voi luottaa?

Eriparisten ja virheellisten tietojen syitä voivat olla muun muassa vanhanaikainen ja virheeltis analytiikka, tutkimuksessa käytetty epäpuhdas kemikaali ja joissakin tapauksissa jopa tutkimustulosten väärentäminen. Yhdysvalloissa 1970-luvulla ilmenneet väärennökset johtivat toksikologisen laboratorion laaduntarkkailumenetelmien ja laatujärjestelmien (Good Laboratory Practice, GLP) kehittämiseen.

Nimekkäissä tieteellisissä sarjoissa julkaistu tieto on läpäissyt ulkopuolisten asiantuntijoiden tarkastuksen ja kritiikin. Tarkastusprosessi ei ole erehtymätön mutta takaa sen, että enin osa tieteellisesti epäluotettavista tuloksista jää ainakin näissä lehdissä julkaisematta.

Kirjojen artikkelit eivät yleensä ole toisten tutkijoiden tarkastamia. Artikkelien tekijät ovat monessa tapauksessa alansa auktoriteetteja ja vastaavat nimellään tietojen oikeellisuudesta. "Harmaa"

julkaisematon aineisto, kuten teollisuuden, viranomaisten ja tutkimuslaitosten sisäiseen tai rajoitettuun käyttöön tarkoitetut muistiot, voivat laadultaan olla millaisia vain.

Kemikaalien rutiininomaisen laboratoriotestauksen laatua varmentavat validoitujen testimenetelmien käyttäminen (OECD:n testiohjeet kemikaaleille) ja laatujärjestelmät (OECD:n GLP-ohjeet). Tutkimuslaboratoriot ovat omaksuneet nämä periaatteet toimintaansa, mikä on parantanut tulosten luotettavuutta ja helpottanut kemikaalien ominaisuuksien arviointia.

Kaikkia kemikaalin ominaisuuksista saatuja tietoja täytyy kuitenkin tarkastella ennakkoluulottomasti. Vaikka helposti kuvitellaan, että vain viime vuosien tutkimusraportit ovat menetelmällisesti päteviä ja riittävän laadukkaita, on harkitsematonta jättää vanhat, mahdollisesti ainutkertaiset havainnot hyödyntämättä. Esimerkiksi 1930-, 1940- ja 1950-luvuilla tutkittiin Saksassa ja Yhdysvalloissa eläinkokeilla monien teollisuuskemikaalien äkillistä myrkyllisyyttä ja tunnistettiin toistuvan annostelun kokeilla myrkyllisyyden kohde-elimii. Perehtymällä myös vanhaan tietoon saadaan uusien eläinkokeiden tarve mahdollisimman vähäiseksi.

Mistä aineesta on kysymys?

Aineesta voidaan käyttää lukijaa hämääviä synonyyminiimiä. Parasta on tarkistaa aineen identiteetti CAS-numeron (Chemical Abstracts Service Number) avulla. CAS-numeroa on syytä käyttää myös tiedonhaussa.

Teollisuuskemikaalit ovat monesti epäpuhtaita, kun taas vaarominaisuuksien tutkimukset tehdään tavallisesti hyvin puhtailla aineilla. Joskus epäpuhtautena esiintyvä aine on niin myrkyllinen, että se dominoi tutkimustuloksia. Tämän vuoksi puhdasta ainetta käytävässä tutkimuksessa voidaan saada erilaisia tuloksia.

Alkuaineen eri yhdisteillä on tavallisesti erilaisia toksikoki-neettisiä ja toksikologisia ominaisuuksia. Vain juuri tiettyä yhdistettä koskeva tieto on lähtökohtana käyttökelpoista. Kemiallisia sukulaisaineita koskevista tiedoista voidaan tehdä tärkeitä päätelmiä, mutta tämä vaatii erityistä asiantuntemusta. Eräissä kemikaalien faktatietokannoissa annetaan sekaisin informaatiota erityisestä yhdisteestä ja "yleisiä" tietoja alkuaineen tai aineryhmän muiden yhdisteiden ominaisuuksista. Lukijan on oltava tarkkana, että poimii ja käyttää hyväksi vain spesifistä yhdistettä koskevaa informaatiota (ks. myös luku Toksikologian perusteita).

Onko koe oikein tehty?

Toksikologisen kirjallisuuden lukijan on muodostettava käsitys kuvatussa kokeessa käytetyistä annostuksesta ja elimistöön imeytyneistä annoksista. Hänen on pohdittava myös aineen antotavan ja kokeen kestoajan vaikutusta kokeen antamiin tuloksiin. Aine voidaan sekoittaa eläinten rehuun tai juomaveteen, antaa suoraan mahalaukuun, levittää iholle tai antaa hengitysilman kautta. Annokset voidaan ilmoittaa monin tavoin: ppm eli miljoonasosa (massa/massa) eli milligramma ainetta kilossa ravintoa ja juomavettä, ppm (tilavuus/tilavuus) eli kuutiometri (millilitra) ainetta kuutiometrissä hengitysilmaa, tai milligramma ainetta eläimen painokiloa kohti vuorokaudessa.

Eri kokeiden annosten vertaileminen keskenään on mahdollista, jos annos ilmoitetaan ainemääränä eläimen painokiloa kohden vuorokaudessa tai se on laskettavissa tai arvioitavissa. Jos taas pyritään arvioimaan, mitkä ovat toksisen vaikutuksen kannalta ekvivalenteja annoksia eri eläinlajeille, tulisi ottaa huomioon, että eläimen koon pienessä metaboli nopeus kasvaa. Sen ansiosta jyrkät tavallisesti sietävät suurempia annoksia painokiloa kohden päivässä kuin suuret nisäkkäät. Jos aine kuitenkin annetaan hengitysilman kautta, rehussa tai juomavedessä, sama aineen pitoisuus johtaa eläinlajista riippumatta ekvivalentteihin annoksiin, koska eläimet hengittävät, syövät tai juovat suhteessa aineenvaihduntansa nopeuteen.

Koeselostuksen lukijan on tärkeää arvioida myös seuraavia asioita: Perustuuko annos kemialliseen määrittelyyn vai onko se vain arvioitu? Onko otettu huomioon aineen häviäminen höyrystymällä ilmaan tai kemiallinen hajoaminen rehussa? Onko aineen imeytymisosa mahasuolikanavasta, hengityselimistä tai iholta tiedossa? Onko aineen antotapa merkityksellinen ihmisen altistumiselle?

Myrkylliset vaikutukset voivat toisinaan riippua merkittävästi imeytymisestä ja -nopeudesta (ks. myös luvussa 3.1 Aineiden lukeutuminen elimistössä eli toksikokinetiikka). Imeytyminen mahasuolikanavasta voi vaikuttaa jopa laadullisesti toisella tavalla kuin imeytyminen keuhkoista ja iholta. Työympäristössä hengitysteiden, ihon ja ruoansulatuskanavan kautta tapahtuvan altistumisen tärkeysjärjestys riippuu aineesta ja olosuhteista, mutta usein ne ovat kaikki käytännössä merkittäviä. Mitkä ovat annosten suuruusluokan ja kokeen kestoajan rajaamat tutkimuksen tavoitteet: kuvaako koe esimerkiksi suuren annoksen äkillistä myrkyllisyyttä tai pienen toistuvasti annetun annoksen pitkäaikaista myrkyllisyyttä? Onko kokeen kesto aika ylipäänsä ollut riittävän pitkä, jos halutaan tutkia kroonisen vaikutuksen ilmenemistä?

Aineen myrkyllisen vaikutuksen luonnehtiminen edellyttää tietoja annos-vaikutussuhteesta ja annos-vastesuhteesta. Edellä mainittujen suhteiden perusteella kokeessa havaittu vaikutus voidaan tunnistaa aineen aiheuttamaksi, eikä jostain muusta tekijästä tai sattumasta johtuvaksi. Näin ollen annoksen kasvaessa aineen todellisenä vaikutuksena ilmenevä biokemiallinen häiriö tai soluvaurio voimistuu tai yhä suurempi osa eläimistä saa esimerkiksi aineen aiheuttaman kasvaimen.

Toisaalta toksisella vaikutuksella on tavallisesti annoskynnys, ja tietyn annostason alapuolella myrkyllistä vaikutusta ei synny; tämä raja on tärkeä määrittellä. Näistä syistä kokeissa täytyy olla erilaisia annostasoja (yleensä kolme) sekä vertailun vuoksi altistamattomien eläinten ryhmä. Koe-eläinmäärän on oltava riittävän suuri (yleensä 20 eläintä per annostaso ja sukupuoli), jotta suhteellisen lievät tai harvinaisemmat vaikutukset voidaan todentaa.

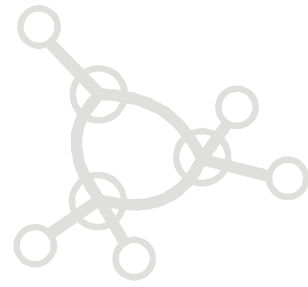
Satunnainen vai merkityksellinen ero?

Ryhmien välisten yksittäisten havaintojen ja annos-vastekuvaajan tilastolliseen analyysiin perustuu arviointi siitä, johtuuko altistettujen ja altistamattomien eläinten välillä todettu ero todennäköisesti tutkittavasta aineesta tai puhtaasta sattumasta. Perinteisessä tarkastelussa otetaan huomioon vain löydökset, joiden tilastollinen todennäköisyys esiintyä sattumalta on pienempi kuin 5 %. Jos toksikologisessa tutkimuksessa mitataan hyvin suurta joukkoa muuttujia, saadaan helposti yksin sattuman määräämänä merkitseviä eroja, kun merkitsevyytasoksi asetetaan 5 %. (Tällöin olisi perusteltua käyttää merkitsevyytasona yhtä prosenttia.)

Satunnaiset merkitsevyydet eivät kuitenkaan seuraa annos-vastesuhdetta, eivätkä ne usean tutkimuksen aineistossa muodosta yhtenäistä kuvaa vaikutuksesta. Näin ne voidaan tunnistaa biologisesti merkityksettömiksi. Kääntäen: pienissä eläinryhmissä todettu muutos voi olla biologisesti merkityksellinen, vaikka se ei olisi tilastollisesti merkitsevä. Löydös pitäisi varmentaa uudessa kokeessa, jossa ryhmäkoko on riittävä. Mahdollisuus todeta heikkoja vaikutuksia eläinkokeissa riippuu ratkaisevasti eläinten lukumäärästä annosryhmässä. Pienet ryhmien väliset erot muuttujissa voidaan näet tilastollisesti varmentaa vasta kun ryhmäkoko on verraten suuri (esimerkiksi 20–50 eläintä).

Toksikologisen raportin lukijaa askarruttaa usein kysymys siitä, mikä merkitys kokeessa todetulla vaikutuksella on käytännön vaarojen, viime kädessä ihmisen terveyden kannalta. Kysymys on monisyinen. Erityisiä arvioinnin ongelmia liittyy hyvin keinotekoisissa olosuhteissa tehtyihin *in vitro* -kokeisiin. Aineen koeputki-

oloissa aiheuttamat biokemialliset häiriöt soluelimissä eli organelleissa ovat ainakin näennäisesti hyvin kaukana tilanteesta, jossa koko eliö altistuu luonnollisella tavalla. Kuitenkin koeputkessa voidaan parhaiten selvittää vaikutustapaa ja -mekanismia, joka saattaa olla yhteinen eri nisäkäslajien tietyille tai jopa kaikille solutyypeille ja on siten pätevä myös ihmiselle. Toksisen vaikutuksen edellytyksenä on kuitenkin, että aine todella pääsee aktiivisessa muodossa vaikutuspaikkaansa. Toteutuuko se luonnollisen altistumisen yhteydessä, jää osoitettavaksi luonnollista altistumista jäljittelevien eläinkokeiden avulla.



Kemikaalitietojen saanti on niiden loppukäyttäjän näkökulmasta helpottunut merkittävästi. Mikrotietokoneet ovat yleistyneet, niihin on kehitetty helpot graafiset käyttöjärjestelmät ja tietokoneilta on yhä useammin pääsy Internetiin. Internetin kehitys tutkimuslaitosten verkosta yleiseksi verkoksi on osaltaan tuonut tiedon suuren yleisön saataville. Tätä prosessia vauhditti graafisten selaimien kehittäminen *World Wide Webiä* varten. Pikkuhiljaa alkoi myös ilmestyä maksutta käytettäviä tietokantoja.

Tiedon tarvitsija joutuu useissa tapauksissa äkillisiin, arvaamattomiin tilanteisiin, jolloin tieto on saatava niin pian kuin mahdollista. Kiireessä voidaan joutua turvautumaan hyvinkin suppeaan, nopeaan tiedonhakuun. Toisissa tapauksissa taas tarvitaan perusteellisuutta.

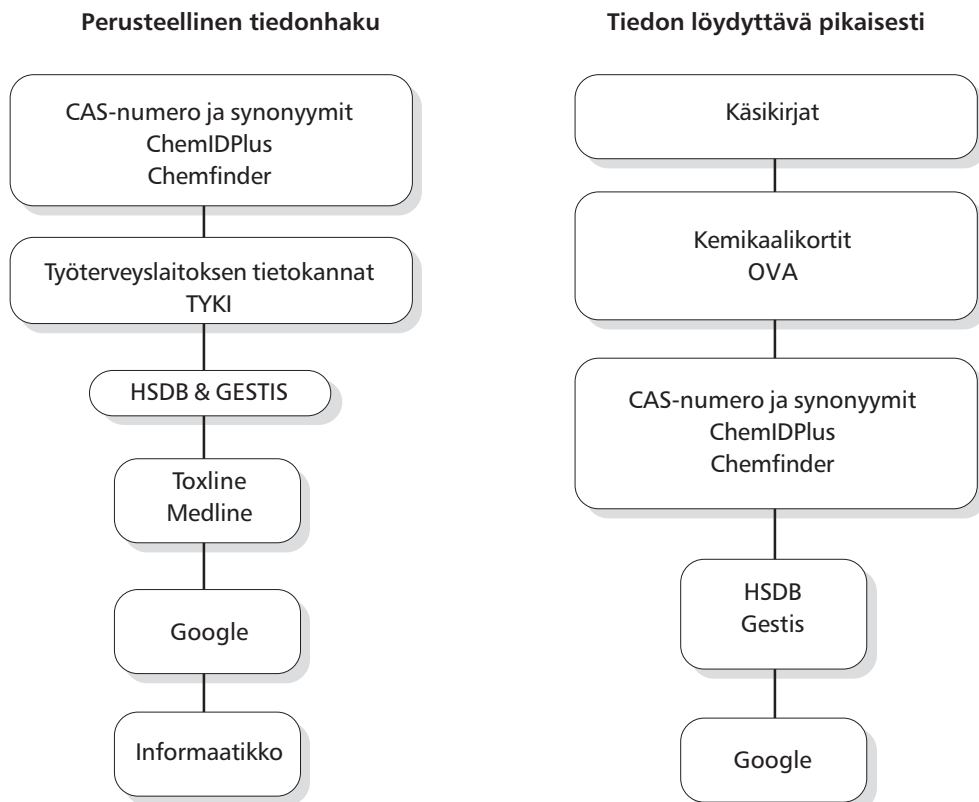
Tämän luvun tarkoituksena on esittää, miten toksikologian asiantuntija voi toimia tietojen saamiseksi. Tässä on esitetty yksi monista mahdollisista työtavoista. Työtavassa ovat maksuttomat Internet-tietokannat korostetusti mukana. On syytä muistaa, että perusteiltaan tiedonhaun vaiheet pysyvät samoina vaikka luvussa esitetyt linkit muuttuvat.

5.1 Tiedonhaun työvuo

Joskus on tärkeää, että aineesta löytyy kaikki mahdollinen tieto. Toisinaan taas tieto, vähäinenkin, pitää löytyä heti. Vahingon sattuttua vaurion välttäminen voi olla minuuteista kiinni. Kuvassa 5 on esitetty kaksi polkua, toinen niille, jotka haluavat löytää paljon, toinen niille, joilla on kiire. Asiantuntijan apu on tarpeen molemmissa tiedonhakupapauksissa.

Tässä kirjassa annetaan lopuksi paljon yksityiskohtaisia ohjeita, nimiä ja osoitteita, mistä voi hakea tietoa. Ennen kuin siirrymme niihin, esittelemme erityyppisiä tiedonlähteitä. Jotain ainetta koskevan kysymyksen ratkaisemiseksi etsijän kannattaa hakea tietoa ainakin seuraavista lähteistä:

- henkilöverkot
- käsikirjat
- Internet
- yleiset hakukoneet
- Työterveyslaitos
- kemikaalikortit
- Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet (OVA) -tiedosto
- asiatietokannat
- kirjastojen informaattikot.



Kuva 6. Tiedonhaun työväu.

Henkilöverkot. Työtoveri, tuttava tai joku muu henkilö on voinut jo aikaisemmin tutustua tiedonhaussa kyseessä olevaan ongelmaan. Hankittua tietämystä ei kannata jättää käyttämättä.

Käsikirjat ovat usein käyttökelpoisia mutta kalliita. Niiden tarjoama tieto on moniin tarpeisiin liian suppeaa, mutta vaativaankin tiedonhakuun ne ovat hyviä lähtökohtia. Käsikirjan tietoihin pitää suhtautua kriittisesti, koska yleensä kyse on toisen käden tiedoista, joita ei ole välttämättä tarkistettu riittävästi.

Internetissä on paljon kemikaalitietoa. Monet viranomaiset, tutkimuslaitokset ja muut kemikaaliturvallisuuteen liittyvät laitokset laittavat dokumenttejaan Internetistä haettaviksi.

Internetin kautta pääsee myös tutustumaan erilaisiin tietokantoihin. Tässä esimerkkinä muutama hyväksi havaittu linkki:

- OSHA (Occupational Health and Safety Administration, USA) (www.osha.gov)
- HSE (Health and Safety Executive, Iso Britannia) (www.hse.gov.uk)
- EPA (Environmental Protection Agency, USA) (www.epa.gov)
- ASS (Arbetarskyddsstyrelsen, Ruotsi) (www.av.se)
Arbetsmiljöverket, Ruotsi (www.av.se)
- Arbetslivsinstitutet, Ruotsi (www.arbetslivsinstitutet.se)
- Kemi (Kemikalieinspektionen, Ruotsi) (www.kemi.se)
- BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit, Saksa) (www.hvbg.de/e/bia/).

Työterveyslaitoksen kotisivulla (www.ttl.fi) on linkki kemikaaliturvallisuussivulle, josta löytyy yhteyksiä eri tiedonlähteisiin ja hyvä linkkiluettelo. Työterveyslaitoksen tietopalvelukeskuksen kokoelmiin pääsee tutustumaan Internetin kautta (www1.ttl.fi). Helppokäyttöisten hakulomakkeiden avulla voi selvittää, löytyykö kokoelmista materiaalia kiinnostuksen kohteena olevasta kemiallisesta altisteesta. Halukkaat voivat tilata löytynyttä materiaalia postitse tai faksilla maksua vastaan.

Hakukoneilla voi etsiä myös kemikaaliturvallisuuteen liittyvää tietoa, kun tarkkaa osoitetta ei ole tiedossa. Kirjastot.fi (www.kirjastot.fi/) on kaikille avoin tiedonhaun ja kirjastopalveluiden kokonaisuus. Se opastaa Internetin tunnetuimpien hakupalveluiden käytössä suomen ja ruotsin kielellä.

Haittapuolena yleisissä hakuohjelmissa ja aiheenmukaisesti ryhmitellyissä, toimitetuissa hakemistoissa on se, ettei tieto ole yleensä kulkenut kovinkaan vaativan laaduntarkkailun läpi. On tarpeen ja tärkeää tarkistaa tietojen toimittajan luotettavuus.

Toinen ongelma on runsaudenpula. Hausta saatetaan saada liian suuri sekalaisten tietueiden määrä, josta sopivien tietojen poimiminen tuntuu työläältä. Tiedonhaku onnistuu sitä paremmin, mitä paremmin tiedonhakija on paneutunut kunkin yksittäisen hakupalvelun ominaisuuksiin. Altavista-hakukoneen käytöstä tehty selvitys osoitti, että vain harva osasi käyttää tiedonhaussa yhtä tai useampaa Boolean operaattoria tai tutustui useampaan kuin kymmeneen ensimmäiseen hakutulokseen.

Lukuisista osumista huolimatta hakukoneet eivät löydä kaikkia Internetin sivuja. Yleisten hakurobottien ja agenttien nuuskimistaidot ulottuvat vain harvoin tietokantojen yksittäisiin tietueisiin asti, ja vain harva hakukone pystyy indeksoimaan PDF-muotoisia tekstejä. Erikoistuneimpien hakupalvelujen ja aihehakemistojen käyttö tuottaa yleensä paremman tuloksen.

Toimitetut aihesivustot, joihin on koottu keskeiset ja arvioidut tiedonlähteet, auttavat Internet-kaaoksen hallinnassa. Lisäksi kannattaa hyödyntää olemassa olevia tiedonlähdejulkaisuja ja yksittäisiä linkkikokoelmia. Monet asiantuntijaorganisaatiot välittävät hyödyllistä tietoa sivustoillaan (www.ttl.fi/tpk/kemio.htm).

Tätä kirjoitettaessa hakukoneista tunnetuin on Google (www.google.fi). Google on hyvin nopea, ja sen avulla saa tietoja myös PDF-tiedostoista. Googlen lisäksi kiinnostavia ja kokeilemisen arvoisia ovat AskJeeves (www.ask.com), Yahoo (www.yahoo.com) ja A9 (www.a9.com), jotka ovat maksuttomia. Hakutulosten suhteen on oltava varovainen, mutta jos tiedontuottajaan voi luottaa, tällaiset hakukoneet monessa tapauksessa antavat arvokkaita linkkejä eri instituutioiden tiedotteisiin, raportteihin ja muihin julkaisuihin, joita muuten olisi hyvin vaikea löytää.

Hakukoneet kehittyvät koko ajan. Uusia erilaisiin hakulogiikkoihin perustuvia ratkaisuja tulee markkinoille koko ajan (maksullisikin on toki olemassa). Kannattaa seurata tarjontaa!

Kansainvälisissä *kemikaalikorteissa* (www.ttl.fi/kemikaalikortit) on tiivistetyssä muodossa kemikaaliturvallisuustietoutta, ja tällä hetkellä niitä on suomenkielisinä yli 1 300 aineelle. Sama valikoima löytyy englanninkielisinä kortteina (www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/). Lisätietojen hankkimisen kannalta kortit ovat käyttökelpoisia, koska niistä löytyvät helposti muun muassa CAS-numerot.

Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet (OVA) -ohjeet (www.ttl.fi/OVA) on laadittu 84 Suomessa tärkeästä teollisuuskemikaalista. Ohjeita tullaan laatimaan lisää. Ohjeet on tarkoitettu kemikaaliturvallisuuden tiedonlähteiksi pelastuslaitoksille, ympäristönsuojeluviranomaisille, työterveyshenkilöstölle ja kaikille kemikaalien vaaroista kiinnostuneille.

Asiatietokannat ovat näppäriä, kun tarvitaan pikaisesti valmiiksi koottua tietoa. Yhdysvaltalainen National Library of Medicine (www.nlm.nih.gov) on tärkein tällaisia tietokantoja ylläpitävä laitos ja myös uranuurtaja erilaisten maksuttomien tietokantojen tarjoajana. TOXNET (toxnet.nlm.nih.gov) pitää sisällään useita tietokantoja (esim. ChemIDplus).

Näistä tärkein asiatietokanta on HSDB (Hazardous Substances Databank), josta on helppo hakea etenkin CAS-numerolla. Käytettävissä on laajahko dokumentti aineen terveysvaaroista, ympäristövaaroista, ensiavusta ja suojeluvälineistä. Useat HSDB:n referoimat tiedot on otettu käsikirjoista ennemminkin kuin alkupe- räislähteistä. Teksti voi koskea aineryhmää, ei kuitenkaan aina haettua spesifistä yhdistettä, joten tietoihin on suhtauduttava kriitti-

sesti. TOXNET tarjoaa yhteyksiä myös erityisalojen toksikologisiin tietokantoihin.

BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit, Saksa) pitää yllä saksankielistä – ja osittain englanninkielistä – GESTIS-ainetietokantaa (www.hvbg.de/bgia/gestis-database), jossa on tietoja noin 7 000 aineesta. Tiedot ovat tiiviimmässä muodossa kuin HSDB:ssä, mutta ne ovat läpikäyneet tarkemman kontrollin.

Kemiska ämnen (Chemical Sustances) on ruotsalainen tietokanta, josta on myös englanninkielinen versio. Tietokanta löytyy osoitteesta (www.prevent.se/tema/).

Tietokanta kertoo kemikaalien ominaisuuksia koskevien tietojen lisäksi lyhyesti myös suojautumisesta ja kemikaalien käsittelystä. Tietokannassa on myös aineeseen liittyvä Ruotsin ja EY:n lainsäädäntö. Tietokannassa on noin 21 000 ainetta. Käyttö on maksullista, ei kuitenkaan kovin kallista – hintatiedot ja demo löytyvät edellä mainitusta osoitteesta.

CAS-numero (CAS = Chemical Abstracts Service) helpottaa kemikaalitietojen hakua paljon. CAS pitää yllä rekisteriä, johon kootaan aineiden kemiallisia yksilöintejä. Jokaiselle annetaan rekisterinimi ja -numero. Rekisterinumeron selvittäminen on yleensä viisain tapa aloittaa tiedonhaku. Numeron voi löytää esimerkiksi Chemfinder- ja ChemIDplus-tietokannoista, jotka löytyvät osoitteista www.chemfinder.com ja chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/. Tietokannat auttavat myös löytämään synonyymejä, joista on usein apua tiedonhaussa. Samoin niistä saa tietoja muun muassa aineen rakennekaavoista ja fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista.

Koska ChemIDplus muodostaa haun yhteydessä ainetta koskevat hakulinkit useisiin muihin Toxnet-tietokantoihin, joidenkin mielestä se on helpoin tapa aloittaa hakuprosessi. Haut ovat kuitenkin rajoittamattomia, joten esimerkiksi ChemIDplus-hakusana toluene toi Toxline-tietokannasta lähes 9 000 viitettä.

Eri instituutioiden valmistelemat dokumentaatiot auttavat, kun asiantietokannat eivät riitä. Tutkijat, kemikaaliriskien arvioijat ja muut asiantuntijat tarvitsevat asiantietokantoja luotettavimpia lähteitä. Varsinkin tuoreet dokumentit helpottavat aiheeseen tutustumisen aloittamista.

Instituutioiden valmistamat dokumentaatiot ovat läpikäyneet usein hyvinkin laajan ja perusteellisen asiantuntijatarkastuksen. Toisaalta ei ole mitenkään harvinaista, että näissäkin alkuperäislähteitä on tulkittu väärin.

Viitetietokannat ovat hyväksi havaittu keino syvällisen tiedonhaun alkuvaiheessa. Niistä kannattaa hakea äskettäin aiheesta

ilmestynyt katsausartikkeli. Hyviä viitetietokantoja ovat esimerkiksi PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=PubMed) ja jo mainittu Toxline (toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?TOXLINE). Viitetietokantaan tutustumisen jälkeen ovatkin vuorossa yksityiskohtaiset haut näistä tietokannoista. Hakuohjelmistojen kohdalla on syytä muistaa, että varttitunnin uhraaminen käyttöohjeisiin tuottaa tuon ajan moninkertaisesti takaisin tehokkaana työaikana. Haut tietokannoista (mm. PubMed) voi usein tehdä Internetissä myös omia kirjallisuusviiteluetteloita ylläpitävillä ohjelmistoilla. Näillä on se etu, että viitteet saadaan suoraan omaan tietokantaan yhteenvetoinen ilman omia kirjoitusvirheitä.

Kirjastojen informaattikot auttavat, kun on kyse hyvin kattavasta ja luotettavasta tiedonhausta. Informaattikoilla on yhteyksiä erilaisiin maksullisiin tietokantoihin ja he osaavat etsiä tietoa tehokkaasti. Kannattaa kuitenkin yrittää etsiä tietoa myös itse. Oman hakuprosessin aikana tulee perehtyneeksi aineen ominaisuuksiin ja turvallisuusriskeihin melko kattavasti. Sen jälkeen on helpompi keskustella informaattikon kanssa haun syventämisestä. Kun itse hallitsee hakuprosessin, voi tietoa etsiä nopeasti ajasta ja paikasta riippumatta Internetistä.

5.2 Tietopalvelut ja kirjastot

Suomessa on laaja julkinen, kaikille avoin kirjasto- ja tietopalveluverkko, joka palvelee tiedon tarvitsijoita. Perustana ovat painetut ja elektroniset tietoaineistot sekä lähteiden ja tietopalvelujen asiantuntemus. Kirjastonhoitajan tehtävänkuvaan kuuluvat entistä kiinteämmin tiedontarvitsijan neuvonta, opetus ja käytön opastaminen. Palvelua saa myös verkon välityksellä.

Tiedon tarvitsijan ei välttämättä tarvitse mennä kirjastoon, vaan julkisten kirjastojen kokoelmatiedot ovat käytettävissä Internetin kautta. Kirjaston kokoelmatietokannasta voidaan saada tietoa kirjan saatavuudesta, nähdä, onko kirja lainassa ja milloin se vapautuu. Sähköinen kirja on jo tätä päivää, vaikka kovin monipuolisia valikoimia ei vielä ole saatavissa.

Toksikologisen tiedon hankinnassa kannattaa kääntyä tieteellisten erikoiskirjastojen puoleen. Työterveyslaitoksen Tietopalvelukeskus, Suomen ympäristökeskuksen kirjasto- ja tietopalvelu, Terveystieteiden keskuskirjasto, VTT:n tietopalvelu sekä muut lääketieteen ja luonnontieteiden kirjastot palvelevat käyttäjiä hankkimalla aineistoa, tekemällä tiedonhakuja ja asettamalla kokoelmansa, verkkojulkaisunsa sekä tietokantoja julkiseen käyttöön.

Myös virtuaalikirjasto, monen kirjaston yhteisverkko, tarjoaa mahdollisuuden tiedon hankintaan. Kirjastojen tiloissa saa käyttöönsä verkkolehtiä, joiden lukeminen voi olla asiakkaalle aineistoista riippuen ilmaista tai maksullista.

Kirjastoilla on tarve hankkia tiedontarvitsijan käyttöön mahdollisimman kattavat tietokokoelmat. Siksi hankintoja tehdään yhteistyössä, konsortioina. Samalla alennetaan aineistojen hankintakuluja ja samat aineistot ovat käytettävissä eri puolilla maatamme monien kirjastojen kautta.

Keskeisiä toksikologisen tiedon etsimiseen sopivia erikoiskirjastoja ovat

- Suomen ympäristökeskuksen kirjasto- ja tietopalvelu
- Terveystieteiden keskuskirjasto
- Työterveyslaitoksen Tietopalvelukeskus
- VTT Tietopalvelu
- Viikin Tiedekirjasto
- Teknillisen korkeakoulun kirjasto.

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) kirjasto ja tietopalvelu on julkinen tieteellinen erikoiskirjasto, jonka tehtävänä on koota yhteen ja ylläpitää ympäristöhallinnon tehtäviin liittyvää ympäristötietoa. Se myös välittää tietoa edelleen omalle hallinnolle ja ulkopuolisille tiedontarvitsijoille päätöksenteon, tutkimuksen, kehittämisen, suunnittelun, opiskelun, ammattitaidon ylläpitämisen ja ympäristökasvatuksen tarpeisiin. SYKE:n kokoelmissa on muun muassa ympäristötoksikologista kirjallisuutta (www.ymparisto.fi > Palvelut, tuotteet, lomakkeet > Kirjastot ja tietopalvelut).

Terveystieteiden keskuskirjasto Terkko on avoin kaikille, jotka tarvitsevat tietoa erityisesti lääketieteen ja hoitotieteen alueelta – opiskelijoille, tutkijoille, lääkäreille ja maallikoille. Terkko lainaa kirjoja lukuun ottamatta käsikirjoja. Samoin lainataan sarja- julkaisuja ja lehtiä lukuun ottamatta edellisen ja kuluvan vuoden lehtiä. Lainamiseen tarvitaan HELKA-lainauskortti, jonka saa kirjastosta.

Kaukopalvelu hankkii jäljenteitä, dokumentteja ja lainoja yhteistyökumppaneiltaan silloin, kun omissa kokoelmissa ei ole haluttua julkaisua. Toimitusaika, -tapa ja -kustannukset vaihtelevat (www.terkko.helsinki.fi).

Työterveyslaitoksen Tietopalvelukeskus on kaikille avoin työterveys- ja työturvallisuusalan kirjasto ja tietopalvelu. Tietopalvelukeskus pitää yllä neljää tietokantaa, joita voi käyttää ilmaiseksi Internetin kautta (www1.ttl.fi).

Tietopalvelukeskuksessa on käytettävissä useiden kustantajien verkkolehtiä. Kokoelmissa olevia kirjoja ja sarjajulkaisuja lainataan kuukaudeksi. Lehtiä ei lainata, mutta artikkeleista voi ottaa kopioita. Kokoelmista lähetetään maksua vastaan lainoja ja jäljenteitä eri puolille maata.

Työterveyslaitokseen hankittua kirjallisuutta ja työsuojelualan lehtiartikkeleita voi hakea erilaisista viitetietokannoista, joita ovat muun muassa TYKI (kirjat) ja LEO (kotimaiset artikkelit). Tiedot saapuvista lehdistä löytyvät LEHDET-tietokannasta.

Tietopalvelukeskuksen informaatikot tekevät pyynnöstä tiedonhakuja. Tiedonhaut ovat maksullisia. Tiedonhaussa käytetään omien tietokantojen lisäksi Tietopalvelukeskukseen hankittuja Internet-verkossa ja muiden verkkojen kautta käytettävissä olevia tietokantoja. Tietokantoihin pohjautuu myös jatkuva uuden tiedon seurantapalvelu.

VTT Tietopalvelu on tiedonhankintaan ja tutkimustiedon julkaisemiseen erikoistunut VTT:n yksikkö. Se palvelee VTT:n, teollisuuden ja julkisen hallinnon tutkijoita ja asiantuntijoita. VTT Tietopalvelu on Espoossa, VTT:n päärakennuksessa ja sillä on palvelupiste myös Jyväskylässä.

VTT:n tietopalvelu hankkii pyynnöstä asiakkaalle julkaisuja, tekee maksullisia tiedonhakuja ja tuottaa julkaisuja. Sen tietokannat ovat Internetissä kenen tahansa käytettävissä (www.vtt.fi/inf/).

Edellisten lisäksi muun muassa *Viikin Tiedekirjaston* (helix.helsinki.fi) ja *Teknillisen korkeakoulun kirjaston* kokoelmista (lib.tkk.fi) voi löytää sopivia kemikaalitiedon lähteitä. Artikkeleita on saatavissa yhä useammin suoraan eri palvelusivujen kautta. Tiedonhaun yhteydessä voi tilata usein myös artikkelin. Palvelu on nopeaa mutta maksullista. Hinta on pääsääntöisesti kirjastojen artikkelimaksuja korkeampi.

5.3 Kemikaalitieto Internetissä

Kemikaaleja koskevasta tiedosta suuri osa on siirtynyt tavoitettavaksi myös Internetin kautta. WWW on helpottanut monien tiedonsaantia, mutta myös lisännyt eriarvoisuutta. Ihmisillä on vielä kovin erilaiset mahdollisuudet käyttää Internet-tiedonlähteitä, erilaiset perustiedot asioista ja erilainen Internet-lukutaito. Vaikka

saatavissa olevan tiedon määrä on kasvanut valtavasti, tietämys ei välttämättä ole lisääntynyt läheskään samassa suhteessa. Tiedon muuttaminen tietämykseksi vaatii tiedon ymmärtämisen.

Perinteisten viitetietokantojen arvoa ovat lisänneet uudet mahdollisuudet päästä suorien linkkien kautta kirjallisuusviitteestä artikkelin koko tekstiin tai jopa artikkelin viiteluettelossa mainittuihin julkaisuihin. Tämäntyyppiset palvelut kokoavat tiedonvälittäjiä ja kustantajia yhteistyöhön. Tulevaisuuden tavoitteena on, että käyttäjä saa niin viitteet kuin lopulliset julkaisutkin samasta palvelupisteestä. Pääsy teksteihin on kuitenkin yleensä mahdollista vain palveluista maksaville asiakkaille.

Monet aiemmin vain painettuina tai CD-ROM-muodossa ilmestyneet kemian alan käsikirjat ovat alkaneet ilmestyä myös web-versioina. Yhä useammat yksittäisjulkaisut, kuten tutkimusraportit ja väitöskirjat, voidaan levittää laajalle lukijakunnalle Internetin välityksellä pienin kustannuksin.

Hyviä kemikaalitiedon Internet-lähteitä ovat lukuisat asia- ja tekstitietokannat, joissa kutakin kemikaalia koskeva, usein asiantuntijoiden arvioima tieto on koottu parhaimmillaan selkeäksi ja helppokäyttöiseksi tietopakettiksi. Tällaisia tietopaketteja löytyy Inter netistä niin tavallisen kansalaisen, tutkijan kuin asiantuntijankin käyttöön.

Perinteisten tiedonlähteiden lisäksi erilaiset tiedonvaihtofoorumit voivat toimia hyvin Internetissä. Sähköposti, alakohtaiset keskustelupalstat, Internet-kokoukset ja -lounaat helpottavat henkilö verkostojen luomista maantieteellisistä etäisyysistä riippumatta.

Internetiä ei valvota, ja kuka hyvänsä voi laittaa sinne tietoa. Kaikki mitä Internetistä löytyy, ei välttämättä ole laadukasta ja luotettavaa aineistoa. Käyttäjän onkin tunnettava seuraavat peruskriteerit, joilla voi arvioida sivuja:

- Kirjoittajalla ja hänen edustamallaan organisaatiolla on hyvä maine.
- Kirjoittaja on edustamansa alan asiantuntija ja hänen tietonsa näkyvät sivulla.
- Tieto on ajantasaista ja tuoretta.
- Sama tieto julkaistaan verkon lisäksi myös muissa lähteissä (painetuissa tai sähköisissä).
- Linkit sivuilla toimivat (toimimattomat linkit kertovat siitä, että sivuista ei huolehdiä).
- Mahdollisella sponsorilla on hyvä maine.
- Tietokannan viitteet ovat virheettömiä, ja jokaisen viitteen pohjalta löytyy alkuperäinen julkaisu.
- Sivulla oleva teksti on sujuvaa ja kieli on huollettu.

Internetistä saa paljon tietoa maksutta. Ilmaisuus kyseenalaistuu kuitenkin, kun lasketaan kustannuksiin tiedon etsimiseen käytetty työaika ja puutteellisista tiedoista aiheutuvat joskus kalliiksikin tulevat seuraukset. Tästä syystä on tärkeää tietää miten ja mistä tietoa kannattaa etsiä, onko se edes loppukäyttäjän saatavissa, tarvitaanko erillinen käyttäjäsopimus tai tarvitaanko tietopalvelun apua tiedonhaussa. Löytyneen tiedon käyttö ja tulkinta ovat luku sinänsä. Kannattaa pohtia, onko tiedon tarvitsijalla riittävästi taustatietoja vai tarvitaanko asiantuntijan apua oikeiden johtopäätösten tekemiseen.

Esimerkkejä erilaisista kemikaalitiedon Internet-lähteistä on koottu Työterveyslaitoksen tietopalvelukeskuksessa ylläpidettävään listaan (www.ttl.fi/tpk/kemli.htm). Suurin osa tämän listan lähteistä on ainakin toistaiseksi kenen tahansa vapaasti käytettävissä ja lista on tarkoitettu tukemaan itsenäistä kemikaalitiedon hakua Internetistä. Työterveyslaitos ei voi vastata laitoksen ulkopuolelle osoittavien linkkien tietosisällöstä, vaikkakin valinnassa on pyritty ottamaan huomioon myös laatutekijät.

5.4 Kemikaaliturvallisuustiedon asiantuntijaorganisaatioita

Kemikaalitietoa käsitellään ja tuotetaan monissa erilaisissa kansallisissa ja kansainvälisissä organisaatioissa. Suomessa jo julkinen tutkimus-, viranomais- ja asiantuntijatoiminta jakaantuu usean eri ministeriön hallinnonalalle. Seuraavassa on lueteltu muutamia tärkeitä kansallisia ja kansainvälisiä organisaatioita ja yhteistyöelimiä kemikaaliturvallisuuden alalta. Työterveyslaitoksen tietopalvelukeskuksen verkkosivuilla ylläpidetään ajantasaista linkkilistaa organisaatioiden Internet-sivuille (www.ttl.fi/tpk/kemio.htm).

Kotimaisia organisaatioita

Ekokem Oy Ab
Kuulojankatu 1
PL 181
11101 Riihimäki
puhelin: (019) 7151
faksi: (019) 715 300
sähköposti: etunimi.sukunimi@ekokem.fi
Internet-osoite: www.ekokem.fi

Ongelmajätteen käsittelylaitos, verkkosivuilla on ongelmajätteen käsittelyyn liittyvää tietoa.

Kansanterveyslaitos (KTL)

Mannerheimintie 166
 00300 Helsinki
 puhelin: (09) 474 41
 faksi: (09) 4744 8408
 sähköposti: etunimi.sukunimi@ktl.fi
 Internet-osoite: www.ktl.fi

KTL tutkii, seuraa ja edistää suomalaisten terveyttä.

KTL**Ympäristöterveyden osasto**

Neulaniementie 4
 PL 95
 70701 Kuopio
 puhelin: (017) 201 211
 faksi: (017) 201 265

Kansanterveyslaitoksen Ympäristöterveyden osasto Kuopiossa tutkii ihmisen altistumista ympäristön fysikaalisille, kemiallisille ja biologisille haittatekijöille sekä näiden aiheuttamia terveydellisiä haittoja ja niiden ehkäisyä. Osasto tutkii esimerkiksi väestön altistumista sisä- ja ulkoilman saasteille, maaperän, juomaveden ja ravinnon orgaanisille epäpuhtauksille ja ympäristömyrkyille.

Kemianteollisuus ry

Eteläranta 10
 PL 4
 00131 Helsinki
 puhelin: (09) 172 841
 faksi: (09) 630 225
 Internet-osoite: www.chemind.fi

Responsible Care (Vastuu huomisesta) on kemianteollisuuden kansainvälinen ympäristö-, terveys- ja turvallisuusohjelma. Sen tavoitteena on yhteiskunnan ja luonnon kestävä kehityksen mukainen toiminta. Mukana olevat yritykset ovat sitoutuneet toiminnan jatkuvaan kehittämiseen ohjelman eri osa-alueilla, ympäristönsuojelussa ja terveys- ja turvallisuusasioissa. Ohjelmaan sisältyy kemikaalikuljetusten onnettomuuksissa neuvontaa antava FINTEC eli Finnish Transport Emergency Response Centre, joka on suomalainen osa 14 Länsi-Euroopan maan kemianteollisuuden hälytyskeskusten verkkoa. FINTEC perustuu Kemianteollisuus ry:n ja Helsingin hätäkeskuksen valtakunnalliseen yhteistyösopimukseen ja siihen saadaan yhteys Helsingin hätäkeskuksen kautta.

Liikenne- ja viestintäministeriö

Eteläesplanadi 16–18

PL 235

00131 Helsinki

puhelin: (09) 1601

faksi: (09) 160 2597

sähköposti: kirjaamo@mintc.fi

Internet-osoite: www.mintc.fi

Vaarallisten aineiden kuljetusyksikkö

puhelin: (09) 160 2563

faksi: (09) 160 2597

Internet-osoite: www.mintc.fi/vak

Liikenne- ja viestintäministeriön Vaarallisten aineiden kuljetusyksikkö valmistelee lainsäädäntöä ja valvoo vaarallisten aineiden kuljetuksia. Toiminta-alueeseen kuuluu myös alan kansainvälinen yhteistyö. Ministeriön Liikennetietoa-sivuilta löytyy säädöstietoa vaarallisten aineiden maa-, ilma- ja merikuljetuksista.

Myrkytystietokeskus

Haartmaninkatu 4

PL 340

00029 HUS (Helsinki)

puhelin: (09) 471 977

vaihde: (09) 4711

faksi: (09) 4717 4702

sähköposti: myrkytys@hus.fi

HYKS:n Meilahden sairaalan päärakennuksessa sijaitseva Myrkytystietokeskus vastaa kaikkina viikonpäivinä, ympäri vuorokauden äkillisten myrkytysten ehkäisyyn ja hoitoon liittyviin kysymyksiin. Keskus palvelee koko maata puhelimitse. Neuvontaa annetaan yleisölle ja terveydenhuollon ammattihenkilöstölle. Lisäksi keskus toimii tarvittaessa tietolähteenä viranomaisille ja tiedotusvälineille. Myrkytystietokeskuksessa ei hoideta potilaita eikä tehdä myrkkymääriä.

Pelastusopisto

Hulkontie 83

70820 Kuopio

puhelin: (017) 307 111

faksi: (017) 307 222

Internet-osoite: www.pelastusopisto.fi

Pelastusopisto järjestää palo- ja pelastusalan tutkintoihin johtavaa koulutusta sekä täydennys- ja varautumiskoulutusta. Pelastusopisto tekee ja päivittää Tokeva-ohjeita (torjuntaohjeet kemikaalien vaaratilanteille). Verkkosivuilla on myös valistusta ja neuvontaa, esimerkiksi diasarja palojen oikeasta alkusammutuksesta.

Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus (STTV)

Säästöpankinranta 2 A

PL 210

00531 Helsinki

puhelin: (09) 396 7270

faksi: (09) 3967 2797

Internet-osoite: www.sttv.fi

Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus on sosiaali- ja terveysministeriön hallinnonalalla toimiva virasto, jonka toimialaan kuuluvat alkoholijuomat ja alkoholipitoiset aineet sekä tupakka ja kemikaalit. Viraston toiminta-ajatuksena on lupahallinnon ja elinkeinotoiminnan valvonnan sekä riskinarvioinnin keinoin ehkäistä näistä tuotteista ja niiden käytöstä aiheutuvia yhteiskunnallisia, sosiaalisia ja terveydellisiä haittoja ja varmistaa niitä koskevien määräysten noudattaminen.

STTV

Kemikaaliosasto

STTV:n kemikaaliosasto vastaa uusien aineiden ilmoitusmenettelystä, biosidien hyväksymismenettelystä, olemassa olevien aineiden terveysriskien ja palo- ja räjähdysvaaran arvioinnista, torjunta-aineiden ja suojauskemikaalien terveysvaikutusten arvioinnista, valtuutettujen testauslaboratorioiden hyväksynnästä ja kemikaalien luokitukseen ja merkintöihin liittyvistä kysymyksistä sekä markkinavalvonnasta. Kemikaaliosasto avustaa lisäksi sosiaali- ja terveysministeriötä lainsäädännön valmistelutehtävissä ja osallistuu kemikaalineuvottelukunnan työskentelyyn. Kemikaaliosastoon kuuluu myös Tampereella sijaitseva tuoterekisteriyksikkö

STTV

Tuoterekisteriyksikkö

Uimalankatu 1

PL 686

33101 Tampere

puhelin: (03) 260 8200

faksi: (03) 260 8222

Tuoterekisteriyksikkö ylläpitää kemikaalien tuoterekisteriä (KETU). Rekisteri sisältää tiedot Suomessa käytössä olevista vaarallisista kemikaaleista. Rekisteri on kemikaalirekisterin osarekisteri. Tiedot rekisteriin (ns. kemikaali-ilmoitukset) toimittaa kemikaalin suomalainen markkinoille tai käyttöön luovuttaja. Rekisteri on toistaiseksi vain viranomaiskäytössä. Tuoterekisteriyksikkö osallistuu myös markkinavalvontaan.

Sosiaali- ja terveysministeriö

Meritullinkatu 8

PL 33

00023 Valtioneuvosto

puhelinvaihde: (09) 1601

faksi: (09) 160 4126

sähköposti: etunimi.sukunimi@stm.vn.fi

Internet-osoite: www.stm.fi

STM:n yhteydessä tai alaisuudessa toimii lukuisia itsenäisiä lautakuntia ja neuvottelukuntia, joiden toiminnasta tarkempaa tietoa voi löytää STM:n Internet-osoitteesta Organisaatio-linkin kautta. Kemikaalineuvottelukunta (KENK) on valtioneuvoston sosiaali- ja terveysministeriön esityksestä kolmivuotiskaudeksi asettama yhteistyöelin, jossa ovat edustettuna kemikaalivalvonnan kannalta keskeisimmät viranomaiset sekä kaupan, teollisuuden ja työntekijöiden keskeisten järjestöjen edustajat. Lisäksi neuvottelukuntaan on kutsuttu pysyvät asiantuntijat Työterveyslaitokselta, Kansanterveyslaitokselta, Helsingin kaupungin ympäristökeskuksesta sekä Suomen luonnonsuojeluliitosta. Kemikaalineuvottelukunnan kotisivulla on tietoa kemikaalivalvontaviranomaisten tehtävistä ja kemikaalilainsäädännöstä sekä kemikaalialan [www-linkkejä](http://www.stm.fi) (www.stm.fi > Neuvottelukunnat > Kemikaalineuvottelukunta).

Kemian työsuojeluneuvottelukunta (KETSU) (www.ketsu.net) toimii sosiaali- ja terveysministeriön yhteydessä ministeriön apuna kemialliseen ja biologiseen työsuojeluun liittyvissä asioissa.

Sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosasto

Uimalankatu 1

PL 536

33101 Tampere

puhelin: (03) 260 8111

faksi: (03) 260 8511

sähköposti: posti.tson@stm.vn.fi

Internet-osoite: www.stm.fi > Työsuojelu > Työsuojeluosasto

Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen työsuojeluosasto vastaa työsuojelulainsäädännön ja kansallisen työsuojelupolitiikan valmistelusta ja kehittämisestä sekä koordinoi työsuojelututkimusta ja huolehtii kansainvälisestä yhteistyöstä työsuojelun alalla. Työsuojeluosaston julkaisumyynnistä saa ostaa työsuojeluhallinnon julkaisemaa aineistoa. Osa STM:n julkaisuista on julkaistu myös verkossa.

Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Kesäkatu 6

PL 140

00251 Helsinki

puhelin: (09) 403 000

Internet-osoite: www.ymparisto.fi > Suomen ympäristökeskus

Suomen ympäristökeskus on ympäristöalan tutkimus- ja kehittämiskeskus, joka toimii ympäristöministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön toimialoilla. Suomen ympäristökeskuksella on myös viranomaistehtäviä kemikaalivalvonnan alalla.

Suomen ympäristökeskuksen ja sen kemikaaliyksikön www.ymparisto.fi > Suomen ympäristökeskus > SYKEN esittely > Organisaatio > Asiantuntijapalveluosasto > Kemikaaliyksikkö tehtäviin kuuluu ympäristölle vaarallisten kemikaalien ylin valvonta, suojuskemikaalien ja muiden biosidien hyväksyminen olemassa olevien aineiden riskinarviointi ympäristövaaran osalta, kiellettyjen ja tiukasti säänneltyjen kemikaalien vienti-ilmoitukset, ympäristölle vaarallisten kemikaalien luokitus ja merkinnät sekä kemikaalien aiheuttamien ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi annettavat tilapäiset kiellot, rajoitukset ja esitykset valtioneuvostolle.

Kemikaaliyksikkö hoitaa SYKEN kemikaalilain mukaisia tehtäviä ja osallistuu aihetta koskevaan tutkimus- ja kehittämistyöhön. Yksikölle kuuluu myös torjunta-ainelain mukainen kasvinsuojeluaineiden ja muiden torjunta-aineiden ympäristövaikutusten arviointi. Se hoitaa myös ilmansuojelulain mukaisia otsonikerroksen suojeluasioita. Lisäksi yksikkö vastaa monista kemikaalialan asiantuntija- ja kehittämistehtävistä.

Kemikaaliyksikössä toimii myös kemikaalien ympäristötietopalvelu.

Suomen ympäristökeskus Kemikaaliyksikkö

Kemikaalien ympäristötietopalvelu

PL 140

00251 Helsinki

puhelin: (09) 4030 0593

faksi: (09) 4030 0591

sähköposti: KemInfo@ymparisto.fi

Kemikaalien ympäristötietopalvelu hakee tietoa kemikaalien käyttäytymisestä ja vaikutuksista ympäristössä. Tietopalvelu antaa tarvittaessa myös asiantuntija-arvion löydetystä tiedoista. Kysymykset ja tiedustelut voi toimittaa kirjeitse, puhelimitse, telefaksina tai sähköpostina.

Säteilyturvakeskus (STUK)

Laippatie 4

PL 14

00881 Helsinki

puhelin: (09) 759 881

faksi: (09) 7598 8500

sähköposti: etunimi.sukunimi@stuk.fi, kirjaamoon stuk@stuk.fi

Internet-osoite: www.stuk.fi

STUK:n toiminnan tarkoitus on säteilyn vahingollisten vaikutusten estäminen ja rajoittaminen. Säteilyturvakeskus valvoo ydinenergian käyttöä, tutkii radonin torjuntaa kodeissa ja työpaikoilla sekä selvittää esimerkiksi matkapuhelimien säteilyvaikutuksia.

Tampereen teknillinen yliopisto

Turvallisuustekniikka

PL 541

33101 Tampere

puhelin: (03) 365 2507

faksi: (03) 365 2671

sähköposti: secretary@turva.me.tut.fi

Internet-osoite: turva.me.tut.fi

Turvallisuustekniikan laitos kehittää uusia palveluja yhteistyössä muiden tahojen kanssa. Laitos kehittää yhdessä sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosaston ja muiden organisaatioiden kanssa työsuojelun tietopankkia, Suomen työturvallisuus- ja työterveysverkoston Internet-palvelua, joka toimii osana Euroopan työterveys- ja työturvallisuusviraston verkostoa (fi.osha.eu.int).

Tullilaboratorio

Tekniikantie 13

PL 53

02151 Espoo

puhelin: (09) 6141

faksi: (09) 463 383

sähköposti: Etunimi.Sukunimi@tulli.fi

Internet-osoite: www.tulli.fi > Tullipiirit ja laboratorio > Tullilaboratorio

Tullilaboratorio on valtiovarainministeriön hallinnonalaan kuuluvan tullilaitoksen valtakunnallinen yksikkö. Kemiallisen ja fysikaalisen testauksen ohella Tullilaboratorio tarjoaa asiantuntemustaan esimerkiksi myyntipäällyksmerkintöjen oikeellisuuden selvittämisessä ja näytteenotossa.

Turvatekniikan keskus (TUKES)

Lönnrotinkatu 37

PL 123

00181 Helsinki

puhelin: (09) 616 71

faksi: (09) 605 474

Internet-osoite: www.tukes.fi

Turvatekniikan keskus ylläpitää ja edistää teknistä turvallisuuskulttuuria. Kemikaaliturvallisuuteen liittyvän toiminnan tarkoituksena on suojella ihmistä, omaisuutta ja ympäristöä onnettomuusriskeiltä, joita liittyy vaarallisten aineiden valmistukseen, käsittelyyn, kuljetukseen ja varastointiin. Näitä aineita ovat mm. räjähteet, palavat nesteet, nestekaasu ja maakaasu sekä terveydelle ja ympäristölle vaaralliset kemikaalit.

Työsuojelurahasto

Yrjönkatu 30

00100 Helsinki

puhelin: (09) 6803 3311

faksi: (09) 6803 3315

sähköposti: info@tsr.fiInternet-osoite: www.tsr.fi

Työsuojelurahasto rahoittaa työelämän tutkimusta ja edistää tutkimustuloksista tiedottamista. Työsuojelurahasto ylläpitää sivuillaan tietokantaa Tutkimus- ja kehityshankkeista vuodesta 1990 (www.tsr.fi/tutkittu).

Työterveyslaitos

Topeliuksenkatu 41 a A

00250 Helsinki

puhelin: 030 4741

sähköposti: etunimi.sukunimi@ttl.fi

Internet-osoite: www.ttl.fi

Työterveyslaitos on työterveys- ja työsuojelualan tutkimus- ja asiantuntijalaitos, jonka toimintamuodot ovat tutkimus, työterveys- ja työturvallisuusalan asiantuntijoiden koulutus, asiantuntijapalvelut ja tiedonvälitys.

Kemikaaliturvallisuuden aihesivuilta (www.ttl.fi/ > Kemikaaliturvallisuus) löytyy työkaluja kemikaaliasioiden hallintaan sekä tietoa palveluista, koulutuksesta ja tiedonlähteistä. Myös muihin aihekohtaisiin sivustoihin kannattaa tutustua. Työterveyshuollon aihesivuilta voi löytää esimerkiksi tietoa ammattiastmasta ja sen aiheuttajista, Tapaturmat-sivuilla käsitellään työtapaturmiin ja niiden ennaltaehkäisyyn liittyviä aiheita, Työhygieniasivusto esittelee tarjolla olevia työhygieniapalveluja ja -asiantuntemusta

Työterveyslaitoksen tietopalvelukeskuksen (www.ttl.fi/tpk/) kokoelmissa on runsaasti toksikologiaa ja kemikaaliturvallisuutta käsittelevää kirjallisuutta, käsikirjoja, sarjajulkaisuja, yksittäisteoksia ja alan lehtiä. Kokoelmätietoihin pääsee käsiksi myös Internetin kautta (www1.ttl.fi).

Työhygienian ja toksikologian osaston (www.ttl.fi/tt/) toiminnan keskeisiä tavoitteita ovat kemikaalien aiheuttamien terveysvaarojen tutkimus, arviointi ja ehkäisy.

Aerosolilaboratoriossa tehdään elektroni- ja valomikroskooppisia asbesti-, bioaerosoli- ja metallianalyyssejä sekä kvartsimäärityksiä röntgendiffraktometrisesti.

Biomonitorointilaboratorio tuottaa biomonitorointipalveluja työperäisen kemikaalialtistumisen ja sen aiheuttaman terveydellisen riskin arvioimiseen. Se seuraa kemikaalialtistumista Suomessa ja kehittää biomonitorointimenetelmiä kemikaaleille, joille niitä tarvitaan. Myös aluelaitosten laboratoriot Kuopiossa, Lappeenrannassa, Oulussa, Tampereella ja Turussa tekevät kemikaalialtistumiseen liittyviä biologisia määrittäyksiä.

Immunotoksikologian laboratorio keskittyy allergioiden taustalla olevien mekanismien tutkimiseen ja pyrkii soveltamaan saatua tutkimustietoa käytäntöön.

Kemian laboratorion tutkimus keskittyy työpaikkojen ilman laatuun ja työntekijöiden altistumisen arviointiin, suojaintutkimukseen, vaikeiden orgaanisten päästöjen selvittämiseen ja molekyyli-dosimetrisiin mittauksiin.

Molekyyli- ja solutoksikologian laboratorio tutkii työympäristön altisteiden toksisia ja genotoksisia vaikutuksia solu-, yksilö- ja väestötasolla sekä niitä määrääviä geneettisiä (yksilöllisiä) ominaisuuksia.

Riskinarviointiyksikkö tuottaa kemikaaliturvallisuutta koskevaa informaatiota ja antaa asiantuntijakonsultaatioita viranomaisille, työterveyden ja työsuojelun ammattihenkilöille, työpaikoille ja suurelle yleisölle. Toimintaan kuuluu osallistuminen kemikaalien EU-riskinarvioiden valmisteluun. Yksikkö osallistuu Kemian työsuojeluneuvottelukunnan (KETSU) ja Kemikaalineuvottelukunnan toimintaan.

Toksikokinetiikan ja metabolian laboratorion toksikologinen tutkimustoiminta pyrkii selvittämään teollisuuskemikaalien ja karsinogeenien aineenvaihduntaa ja biokemiallis-toksikologisia vaikutusmekanismeja.

Työlääkätieteen osaston (www.ttl.fi/tl/) Allergia ja työ -ohjelma tutkii työperäisiä allergioita ja niiden aiheuttajia. Osastolla toimii myös teratologinen tietopalvelu, johon voi sähköisellä lomakkeella lähettää tiedusteluja, jotka koskevat työolojen turvallisuutta raskauden aikana.

Työturvallisuusosasto (www.ttl.fi/t/) auttaa tapaturmien ehkäisyssä ja hyvän ja turvallisen työympäristön luomisessa. Osasto tuottaa ajankohtaista tutkimustietoa sekä kehittää toimintamalleja, työkaluja ja apuvälineitä työpaikkojen käyttöön. Tietojärjestelmätuotteista mainittakoon yrityksen intranet-ympäristöön tarkoitettu käyttöturvallisuustiedotteiden hallintaohjelma **Sinet®-Keturi 2.0**.

Aluetyöterveyslaitokset (Uusimaa, Kuopio, Lappeenranta, Oulu, Tampere ja Turku) toimivat yhteistyössä muiden Työterveyslaitoksen osastojen kanssa, ja kaikilla niillä on myös kemikaaleihin liittyvää toimintaa kuten työhygieenisia ja toksikologisia palveluita.

Kuopion aluetyöterveyslaitos

Neulaniementie 4

PL 93

70701 Kuopio

puhelin: (017) 201 211

faksi: (017) 201 474

Internet-osoite: www.ttl.fi/kattl

Kuopion aluetyöterveyslaitos tutkii monitieteisesti teollisuuden, palvelualojen sekä maa- ja metsätalouden työolosuhteita. Keskeisiin aihealueisiin kuuluvat myös työhygieniä ja toksikologia (mm. torjunta-aineet).

Lappeenrannan aluetyöterveyslaitos

Laserkatu 6
53850 Lappeenranta
puhelin: 030 4741
faksi: (05) 624 3230
Internet-osoite: www.ttl.fi/lattl

Lappeenrannan aluetyöterveyslaitos on koulutus-, palvelu- ja tutkimusyksikkö, jonka tutkimuksen erikoistumisalue on met-säteollisuus.

Oulun aluetyöterveyslaitos

Aapistie 1
90220 Oulu
puhelin: 030 4741
faksi: (08) 527 6000
Internet-osoite: www.ttl.fi/oattl

Oulun aluetyöterveyslaitos vastaa koko Suomen tasolla kyl-mätyön työterveyden ja työsuojelun sekä kaivos- ja metallur-giateollisuuden työolojen kehittämistä. Metallien perusteol-lisuuden kemialliset altisteet, muun muassa polysykliset aro-maattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet), kuuluvat osaston erityis-asiantuntemukseen.

Tampereen aluetyöterveyslaitos

Uimalankatu 1, Hippotalo
PL 486
33101 Tampere
puhelin: 030 4741
faksi: (03) 260 8615
Internet-osoite: www.ttl.fi/taattl

Tampereen aluetyöterveyslaitoksen valtakunnallisia tehtäviä ovat työsuojeluhenkilöstön koulutus, kenttäklinikkatoiminta sekä rakennusalan työterveyshuollon ja työsuojelun kehittämi-nen. Laitoksen erityisosaamisalueita ovat riskien arviointi ja hallinta sekä saastuneet maa-alueet.

Turun aluetyöterveyslaitos

Hämeenkatu 10
20500 Turku
puhelin: 030 4741
faksi: (02) 273 6555
Internet-osoite: www.ttl.fi/tuattl

Turun aluetyöterveyslaitokselta löytyy erityisasiantuntemusta esimerkiksi muoviteknologiassa. Erikoistumisaloina merenkulku sekä sosiaali- ja terveysala.

Uudenmaan aluetyöterveyslaitos

Arinatie 3A
00370 Helsinki
puhelin: 030 4741
faksi: (09) 506 1087 tai 030 4742985
Internet-osoite: www.ttl.fi/uattl

Uudenmaan aluetyöterveyslaitos edistää työpaikkojen työolojen kehitystä sekä tukee työterveys- ja työsuojeluhenkilöstön ammatillista osaamista palvelun, tutkimuksen, koulutuksen ja tiedonvälityksen avulla. Aluelaitoksella tehdään kemiallisia ja mikrobiologisia tutkimuksia ja työympäristöselvityksiä, esimerkiksi kosteusvauriokatselmuksia ja homevaurioihin liittyviä riskinarviointeja. Kemian laboratorio analysoi työhygieenisinä näytteitä uusmaalaisilta työpaikoilta.

Työturvallisuuskeskus

Lönnrotinkatu 4 B
00120 Helsinki
puhelin: (09) 61 6261
faksi: (09) 612 1287
sähköposti: info@tyoturva.fi
Internet-osoite: www.tyoturva.fi

Työturvallisuuskeskus tuottaa ja välittää työyhteisöille työolojen kehittämiseen tarvittavaa tietoa ja osaamista. Toiminnan kulut katetaan pääosin Työsuojelurahaston tuella. Työturvallisuuskeskus järjestää koulutustilaisuuksia ja julkaisee oppaita, videoita ja tietolehtiä.

VTT

Internet-osoite: www.vtt.fi

VTT on puolueeton asiantuntijaorganisaatio, joka tuottaa tutkimus-, kehitys-, testaus- ja tietopalveluita yrityksille ja julkiselle sektorille. Eri yksiköissä on myös kemikaaliturvallisuuteen liittyvää toimintaa. VTT:n tutkimusyksiköillä on toimipisteitä eri puolilla Suomea.

VTT Tuotteet ja tuotanto

Internet-osoite: www.vtt.fi/tuo

VTT Tuotteet ja tuotanto toimii Espoossa, Tampereella ja Lappeenrannassa. Yksikön kotipaikka on Tampere. Aiemmin erillisinä tutkimusyksikköinä olleet VTT Automaatio ja VTT Valmistustekniikka ovat yhdistyneet VTT Tuotteet ja tuotanto-nimiseksi tutkimusyksiköksi. Kemikaaliturvallisuuteen liittyviä tutkimusalueita ovat muun muassa turvallisuustekniikka ja riskienhallinta.

Toimipaikat:

Tampere
Tekniikankatu 1
PL 13001
33101 Tampere
puhelin: (03) 316 3111
faksi: (03) 316 3499

Espoo
Kemistintie 3
PL 1700
02044 VTT
puhelin: (09) 4561
faksi: (09) 456 7020

Lappeenranta
Tuotantokatu 2
PL 17021
53851 Lappeenranta
puhelin: (05) 624 3402
faksi: (05) 6243400

Ulkomaisia kansallisia organisaatioita

Arbetslivsinstitutet

Ruotsi
 Arbetslivsinstitutets huvudkontor
 Vanadisvägen 9
 11391 Stockholm
 puhelin: +46 8 619 6700
 faksi: +46 8 656 3025
 Internet-osoite: www.arbetslivsinstitutet.se

Työympäristön ja työelämän tutkimus- ja koulutuslaitos, jolla on toimintaa useilla paikkakunnilla Ruotsissa. Tukholman pääkonttorin lisäksi, yksiköitä on myös Uumajassa, Göteborgissa ja Malmössä. Arbetslivsinstitutet julkaisee selvityksiä, tutkimuksia ja työraportteja Arbete och Hälsa ja Arbetslivsrapporter -sarjoissa. Useimmat sarjoissa ilmestyneistä uusimmista julkaisuista ovat luettavissa myös laitoksen verkkosivuilta.

Arbetslivsinstitutet Norr

Arbetet och den fysiska miljön
 Petrus Laestadius väg
 Box 7654
 907 13 Umeå
 puhelin: +46 90 176 000

Arbetsmiljöverket

Ruotsi
 Ekelundsvägen 16
 171 84 Solna
 puhelin: +46 8 730 9000
 faksi: +46 8 730 1967
 sähköposti: arbetsmiljoverket@av.se
 Internet-osoite: www.av.se

Arbetsmiljöverket on vuoden 2001 alussa toimintansa aloittanut viranomaislaitos, johon on yhdistetty aiemmin erillisinä toimineet Yrkesinspektionen ja Arbetarskyddsstyrelsen. Toiminnan tavoitteena on vähentää työperäisten sairauksien ja onnettomuuksien määrää ja parantaa työympäristöä kokonaisvaltaisesti ottamalla huomioon sekä fyysiset, psyykkiset ja sosiaaliset että työn organisointiin liittyvät tekijät.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)

Division of Toxicology

Yhdysvallat

1600 Clifton Rd., E29

Atlanta, GA 30333

puhelin: +1 404 639 6300

faksi: +1 404 639 6315

Internet-osoite: www.atsdr.cdc.gov

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) -laitoksella on toimintayksikköjä eri puolilla Yhdysvaltoja. DHHS:n (U.S. Department of Health and Human Services) alaisena toimivan ATSDR:n tehtävänä on torjua ja minimoida ympäristöperäinen altistuminen haitallisille aineille ja altistumisesta johtuvat terveyshaitat. Sen toimintaan kuuluu valistusta, soveltavaa tutkimusta, tiedonvälitystä ja koulutusta vaarallisista aineista.

ATSDR on julkaissut Toxicological profile -sarjassa laajoja toksikologisia arviointeja noin sadasta aineesta tai aineryhmistä. HazDat-tietokantaa (ATSDR's Hazardous Substance Release and Health Effects Database) pääsee käyttämään ATSDR:n verkkosivuilta. Tietoa saa mm. ATSDR:n tieto-palvelusta (The ATSDR Information Center, sähköposti: ATSDRIC@cdc.gov).

Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS)

Kanada

250 Main Street East

Hamilton, Ontario, Canada, L8N 1H6

puhelin: +1 905 572 4400

faksi: +1 905 572 4500

sähköposti: clientservices@ccohs.ca

Internet-osoite: www.ccohs.ca

Kanadan työterveys- ja työturvallisuuskeskus, jolla on paljon kemikaaleihin liittyviä tuotteita ja palveluja, julkaisuja, tutkimusta, koulutusta, neuvontaa ja tietokantoja. Monet aikaisemmin CD-ROM-levyiltä tutut tietokannat voi nykyisin hankkia käyttöönsä web-versioina. Verkkosivuilta löytyy myös aiheenmukaisia hakemistoja Internet-tiedonlähteistä esimerkiksi toksikologian, kemikaalien ja työhygienian aihealueilta (www.ccohs.ca/resources).

EPA (Environmental Protection Agency)

Yhdysvallat

Ariel Rios Building, 1200 Pennsylvania Avenue, N.W.

Washington, DC 20460

puhelin: +1 202 260 2090

Internet-osoite: www.epa.gov

EPA:n pääkonttori on Washingtonissa, kymmenen aluetoimistoa ja lukuisat tutkimuslaboratoriot sijaitsevat eri puolilla Yhdysvaltoja. EPA johtaa ja koordinoi ympäristösaasteiden vaikutusten tutkimista sekä laatii ja saattaa voimaan ympäristönsuojelua koskevia standardeja. Sillä on paljon julkaisutoimintaa ja toimivat verkkosivut, joilta löytyy esimerkiksi hyviä tiedonlähteitä ja Envirofacts-käyttöliittymä EPA:n lukuisiin tietokantoihin (www.epa.gov/enviro).

Health and Safety Executive (HSE)

Business Development Unit
Health & Safety Laboratory
Iso-Britannia
Broad Lane
Sheffield, S3 7HQ
puhelin: +44 114 289 2920
faksi: +44 114 289 2830
sähköposti: hslinfo@hsl.gov.uk
Internet-osoite: www.hse.gov.uk

Health and Safety Executive (HSE) on viranomaislaitos, jolla on useita paikallistoimistoja. HSE:n toiminnan tavoitteena on varmistaa, että ihmisten terveyteen ja turvallisuuteen työssä kohdistuvat riskit ovat hallinnassa. Se valvoo työpaikkoja, tutkii ja julkaisee paljon työympäristöön liittyvää kirjallisuutta, esimerkiksi EH-sarjassa. HSE:n Health & Safety Laboratory tarjoaa myös monipuolisia tutkimus- ja asiantuntijapalveluita.

Kemikalieinspektionen (KemI)

Ruotsi
Sundbybergsvägen 9
Box 1384
171 27 Solna
puhelin: +46 8 783 110
faksi: +46 8 735 7698
sähköposti: kemi@kemi.se
Internet-osoite: www.kemi.se

KemI arvioi kemikaalien vaarallisuutta ympäristölle ja terveydelle sekä selvittää keinoja vaarojen ja riskien vähentämiseksi. Se julkaisee määräyksiä, ohjeita, raportteja ja muuta kemikaaleja koskevaa tietotoa. Hyvin toimitetuilla verkkosivuilla on paljon tietoa kemikaaleista ja selkeät linkkivalikoimat.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)
Yhdysvallat
Internet-osoite: www.cdc.gov/niosh

NIOSH on työterveyden ja -turvallisuuden kansallinen tutkimus-, asiantuntija- ja koulutuslaitos, joka toimii eri puolilla Yhdysvaltoja. Se tutkii kemikaalien työntekijöille aiheuttamia haittavaikutuksia ja koordinoi tutkimusta yhteistyössä yliopistojen ja muiden organisaatioiden kanssa. NIOSH arvioi ja julkaisee perustietoa kemikaalien työhygieenisistä ominaisuuksista (DHHS (NIOSH) Publication -sarjassa) ja ylläpitää lukuisia tietokantoja myös kemikaaliturvallisuuden alueelta. Osa tietokannoista on vapaasti käytävissä verkkosivuilta (www.cdc.gov/niosh/database.html).

Julkaisutoimisto:

NIOSH Publications
4676 Columbia Parkway, Mail Stop C-13
Cincinnati, OH 45226-1998
puhelin: +1 513 533 8471
sähköposti: pubstaft@cdc.gov

Occupational Health and Safety Administration (OSHA)
Yhdysvallat
200 Constitution Avenue, NW
Washington, DC 20210, USA

OSHA on työsuojelun ja -terveyden viranomaislaitos Yhdysvalloissa. Se laatii työsuojeluun liittyviä standardeja ja valvoo niiden täytäntönpäytäntöä. Laitos antaa teknistä apua työntekijöille ja työnantajille. Se myös konsultoi yrityksiä. OSHA:n web-sivuilta löytyy paljon työsuojeluun liittyvää aineistoa.
Internet-osoite: www.osha.gov

United States National Toxicology Program (NTP)
Yhdysvallat
Internet-osoite: ntp-server.niehs.nih.gov

NTP Liaison & Scientific Review Office
NIEHS, MD: A3-01, P.O. Box 12233
Research Triangle Park, NC 27709
puhelin: +1 919 541 0530
faksi: +1 919 541 0295

NTP perustettiin vuonna 1978 koordinoimaan Yhdysvaltojen toksikologista tieteellistä tutkimusta ja tarjoamaan tietoa mahdollisesti myrkyllisistä kemikaaleista. Tätä tietoa tarvitsevat lainsäädäntö-

viranomaiset, tutkimuslaitokset ja kansalaiset. Toimintansa aikana siitä on muodostunut maailman johtava toksisuutta ja karsinogeenisuutta tutkiva organisaatio. Vuonna 2001 se julkaisi jo viidennensadannen tutkimusraporttinsa Technical Reports -sarjassaan. Toinen tärkeä julkaisusarja on Toxicity Reports. NTP julkaisee myös raportteja syöpää aiheuttavista aineista (Report on carcinogens, ninth edition: carcinogen profiles 2000). Osa julkaisuista ja paljon muuta hyödyllistä tietoa on saatavissa NTP:n verkkosivuilta.

Kansainvälisiä organisaatioita

CEFIC (the European Chemical Industry Council)

Avenue Van Nieuwenhuysse, 4 box 1
 B-1160 Brussels, Belgium
 puhelin: +32 2 676 7211
 faksi: + 32 2 676 7300
 sähköposti: mail@cefic.be
 Internet-osoite: www.cefic.org

CEFIC on Euroopan kemianteollisuuden järjestö, joka välillisesti tai suoraan edustaa 40 000 suurta, keskisuurta ja pientä kemian alan yritystä. Nämä yritykset työllistävät noin kaksi miljoonaa ihmistä ja niiden tuotanto vastaa yli kolmeakymmentä prosenttia koko maailman kemikaalituotannosta. Siihen kuuluu jäsenjärjestöjä kahdestakymmenestä kahdesta eri maasta. Suomalainen kemianteollisuus on mukana Kemianteollisuus ry:n kautta (www.chemind.fi). Maailmanlaajuisena kattojärjestönä eri maanosien järjestöille toimii ICCA (the International Council of Chemical Associations, www.icca-chem.org).

European Agency for Safety and Health at Work

Gran Via 33
 E-48009 Bilbao, Spain
 puhelin: +34 94 479 43 60
 faksi: +34 94 479 43 83
 sähköposti: information@osha.eu.int
 Internet-osoite: agency.osha.eu.int

Euroopan unioni perusti viraston tarjoamaan tietoa työturvallisuus- ja työterveyskysymyksistä kiinnostuneille. Virasto on Bilbaon kaupungissa Espanjassa. Se on vuodesta 1997 johtanut verkostoa, joka koostuu kaikissa unionin jäsenvaltioissa toimivista koordinoitikeskuksista. Virasto tekee myös yhteistyötä kansainvälisten järjestöjen, työturvallisuus- ja työterveysviranomaisten ja alan eturyhmien, kuten työmarkkinajärjestöjen, kanssa.

European Union Network on Occupational Safety and Health

European Union Network on Occupational Safety and Health on Euroopan työturvallisuus- ja työterveysviraston tietoverkko, josta voi saada tietoa kunkin EU-maan työterveys- ja työturvallisuusasioista, kuten niihin liittyvistä säädöksistä, hyvistä käytännön ratkaisuksista, tutkimuksesta, koulutuksesta ja julkaisuista. Valittavissa on myös kieli, jolla asiat on esitelty, yleensä maan virallisten kielten lisäksi ainakin englanti. Tietoverkko löytyy osoitteesta europe.osha.eu.int. Verkoston Suomea koskevat sivut tunnetaan nimellä Työsuojelun tietopankki (fi.osha.eu.int).

European Chemicals Bureau (ECB)

Institute for Health and Consumer Protection
Joint Research Centre
Via Fermi 1
I-21020 Ispra (VA), Italy
Internet-osoite: ecb.jrc.it

Euroopan kemikaalitoimiston tehtävänä on EU:n kemikaalilainsäädännön toimeenpano tietyiltä osin: olemassa olevien kemikaalien riskinarviointi (Reg. 793/93/EEC) ja asetuksen nojalla teollisuuden toimittamista kemikaalitiedoista koostuvan IUCLID-tietokannan ylläpito ja kehitystyö, uusien kemikaalien tietokanta ja riskinarviointi (Dir. 93/67/EEC), vaarallisten aineiden luokitus ja merkintä (olemassa olevat ja uudet kemikaalit, pestisidit, Dir. 67/548/EEC), vienti ja tuonti (Reg. 2455/93), testausmenetelmät (Dir. 67/548/EEC, Annex V) ja biosidit (Dir. 98/8/EC). ECB toimii yhteistyössä OECD:n ja YK:n järjestöjen (WHO:n IPCS, ILO) sekä muiden kansainvälisten teollisuuden organisaatioiden (esimerkkinä ICCA:n vapaaehtoinen kemikaalien testausohjelma) kanssa kaikilla yllämainittujen direktiivien toiminta-alueilla. Kemikaaliviraston verkkosivuilta löytyy paljon tietoa yllä mainituista asioista EINECS-luettelo ja EU:n olemassa olevien aineiden (Reg. 793/93/EEC) ohjelmasta valmistuneita riskiarvioreportteja.

IARC (The International Agency for Research on Cancer)

150 cours Albert Thomas
F-69372 Lyon cedex 08, France
puhelin: +33 4 72 738 485
faksi: +33 4 72 738 575
Internet-osoite: www.iarc.fr

IARC on kansainvälinen, osana maailman terveysjärjestöä (WHO) toimiva syöpätutkimuslaitos. Toiminta suuntautuu syövän syiden tutkimiseen ja syövän ehkäisyyn sekä ihmisen elinympäristön mah-

dollisiin karsinogeneeneihin. IARC julkaisee mm. kemiallisten altisteiden karsinogeenisuusarviointeja (IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks of chemicals to humans). Sen ilmaisista Internet-tietokannoista voi saada lisätietoja syöpävaarallisista aineista ja niiden luokituksista.

IOMC (Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals)

Internet-osoite: www.who.int/iomc

IOMC perustettiin vuonna 1995 vahvistamaan kansainvälistä yhteistyötä kemikaaliturvallisuuden alalla. Sysäyksen toiminnalle antoi YK:n vuoden 1992 ympäristö- ja kehityskokouksen (the 1992 UN Conference on Environment and Development) suositukset. Mukana IOMC:in toiminnassa ovat seuraavat organisaatiot: UNEP, ILO, the Food and Agriculture Organization of the United Nations, WHO, the United Nations Industrial Development Organization, the United Nations Institute for Training and Research ja OECD. IOMC:n tehtävänä on koordinoida osallistuvien organisaatioiden käytäntöjä ja toimintoja, niin että ne yhdessä ja erikseen edistävät hyviä kemikaaliturvallisuuskäytäntöjä sekä ihmisten että ympäristön kannalta. IOMC julkaisee IPCS:n tuottamaa Concise International Chemical Assessment Documents (CICAD) -sarjaa.

IPCS (International Programme on Chemical Safety)

World Health Organization

CH-1211 Geneva 27, Switzerland

puhelin: +41 22 791 3588

faksi: +41 22 791 4848

sähköposti: ipcsmail@who.ch

Internet-osoite: www.who.int/pcs

WHO:n IPCS on Genevessä, Sveitsissä toimiva kansainvälinen organisaatio. Sen tehtävänä on edistää ja johtaa kansainvälistä yhteistyötä, jota tehdään kemikaalien haittavaikutusten ja onnettomuuksien arvioimiseksi ja valvomiseksi. Se on perustettu vuonna 1980 UNEP:n, ILO:n ja WHO:n yhteistyöhankkeena. IPCS julkaisee laajoja arviointeja aineiden toksikologiasta ja ekotoksikologiasta Environmental Health Criteria -sarjassa.

Tietoja IPCS:n valmiista ja tekeillä olevista julkaisuista löytyy IPCS:n verkkosivuilta (www.who.int/ipcs/publications/en/). IPCS:n kemikaalikorttiprojektin tuottamia kansainvälisiä kemikaalikortteja on valmiina jo 1 408 aineesta (huhtikuu 2004)

(www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc).
IPCS:n muita palveluita ovat esimerkiksi INCHEM-palvelu, joka tarjoaa käyttöön tuhansia ilmaisia dokumentteja, kuten aineistoja kemikaaliriskien arviointiin ja riskien hallintaan sekä raja-arvoja eri maista (www.inchem.org).

OECD Chemicals Programme

Internet-osoite: www.oecd.org/ehs

OECD:n kemikaaliohjelma perustettiin v. 1971 laajalle levinneen ympäristönsaastumisen ja siitä aiheutuvien haittavaikutusten estämisen kansainväliseksi yhteistyöelimeksi. Tänäpäin OECD:n sihteeristöt 29 jäsenmaassa kehittävät ja koordinoivat ympäristöterveys- ja turvallisuusasioita. Toimintasarkaa riittää kemikaalitestauksen, vaaranarvioinnin, luokitusten ja merkintöjen sekä hyvän laboratoriokäytännön yhdenmukaistamisessa. Muita hankkeita ovat High Production Volume (HPV) Chemicals -ohjelma ja Pollutant Release and Transfer -rekisterityö (PRTR).

UNEP Chemicals (IRPTC)

15, chemin des Anémones

Case postale 356

CH-1219 Châtelaine, Geneva, Switzerland

Internet-osoite: www.chem.unep.ch/irptc/

UNEP Chemicals on YK:n ympäristöohjelman kemikaaleja koskevien toimintojen keskus. Sen tavoitteena on tehdä maailma sekä ihmisille että ympäristölle turvallisemmaksi kemikaaliasioiden osalta. UNEP Chemicalsin sivuilta löytyy tiedonlähdeluetteloita erilaisiin kemikaalitiedon tarpeisiin.

5.5 Kemikaaliturvallisuuden tietokantoja

Varsinaisten tietokantojen sisällössä ja rakenteessa ei ole tapahtunut suuria muutoksia, vaikka viimeisten vuosien aikana on tapahtunut paljon tiedon saatavuuden ja käytettävyyden suhteen. Tietokannat voidaan edelleen jakaa sisällön muodon mukaan kolmeen ryhmään, joita ovat

- faktatietokannat ja faktatietopankit
- viitetietokannat
- kokotekstitietokanta.

Faktatietokannat ja *faktatietopankit* sisältävät valmiiksi kerättyä, usein valikoitua ja aikaisemmin julkaistua tietoa. Tietoon liittyy tavallisesti kirjallisuusviite tiedon alkuperäisestä lähteestä, johon lisätietoja tarvitseva voi tutustua. Kemikaalitietoa sisältävissä faktatietokannoissa tiedot on luokiteltu kemikaaleittain. Tavallisin tiedonhakutapa perustuu kemikaalin nimeen tai sen rekisterinumeroon.

Viitetietokannat sisältävät kirjallisuusviitteitä julkaisuihin. Viitteeseen liittyy usein tiivistelmä. Julkaisut ovat tietokannasta riippuen aikakauslehtiartikkeleita, monografioita tai niiden lukuja, sarjajulkaisuja, väitöskirjoja, raportteja, kongressijulkaisuja, katsauksia, säädöksiä tai turvallisuusmääräyksiä.

Kokotekstitietokannoissa on kokonaisia artikkeleita. Joissakin tietokannoissa viitteestä voi suoraan päästä kokotekstitietokannassa olevaan julkaisun tekstiin, mutta silloin tietokannan käyttäjällä täytyy olla oikeus saada koko teksti esille. Laitos tai yritys voi tehdä sopimuksen kustantajan kanssa saadakseen käyttöönsä sähköisessä muodossa olevat julkaisut tai se voi kuulua laajempaan yhteisöön, esimerkiksi korkeakoulu- ja yliopistokonsortioon, joka huolehtii sopimuksista. Tuhansia aikakauslehtiä on jo käytettävissä sähköisessä muodossa. Mahdollisuudet artikkelin saamiseen verkon kautta ovat koko ajan paranemassa. Tekstitietokannat sisältävät julkaisun tekstin kokonaisuudessaan.

Mikään tietokanta ei anna vastausta kaikkiin kemikaalien turvallisuuteen liittyviin kysymyksiin. Tiedon tarvitsijan on määriteltävä tiedontarpeensa: millaista, mihin liittyvää, miten laajaa ja kuinka perusteellista tietoa hän haluaa. Tietokannan tuottajaorganisaatio ilmoittaa tietokannan sisällön ja kriteerit, joilla tiedot on valittu.

Monet tietokannat ovat ilmaiseksi käytettävissä Internetin välityksellä, mutta usean laajan tietokannan käyttö on maksullista. Tällöin tietokannalla on tavallisesti toinen organisaatio käyttöön asettajana, isäntänä. Isäntäorganisaatio huolehtii tietokannan

käytön sopimuksista. Useat kansainväliset suuret tietokannat ovat useamman isännän kautta käytettävissä. Nykyään myös tietokannan tuottaja voi panna itse tietokannan käyttöön Internet-verkkoon. Osa tietokannoista on edelleen myös CD-ROM-muodossa.

Seuraavassa listassa on esitetty lyhyesti keskeisimpiä kemikaaliturvallisuustietoa sisältäviä tietokantoja. Tietokantojen yhteydessä mainitaan eniten käytössä olevat tietokantojen suoraikäyttöiset järjestelmät eli isännät tai muu käyttöyhteys. Nämä tiedot saattavat muuttua nopeasti. Ajankohtaista tietoa voi saada suoraan Internetistä tai kaksi kertaa vuodessa ilmestyvästä tietokantojen luettelosta Gale Directory of Databases, Gale Research Inc. Detroit MI. Suomessa eniten käytettyjä järjestelmiä ovat

- The Dialog Corporation, A Thompson Company, käsittää Dialog ja DataStar järjestelmät
- DIMDI (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information)
- EINS GEM (European Information Network Services)
- Ovid Technologies
- STN (The Scientific and Technical Information Network)
- TOMES Plus System, MICROMEDEX (sisältää useita toksikologian, työlääketiiden ja ympäristötoksikologian tietokantoja)
- Chemical Information Systems (CIS, sisältää useita kemian alan tietokantoja).
- TOXNET (Toxicology Data Network), NLM:n ylläpitämä toksikologian tietokantojen verkosto, vapaasti käytettävissä Internetin kautta toxnet.nlm.nih.gov.

Suomalaisia tietokantoja

Kansainväliset suomenkieliset kemikaalikortit

tuottaja: Kansainvälinen kemikaaliturvallisuusohjelma (International Programme on Chemical Safety, IPCS) ja Euroopan unionin komissio (CEC). Korttien suomenkielisestä käännöksestä vastaa Työterveyslaitos.

faktatietokanta

sisältö: tietoja noin 1 336 kemikaalista

aiheet: aineen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, lyhyen ja pitkäaikaisen altistumisen vaikutukset, altistumisen aiheuttamat oireet, ensiapu, palo- ja räjähdysvaara, varastointi ja luokitus

käytettävissä: www.ttl.fi/kemikaalikortit

Kemikaalien ympäristötietorekisteri

tuottaja: Suomen ympäristökeskus

faktatietokanta

sisältö: noin 2 750 kemikaalia, noin 3 300 kirjallisuusviitettä

aiheet: kemikaalikohtaista tietoa kemikaalien ympäristövaikutuksista

käytettävissä: Suomen ympäristökeskuksen Internet-sivuilta

www.ymparisto.fi

CD-ROM: EnviChem, DataBank of Environmental Properties of Chemicals

Kemikaalien tuoterekisteri (KETU)

tuottaja: Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus, STTV,

Tuoterekisteriyksikkö

faktatietokanta, kemikaalirekisterin tuoterekisteri

vuodesta: 1979

sisältö: yli 100 000 kemiallista tuotetta

aiheet: tietoja Suomessa markkinoilla olevista vaarallisiksi luokitelluista ja vaaraa aiheuttavista kemikaaleista

päivitys: jatkuva

käytettävissä: <https://eportti.tietopalvelut.com/>

(käyttöoikeus viranomaisilla)

LEO

tuottaja: Työterveyslaitos

viitetietokanta

vuodesta: 1978

sisältö: lähes 40 000 viitettä.

aiheet: Suomessa ilmestynyt työterveys-, työsuojelu- ja työturvallisuusalan kirjallisuus, vuodesta 1994 ainoastaan viitteitä aikakauslehtiartikkeleihin ja säädöksiin

päivitys: jatkuva, noin 2 000 viitettä vuodessa

käytettävissä: Työterveyslaitoksen Internet-palvelu

www1.ttl.fi

TYKI

tuottaja: Työterveyslaitos

viitetietokanta

vuodesta: 1983

sisältö: noin 35 000 viitettä

aiheet: viitteitä työterveys-, työsuojelu- ja työturvallisuusosalta Työterveyslaitoksen tietopalvelukeskuksen kokoelmiin

päivitys: jatkuva

käytettävissä: Työterveyslaitoksen Internet-palvelu

www1.ttl.fi

Ulkomaisia kansallisia ja kansainvälisiä tietokantoja

Kemikaaliturvallisuuden kannalta tärkeimmät tietokannat on merkitty **+**-merkillä.

AQUIRE

(Aquatic Toxicity Information Retrieval Database)

tuottaja: U.S. Environmental Protection Agency (EPA)

kokotekstitietokanta

vuodesta: 1970

sisältö: yli 5 900 kemikaalin noin 150 000 kokotekstitietoa

aiheet: kemikaalin toksisuus makean ja suolaisen veden eliöihin lukuunottamatta bakteereja, lintuja ja nisäkkäitä

päivitys: neljännesvuosittain

käytettävissä: Daylight Chemical Information Systems (CIS)/

Oxford Molecular Group, www.daylight.com

ONLINE: STN

+ BIOSIS Previews

tuottaja: BIOSIS, Yhdysvallat

viitetietokanta

vuodesta: 1969

sisältö: yli 11,5 miljoonaa viitettä tiivistelmiseen maailman-

laajuiseen kirjallisuuteen, joka koostuu alkuperäisistä julkaisuista, katsausartikkeleista, yli 6 000 aikakauslehdestä, kirjoista, monografioista ja kongressijulkaisuista

aiheet: biologia kokonaisuudessaan mukaan lukien sekä perus-

että kokeelliset tutkimukset kemikaalien vaikutuksista ihmiseen, eläimiin, kasveihin ja mikro-organismeihin

päivitys: viikoittain

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja

DataStar, DIMDI, EINS GEM, OVID, STN

+ Chemical Abstracts (CA)

tuottaja: Chemical Abstracts Service (CAS)

viitetietokanta

vuodesta: 1967

sisältö: yli 16 miljoonaa viitettä maailmanlaajuiseen kirjallisuuteen, artikkeleihin, monografioihin, konferenssijulkaisuihin, teknisiin raportteihin, väitöskirjoihin ja patentteihin

aiheet: kaikki kemian alat

päivitys: joka toinen viikko

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja

DataStar, EINS GEM, OVID, STN

CAB Abstracts

tuottaja: Commonwealth Agricultural Bureaux

viitetietokanta

vuodesta: 1972

sisältö: yli 3 miljoonaa viitettä tiivisteltäen kirjallisuuteen,

viitteitä yli 10 000 aikakauslehdestä ja monografiasta

aiheet: maataloustieteet, sen lähialat ja soveltava biologia,

eläinlääketiede ja ravitsemustiede

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: DataStar,

DIMDI, EINS GEM, OVID, STN

CD-ROM: CAB Abstracts on CD-ROM

Tietokantaa voidaan käyttää myös aiheiden mukaisina alaryhminä.

CCRIS (Chemical Carcinogenesis Research Information System)

tuottaja: National Cancer Institute

viite- ja faktatietokanta

vuodesta: 1938 (NLM)

sisältö: yli 8 000 kemikaalia, viitteitä aikakauslehtiin ja

evaluoituihin julkaisuihin

aiheet: kemikaalien karsinogeenisuus ja mutageenisuus, kasvaimet

ja niiden muodostumisen ehkäiseminen

päivitys: kuukausittain

käytettävissä: ONLINE: DIMDI, Internet: NLM TOXNET:

toxnet.nlm.nih.gov

Chemical Evaluation Search and Retrieval System (CESARS)

tuottaja: Michigan State Department of Environmental Quality,

Surface Water Quality Division

kokoteksti- ja faktatietokanta

vuodesta: 1962

sisältö: noin 450 kemikaalia

aiheet: ainetta koskevat fysikaaliset, kemialliset ja biologiseen

organismiin vaikuttavat toksikologiset tiedot

päivitys: jatkuva

käytettävissä: Chemical Information Systems (CIS)/ Oxford Mole-

cular Group.Canadian Centre for Occupational Health and Safety:

www.ccohs.ca/products/databases/cesars.html

Chemical Hazards Response Information System (CHRIS)

tuottaja: U.S. Coast Guard

kokoteksti- ja faktatietokanta

sisältö: noin 1 210 kemikaalia

aiheet: erityisesti vesistöön päässeeseen aineen haittavaikutukset,

aineiden kuljetus ja paloturvallisuus

päivitys: jatkuva

käytettävissä: Chemical Information Systems (CIS)/Oxford

Molecular Group,

Chemical Safety Newsbase (CSNB)

tuottaja: Royal Society of Chemistry

viitetietokanta

vuodesta: 1981

sisältö: yli 45 000 viitettä tiivistelmiseen maailmanlaajuiseen kirjallisuuteen, joka koostuu yli 200 aikakauslehdessä, kirjasta ja raportista sekä säädöksistä ja standardeista

aiheet: terveys ja turvallisuus kaikenlaisessa kemian teollisuudessa, työperäiset altistumiset kemikaaleille ja biologisille aineille, aineiden haittavaikutukset, tulipalot, räjähdykset ja kemikaali-onnettomuudet

päivitys: kuukausittain, noin 300 viitettä

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja DataStar, STN

CD-ROM: Chemical Safety Newsbase

ChemIDplus

tuottaja: National Library of Medicine (NLM), Yhdysvallat
faktatietokanta

sisältö: noin 350 000 kemiallista ainetta, johon NLM:n tietokannoissa on viitattu

aiheet: kemiallisten aineiden synonyymejä, CAS rekisterinumeroita, molekyyliarakenteita ja luettelo tietokannoista, joista kyseessä oleva kemikaali on haettavissa

käytettävissä: Internet: NLM TOXNET: toxnet.nlm.nih.gov

+ CHEMINFO

tuottaja: Canadian Centre for Occupational Health and Safety
kokoteksti- ja faktatietokanta

sisältö: noin 1 100 kemikaalia

aiheet: esiintyminen, käyttö, fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, reaktiivisuus, toksisuus, räjähdysvaarallisuus, työsuojelu ja ensiapu

käytettävissä: ONLINE: Canadian Centre for Occupational Health and Safety ccinfoweb.ccohs.ca

CD-ROM: CCINFO

+ CIS Abstracts

tuottaja: ILO/CIS, Geneve

viitetietokanta

vuodesta: 1972

sisältö: noin 40 000 kirjallisuusviitettä tiivistelmiseen maailmanlaajuiseen kirjallisuuteen, kuten aikakauslehtiartikkeleihin, kirjoihin, tutkimusraportteihin, lakeihin, standardeihin ja kongressijulkaisuihin

aiheet: työterveys, työturvallisuus ja työsuojelu

päivitys: joka toinen kuukausi, noin 350 viitettä

käytettävissä: ONLINE: Canadian Centre for Occupational Health and Safety, (CISILO), EINS GEM (CISDOC), Karolinska Institute Library and Information Center, SilverPlatter Information

CD-ROM: OSHROM, CCINFO

DART (Developmental and Reproductive Toxicology)

tuottaja: National Library of Medicine (NLM), EPA, NIEHS ja NCTR

viitetietokanta

vuodesta: 1989 (jatkaa tietokantaa ETICBACK)

sisältö: yli 37 000 viitettä maailmanlaajuiseen kirjallisuuteen
aiheet: kemikaalien teratogeenisuus ja lisääntymiseen liittyvän toksikologia

päivitys: noin 3 600 viitettä vuodessa

käytettävissä: Internet: NLM TOXNET: toxnet.nlm.nih.gov

+ DERWENT CROP PROTECTION FILE (Pestdoc)

tuottaja: Derwent Information Ltd, Iso-Britannia

viitetietokanta

vuodesta: 1968

sisältö: yli 300 000 viitettä maailmanlaajuisesti aikakauslehtiartikkeleihin

aiheet: torjunta-aineet ja maatalouskemikaalit, niiden biologiset ja kemialliset ominaisuudet, toksikologia, lainsäädäntö ja käyttörajoitukset

päivitys: 8 kertaa vuodessa

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: DataStar, Questel - Orbit, STN

DIRLINE (Directory of Information Resources online)

tuottaja: National Library of Medicine (NLM)

faktatietokanta

aiheet: tietoa lähinnä yhdysvaltalaisista terveydenhuollon ja biolääketieteen organisaatioista, informaatiokeskuksista ja tutkimuslaitoksista, mukana on myös kansainvälisiä organisaatioita
käytettävissä: Internet: NLM dirline.nlm.nih.gov

EINECS

tuottaja: European Commission, Office of Official Publications

faktatietokanta

vuodesta: 1971–1981

sisältö: EU-maiden vuosien 1971–1981 identifiointi- ja luettelointitiedot yli 100 000 kemikaalista sekä EU:n vaatimusten mukaiset merkintätiedot 1 031:stä vaaralliseksi todetusta kemikaalista

käytävissä ESIS-järjestelmässä ecb.jrc.it

CD-ROM: EINECS PLUS

+ EMBASE (EXCERPTA MEDICA)

tuottaja: Elsevier Science B.V. Alankomaat

viitetietokanta

vuodesta: 1974

sisältö: yli 7 miljoonaa viitettä tiivistelmiseen yli 3 800 aikakauslehden artikkeleihin

aiheet: biolääketiede koko laajuudessaan, mukaan lukien

työläketiede, farmakologia ja toksikologia

päivitys: viikoittain

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja DataStar, DIMDI, OVID, STN

Internet www.embase.com, vaatii käyttösovimuksen

CD-ROM: aiheittain (Section)

EMIC (Environmental Mutagen Information Center)

tuottaja: Oak Ridge National Laboratory, EPA, NIEHS ja NLM

viitetietokanta

vuodesta: vuodet 1950–1992 EMICBACK ja vuodesta 1992 EMIC

sisältö: yli 100 000 viitettä maailmanlaajuiseen kirjallisuuteen

aiheet: tutkimukset, joissa on selvitetty kemiallisten, biologisten ja fysikaalisten tekijöiden genotoksisia vaikutuksia

käytettävissä: Internet: NLM TOXNET <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?EMIC>

ENVIROLINE

tuottaja: Congressional Information Service, Inc. (CIS)

viitetietokanta

vuodesta: 1971

sisältö: noin 187 000 viitettä tiivistelmiseen aikakauslehti-artikkeleihin ja kongressijulkaisuihin

aiheet: ympäristötieteet ja kemiallisten aineiden ympäristövaikutukset sekä luonnonvarojen käyttö

päivitys: kuukausittain

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja DataStar, DIMDI, EINS GEM, FIZ Technik, Questel - Orbit

CD-ROM: Enviroline

GENE-TOX (Genetic Toxicology)

tuottaja: NLM ja U.S. EPA

faktatietokanta

sisältö: 3 000 kemikaalia

aiheet: arvioitua tietoa kemikaalin toksisuudesta, geneettisestä toksisuudesta ja mutageenisuudesta

päivitys: tarpeen mukaan

käytettävissä: Internet: NLM TOXNET toxnet.nlm.nih.gov

+ GESTIS-Stoffdatenbank

tuottaja: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA)

kokoteksti- ja faktatietokanta

sisältö: noin 7 000 ainetta

aiheet: työpaikan vaaraa aiheuttavat kemikaalit, haittavaikutukset ihmiselle, kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet, turvallisuustoimenpiteet, ensiapuohjeet, säädökset ja lainsäädäntö

päivitys: jatkuva

käytettävissä: Internet:

www.hvbg.de/bgja/gestis-database

+ HSDB

tuottaja: National Library of Medicine (NLM)

kokoteksti- ja faktatietokanta

vuodesta: 1985

sisältö: yli 4 500 kemikaalia, keskeisiä julkaisuja, monografioita ja raportteja (peer review)

aiheet: haitalliseksi tunnettuja tai suuresti altistavia kemikaaleja, niiden valmistus-, käyttö-, toksisuus- ja ympäristötietoja

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja DataStar, TOMES Plus

internet: NLM TOXNET: toxnet.nlm.nih.gov

HSELINE

tuottaja: Health and Safety Executive, Sheffield

viitetietokanta

vuodesta: 1977

sisältö: lähes 200 000 viitettä tiivistelmiseen maailmanlaajuiseen kirjallisuuteen, joka koostuu aikakauslehtiartikkeleista, kirjoista ja konferenssijulkaisuista

aiheet: työterveys, työturvallisuus ja työsuojelu

päivitys: noin 1 000 viitettä vuosittain

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja DataStar, EINS GEM, Questel-Orbit, SilverPlatter Information

CD-ROM: OSH-ROM

IRIS, Integrated Risk Information System

tuottaja: U.S.Environmental Protection Agency

faktatietokanta

sisältö: noin 700 haitallista kemikaalia

aiheet: altistumisen raja-arvoja ja terveydelle haitallisen vaikutuksen riskinarviointeja

käytettävissä: ONLINE: TOMES Plus

internet: NLM TOXNET: toxnet.nlm.nih.gov

IUCLID (International Uniform Chemical Information Database)

tuottaja: European Risk Assessment Programme on Existing Substances

faktatietokanta

vuodesta: 1994

sisältö: yli 10 000 kemikaalia

aiheet: Euroopan neuvoston säädöksen EEC No. 793/93 mukaisia tietoja, kemikaalien fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, ympäristövaikutukset, toksisuus ja ekotoksisuus

päivitys: joka kolmas vuosi

käytävissä ESIS-järjestelmässä ecb.jrc.it

CD-ROM: IUCLID

+ MEDLINE

tuottaja: National Library of Medicine

viitetietokanta

vuodesta: 1966

sisältö: yli 6,8 miljoonaa viitettä noin 3 900 aikakauslehden artikkeleihin, tiivistelmät noin 60 % artikkeleista

aiheet: biolääketiede ja hoitotiede

päivitys: jatkuva

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja DataStar, DIMDI, EINS GEM, Karolinska Institute Library and Information Center, OVID, STN
internet: U.S. National Library of Medicine (NLM): PubMed, www.nlm.nih.gov
CD-ROM: eri Medline-versioita

MHIDAS (Mazor Hazard Incident Data Service)

tuottaja: Atomic Energy Authority ja Health and Safety Executive, Sheffield
onnettomuusrekisteritietokanta
vuodesta: 1964
sisältö: noin 8 000 kemiallista ainetta
aiheet: tietoja yli 100 maan kemikaalionnettomuuksista ja vaaratilanteista
päivitys: neljännesvuosittain
käytettävissä: ONLINE: EINS GEM, SilverPlatter Information
CD-ROM: OSH-ROM

+ NIOSHTIC

tuottaja: U.S.National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)
viitetietokanta
vuodesta: 1900
sisältö: yli 200 000 viitettä tiivistelmiseen kirjallisuuteen, joka koostuu noin 400 keskeisestä aikakauslehtiartikkelista, kirjoista ja raporteista
aiheet: kaikki työterveyteen ja työturvallisuuteen liittyvät seikat: toksikologia, epidemiologia, patologia, työlääketiede, työtaturmat ja altistuminen fysikaalisille ja kemiallisille tekijöille
päivitys: neljännesvuosittain, noin 1 500 viitettä (Tietokantaan ei ole lisätty uusia viitteitä vuoden 1998 syyskuun jälkeen.
Canadian Centre for Occupational Health and Safety ylläpitämä tietojärjestelmä sisältää NIOSHTICin seuraajan, OSHLINE-tietokannan, mihin indeksoidaan 190 peer review -aikakauslehteä sekä muita julkaisuja.)
käytettävissä: ONLINE: Canadian Centre for Occupational Health and Safety, The Dialog Corporation: Dialog, EINS GEM, Karolinska Institutet Library and Information Center, SilverPlatter Information
CD-ROM: OSH-ROM

OHM/TADS (Oil and Hazardous Materials/ Technical Assistance Data System)

tuottaja: U.S.Environmental Protection Agency

faktatietokanta

sisältö: yli 1 300 kemikaalia

aiheet: vaikutukset terveyteen ja ympäristöön

käytettävissä: ONLINE: TOMES Plus

+ REPRORISK, Reproductive Risk Information System

tuottaja: MICROMEDEX

kokotekstitietokanta

sisältö: Reprotextissä yli 600 teollisuudessa käytettyä kemikaalia, Reprotoxissa yli 4 000 kemikaalia

aiheet: kemikaalien, lääkeaineiden ja ympäristötekijöiden vaikutukset ja riskinarvioinnit ihmisen lisääntymisterveyteen

(Käsittää tietokannat REPROTEXT, Reproductive Hazard Reference, jossa on viitteitä toksisuuden arviointia käsitteleviin katsausartikkeleihin ja REPROTOX, jonka ylläpitäjä on Reproductive Toxicology Center, Columbia Hospital for Women Medical Center, Washington)

päivitys: jatkuva

käytettävissä: ONLINE: TOMES Plus

+ RISKLINE

tuottaja: National Chemicals Inspectorate Library (KEMI)

viitetietokanta

vuodesta: 1972

sisältö: noin 7 000 viitettä tiivistelmiseen arvioituihin julkaisuihin

aiheet: yksittäisien kemikaalien tai kemikaaliryhmien toksikologia ja ekotoksikologia, julkaisijoita ovat kemikaaliturvallisuukselvityksiä laativat eri organisaatiot ja järjestöt

päivitys: neljännesvuosittain, noin 150 viitettä

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja

DataStar, DIMDI, STN, osana TOXLINE-tietokantaa

(ks. Toxline)

internet: NLM TOXNET: toxnet.nlm.nih.gov, KEMI:

www.kemi.se

+ RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemical Substances)

tuottaja: U.S. National Institute for Occupational Safety and Health
faktatietokanta

vuodesta: 1977

sisältö: yli 140 000 kemikaalia

aiheet: kemikaalien akuutti ja krooninen vaikutus,
karsinogeenisuus, mutageenisuus ja vaikutus lisääntymisterveyteen
päivitys: neljännesvuosittain

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja
DataStar, DIMDI, STN, TOMES Plus

CD-ROM

+ TOXLINE

tuottaja: National Library of Medicine (NLM), Yhdysvallat
viitetietokanta

vuodesta: 1965

sisältö: yli 2,3 milj. viitettä tiivistelmineen

aiheet: kaikki toksikologian ja kemikaalien haittavaikutuksiin
liittyvät asiat mukaan lukien lääkeaineet, torjunta-aineet,
mutageenit, teratogeenit, ravinnon lisäaineet, teollisuus-,
kotitalous- ja ympäristökemikaalit

päivitys: kuukausittain, noin 5 000 viitettä

käytettävissä: ONLINE: The Dialog Corporation: Dialog ja
DataStar, DIMDI, STN

internet: NLM TOXNET: toxnet.nlm.nih.gov

CD-ROM: Toxline on SilverPlatter

TRI (Toxic Chemical Release Inventory)

tuottaja: National Library of Medicine (NLM) Yhdysvallat
kokotekstitietokanta

aiheet: Yhdysvaltojen teollisuudelta saadut tiedot ja vuosittaiset
arviot ympäristöön päästetyistä haitallisista kemikaaleista, tiedot
käsittelevät päästöjä ilmaan, vesistöön ja maaperään sekä
kemikaalien osuutta jätteissä ja kierrätyksessä

käytettävissä: Internet: NLM TOXNET: toxnet.nlm.nih.gov

5.6 Kemikaaliturvallisuutta käsittelevä kirjallisuus

Käsi­kirjat, turvalli­suusohjekokoelmat ja erilaiset oppaat ovat tärkeitä lähteitä, kun tehdään vaaran- ja riskinarviointeja. Seuraavassa on lueteltu erityyppisiä teoksia aihealueelta.

Useimmat alla luetelluista teoksista on hankittu Työterveyslaitoksen Tietopalvelukeskuksen kokoelmiin. Tietopalvelukeskuksen tietokannoista (www1.ttl.fi) voi seurata konserniin hankittua kirjallisuutta (TYKI-tietokanta) sekä Suomessa työterveyden ja työsuojelun alalta julkaistuja artikkeleita ja säädöksiä (LEO-tietokanta). Tietoa myynnissä olevista Työterveyslaitoksen julkaisemista ja kustantamista kirjoista saa vuosittain ilmestyvästä aiheiden mukaan järjestetystä julkaisuluettelosta (www.ttl.fi/julkaisu).

Ulkomaiset käsi­kirjat ja turvalli­suusohjekokoelmat

Ballantyne B., Marrs T., Syversen, T. (eds.): General & applied toxicology. Vol. 1–3. 2nd ed. Macmillan Reference, London 2000.

Bingham E., Cofrissen B., Powell C. H. (eds.): Patty's toxicology. Volumes 1–9. 5th ed. John Wiley & Sons, New York, NY, 2001. Keskeisimpiä toksikologian käsi­kirjoja, saatavana myös CD-ROM- ja web-versioina.

Chemical safety data sheets. Vol. 1–5. Royal Society of Chemistry, Cambridge 1988–1992. Aineryhmittäinen asiantuntevasti toimitettu turvalli­suustiedotekokoelma.

Dangerous substances. Croner Publications, Kingston upon Thames 2000. Kaksi täydennettävää kansiota, englantilainen vaarallisten aineiden luokituksia, merkintöjä, turvalli­suusmääräyksiä ja -ohjeita käsittelevä kokoelma. Korttiosan päivitykset alkaneet ilmestyä CD-ROM-versiona vuonna 2001.

Falbe J., Regitz M. (Hrsg.): Römpf-Lexikon Chemie. Band 1–6. 10. völlig überarb. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1996–1999. Koko kemian alan kattava moniosainen tietosanakirja.

Fishbein L. (ed.) General Scientific Principles of Chemical Safety, IPCS Training Module No. 4. whqlibdoc.who.int/hq/2000/WHO_PCS_00.8_pp1-104.pdf (osoite tarkistettu 2.12.2004).

Foden C. R., Weddell J.: Hazardous materials emergency action data. Lewis Publishers, Boca Raton, FL 1992. Täydennettävä kansio.

Guidance on risk assessment at work. Health and safety. Office for Official Publications of the European Communities, European Commission Directorate-general V, Luxembourg 1996.

Harris R. L. (ed.): Patty's industrial hygiene. Volumes 1–4. 5th ed. John Wiley & Sons, New York, NY 2000. Laaja työhygienian käsikirja, saatavana myös CD-ROM- ja web-versioina.

Hayes W. A. (ed.): Principles and methods of toxicology. 4th ed. Taylor & Francis, Philadelphia PA 2001.

Hazardous chemicals in human and environmental health: a resource book for school, college and university students. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva 2000.

Hommel G.: Handbuch der gefährlichen Güter: Merkblätter. Transport- und Gefahrenklassen. Erläuterungen und Synonymliste. 6. neu bearb. Aufl. Springer-Verlag, Berlin 2001. Täydennettävät kansiot, turvallisuusohjekortit lähes 2 000 aineelle.

Howard P. H. (ed.): Handbook of environmental fate and exposure data for organic chemicals. Lewis Publishers, Boca Raton, FL 1990. Moniosainen teos, jonka osat 1–5 (1990–1997) käsittelevät laajassa tuotannossa olevien ja haitallisten orgaanisten kemikaalien, kuten liuottimien ja torjunta-aineiden, ympäristövaikutuksia ja altistumistietoja.

Howard P. H., Neal M. (eds.): Dictionary of chemical names and synonyms. Electronic edition. Synapse Information Resources. Endicott, NY. Uusin päivitys vain sähköisessä muodossa, 25 000 kemikaalia, 150 000 synonyymia.

International chemical safety cards. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 1990. (EUR;12561) Kansainvälisen kemikaaliturvallisuusohjelman (International Programme on Chemical Safety, IPCS) ja Euroopan unionin komission (CEC) yhteistyössä toteuttama kemikaalikorttikokoelma. Kortteja on julkaistu päivitettyinä ja niitä on julkaistu myös sähköisessä muodossa eri kielillä (www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc).

IPCS Environmental Health Criteria 210. Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals. World Health Organization, Geneva 1999.

IPCS Environmental Health Criteria 212. Principles and methods for assessing allergic hypersensitization associated with exposure to chemicals. WHO, Geneva 1999.

IPCS Environmental Health Criteria 214. Human exposure assessment. WHO, Geneva 2000.

IPCS Environmental Health Criteria 222. Biomarkers in risk assessment. Validity and validation WHO, Geneva 2001.

IPCS Environmental Health Criteria 223. Neurotoxicity risk assessment for human health. Principles and approaches, WHO, Geneva 2001.

IPCS Environmental Health Criteria 225. Principles for evaluating health risks to reproduction associated with exposure to chemicals. WHO, Geneva 2001. Sähköisessä muodossa IPCS INCHEM -palvelussa (www.inchem.org).

Keith L. H., Walters D. B. (eds.): Compendium of safety data sheets for research and industrial chemicals. Part 1–6. VCH Publishers, New York 1986–1987.

Klaassen C. D., Amdur M. O., Doull J.: Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons. 5th ed. McGraw-Hill, New York, NY 1996. Hyvä toksikologian oppikirja.

Kroschwitz J. I. (ed.): Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology. Volumes 1–25 and supplement. 4th ed. Wiley, New York, NY 1991–1998. Laaja kemian tekniikan käsikirja, saatavana myös DVD- ja CD-ROM-versioina.

Kühn R., Birett K.: Merkblätter gefährliche Arbeitsstoffe. Band 1–8 + Registerband 1. 10. Aufl. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech 2000. 9 täydennettävää kansiota ja päivittyvä CD-ROM-levy, aine- ja tapaturmakohtaisia ohjekortteja vaarallisista aineista, laaja kemikaalien käsittelyä ja lainsäädäntöä käsittelevä saksankielinen teos.

Lewis R. J. (rev.): Hawley's condensed chemical dictionary. 14th ed. Wiley, New York, NY 2001.

Lewis R. J.: Sax's dangerous properties of industrial materials. Volumes 1–3. 10th ed. John Wiley & Sons, New York, NY 1999. Tiivistä tietoa suuresta määrästä teollisuuskemikaaleja, saatavana myös CD-ROM-versiona.

Luxon S. G. (ed.): Hazards in the chemical laboratory. 5th rev. & exp. ed. Royal Society of Chemistry, Cambridge 1992. Laboratoriokemikaalien turvallisuusohjeita.

The Merck index: an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. 13th ed. Merck, Whitehouse Station, NJ, 2001. Saatavana myös päivittyvänä CD-ROM-versiona.

Milne G. W. A. (ed.): Gardner's chemical synonyms and trade names. 11th ed. 1999. 35 000 ainetta, 100 000 synonyymia, 5 000 eniten tuotettua kaupallista kemikaalia, 1 500 maatalouskemikaalia jne.

Niesink R. J. M., de Vries J., Hollinge M. A. (eds.): Toxicology: principles and applications. CRC Press, Boca Raton, FL 1996.

NIOSH pocket guide to chemical hazards. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH 1997. (DHHS(NIOSH) publication ; 97–140) Päivitettyinä sähköisessä muodossa osoitteessa www.cdc.gov/niosh/npg/.

Paustenbach D. J. (ed.): Human and ecological risk assessment : theory and practice. Wiley-Interscience, New York, NY 2003.

Pohanish R. (ed.): Sittig's handbook of toxic and hazardous chemicals and carcinogens. Vol. 1-2. 4th ed. Noyes Publications / William Andrew Publishing, Norwich NY 2002.

Richardson M. L., Gangolli S. (eds.): The dictionary of substances and their effects (DOSE): Vol. 1–7 and index. Royal Society of Chemistry, London 1992–1995. Toinen, uusittu, päivitetty ja laajennettu painos ilmestyi lokakuussa 1999. Tietoa 4 100 kemikaalin terveys- ja ympäristövaikutuksista, saatavana myös päivittyvänä CD-ROM-versiona (DOSE on CD-ROM). Painetun laitoksen tilaajilla on mahdollisuus käyttää ilmaiseksi myös sähköistä web-versiota RSC:n sivuilta.

Roth L., Daunderer M.: Giftliste: giftige, gesundheitsschädliche, reizende und krebserzeugende Stoffe. 5. Aufl. Ecomed, Landsberg/Lech 2001. 5 täydennettävää kansiota, sisältää tietoa myös myrkyllisistä ja allergiaa aiheuttavista kasveista.

Snyder R. (ed.): Ethel Browning's toxicity and metabolism of industrial solvents. 2nd ed. Elsevier, Amsterdam 1987–1992.

Technical guidance documents in support of the Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new substances and the Commission Regulation EC 1488/94 on risk assessment for existing substances. Brussels: Commission of the European Communities, 2003. Verkossa: ecb.jrc.it/existing-chemicals/

Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. 40 Volumes. 6th ed. Wiley-VCH, Weinheim 2002. Laaja teollisen kemian käsikirja, jossa kemikaaleja on käsitelty aineryhmittäin aihealueina niiden ominaisuudet, valmistusprosessit, käyttö ja toksikologia. Teos on ilmestynyt myös CD- ja web-versioina.

Urben P. G. (ed.): Bretherick's handbook of reactive chemical hazards. Vol. 1–2. 6th rev. ed. Butterworth-Heinemann, London 1999. Saatavana myös CD-ROM- ja web-versioina.

Verschueren K.: Handbook of environmental data on organic chemicals. Vol. 1-2. 4th ed. Wiley, New York, 2001. Saatavana myös CD-ROM-levyllä.

Wexler P. (ed.): Encyclopaedia of toxicology. Vol. 1–3. Academic Press, San Diego 1998. Toksikologian hakuteos.

Wexler P. (ed.): Information resources in toxicology. 3rd ed. Academic Press, San Diego, CA 2000. Käsikirja toksikologian tiedonlähteistä.

Kotimaista kirjallisuutta

Turvallisuusohjeet, opas- ja oppikirjat

Aitio A., Luotamo M., Kiilunen M. (toim.): Kemikaalialtistumisen biomonitorointi. Työterveyslaitos, Helsinki 1995. Tietoa aineista, joille altistumista voidaan seurata mittaamalla niitä tai niiden metabolia-tuotteita ihmisen elimistöstä, yleensä verestä tai virtsasta. Kustakin aineesta tai aineryhmästä on kirjassa laaja katsaus, joka käsittelee sen esiintymistä, käyttöä, terveysvaikutuksia, mittauksia ja niiden tulkin-taa.

Antti-Poika M. (toim.): Työperäiset sairaudet. Työterveyslaitos, Hel-sinki 1993. Tietoa ammattitaudeista ja niiden aiheuttajista esimerkiksi työterveyshuoltoon erikoistuville lääkäreille.

Holopainen M. (toim.): Ympäristöterveyden erityistilanteiden opas. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 4/2000. Sosiaali- ja terveystmi-nisteriö, Helsinki 2000. www.stm.fi/suomi/eho/julkaisut/ytheri/ythersis.htm.

Kalliokoski P., Pfäffli P., Riihimäki V. ym. (toim.): Työhygieniä: työolot ja niiden parantaminen. Työterveyslaitos, Helsinki 1992.

Kansainväliset suomenkieliset kemikaalikortit. IPCS:n suomennettui-hin kortteihin on lisätty Suomea koskevia tietoja, kuten HTP-arvoja ja biomonitoroinnin toimenpiderajoja, päivitetty kortit käytettävissä In-ternetissä osoitteessa www.ttl.fi/kemikaalikortit.

Kemi-Arvi 3. Tietokoneohjelma yrityksen kemikaalien luetteloinnin ja työpaikan kemiallisten riskien arvioinnin apuvälineeksi. Versio 3. So-siaali- ja terveysministeriön julkaisumyynti, Tampere. Ohjelma on asen-nettavissa Euroopan työterveys- ja työturvallisuusviraston sivuilta fi.osha.eu.int/good_practice/ohjeet/stm/kemiarvi/kemiarvi.stm.

Kemikaalialtistumisen biomonitorointi: näytteenotto-ohjeet. 12. pai-nos. Työterveyslaitos, Helsinki 2004. Vuosittain ilmestyvät näytteenot-to-ohjeet ja viitearvot altistusmittauksille. Ohjeet löytyvät myös säh-köisessä muodossa Työhygienian ja toksikologian osaston (www.ttl.fi/tt) Palvelut-osiosta.

Kemikaalilta suojaavan käsineen valinta. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 26. Sosiaali- ja terveysministeriö Työsuojeluosasto, Tampere, 2002.

Koulu M., Tuomisto J. (toim.): Farmakologia ja toksikologia. 6. p. Medicina, Kuopio 2001. Farmakologian ja toksikologian oppikirja.

Nikunen E., Leinonen R., Kemiläinen B., Kultamaa A.: Environmental properties of chemicals. Vol. 1–2. Finnish Environment Institute, Helsinki 2000. Saatavissa myös CD-ROM-tietokantana EnviChem (Data Bank of Environmental Properties of Chemicals) / Finnish Environment Institute, Chemicals Division sekä Internetin kautta Kemikaalien ympäristötietorekisterinä (www.ymparisto.fi > Yritykset ja yhteisöt > Kemikaaliasiat > Kemikaalien ympäristötietopalvelu > Kemikaalien ympäristötietorekisteri).

Nikunen E., Leinonen R.: Ympäristölle vaaralliset kemikaalit – riskin arviointi ja luokitus. Uus. p. Chemas Oy, Kemianteollisuus, Helsinki 2002.

Ohje työterveys- ja turvallisuusjohtamisjärjestelmistä. Standardi BS 8800:fi. SFS, Helsinki, 1997.

Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet: turvallisuusohjeet. Chemas, Helsinki 1992, 1994. 50 aineen ohjekokoelma (25 + 25 ohjelehteä) onnettomuuden varalle sisältää tietoa aineiden terveys- ja ympäristövaaroista, toiminnasta onnettomuustilanteissa sekä ehkäisevistä toimenpiteistä. Kokoelmaa täydennetään ja tietoja päivitetään alan organisaatioiden yhteistyönä, päivitetty ohjeet 84 aineelle sekä laaja käyttäjän opas on julkaistu Internetissä (www.ttl.fi/OVA).

Pääkkönen R., Rantanen S.: Työympäristön kemiallisten ja fysikaalisten riskien arviointi ja hallinta. 3., uud. p. Työterveyslaitos, Helsinki 2003.

Riskin arviointi. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 14. Sosiaali- ja terveysministeriö Työsuojeluosasto, Tampere 2003.

Sisäilmastoluokitus 2000. Sisäilmayhdistys, Rakennustietosäätiö, Suomen Arkkitehtiliitto, Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto ja Suunnittelu ja konsulttitoimistojen Liitto. Espoo 2001.

Starck J. ym. (toim.): Henkilönsuojaimet työssä. 4., uud. p. Työterveyslaitos, Työturvallisuuskeskus, Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki 2001.

Tietoa kemikaaleista. Kansio. Suomen ympäristökeskus, Helsinki 1994. Tiedotteita julkaistaan tietyistä ympäristönsuojelun kannalta kiinnostavista kemikaaleista, saatavissa toistakymmentä nelisivuista tiedotetta ja niihin liittyvä tulkintaopas.

Ympäristöjärjestelmät ja auditoinnit. SFS-EN ISO 14000 standardit. SFS, Helsinki, 1997.

Alakohtaiset kemikaaliturvallisuusoppaat:

Degerth R. ym.: Metallialan kemikaalivaarat hallintaan. Työterveyslaitos, Helsinki 1999.

Degerth R., Tamsi-Joensuu A, Silvo K: Pyykkäriin kemikaalivaarat hallintaan: opas kemiallisille pesuloille. Työterveyslaitos, Helsinki 1999.

Heinonen T.: Ongelmajäteopas. 2. uud. p. Ekokem, Riihimäki 2001. Ekokem Oy:n verkkosivuilta (www.ekokem.fi) löytyy lisää ongelmajätteen käsittelyyn liittyvää tietoa ja tiedonlähteitä.

Mäkelä E., Tammela E.: Suojakäsineiden hankinta, valinta ja käyttö autoalalla. Työterveyslaitos, Vantaa 2000.

Rantala K ym.: Graafisen alan kemikaalivaarat hallintaan. Työterveyslaitos, Työsuojelurahasto, Helsinki 1999.

Riala R. ym.: Auto- ja huoltamokemikaalien turvallinen käsittely. Työterveyslaitos : Työsuojelurahasto, Helsinki 1999.

Riala R. ym.: Rakennusalan kemikaalien turvallinen käsittely. Työterveyslaitos, Työsuojelurahasto, Helsinki 1999.

TOKEVA-ohjeet. 2. painos. Pelastusopisto, Kuopio 1996.

Torjuntaohjeet kemikaalien vaaratilanteille. Päivityssivut ovat ilmaiseksi tulostettavissa Internetistä Pelastusopiston kotisivulta (www.pelastusopisto.fi/tokeva/).

Yrjänheikki E. (toim.): Laboratorio kehittyvänä työympäristönä. 4., uud. p. Työterveyslaitos, Helsinki 1996.

Säädökset ja niiden soveltamisoppaat

Lainsäädäntötiedot kannattaa aina tarkistaa esimerkiksi Valtion säädöstietopankista (www.finlex.fi), jotta käytössä on varmasti viimeisin tieto. Kemikaalineuvottelukunnan (KENK) kotisivu on myös hyvä lähde ajankohtaiseen kemikaalitiedon seurantaan (www.stm.fi/Resource.ppx/orgns/...). Sieltä saa tietoa esimerkiksi EU:n uudesta kemikaalilainsäädännöstä ja sen täytäntöönpanosta Suomessa.

Braunschweiler H., Karvinen P., Ylä-Mononen L.: Kemikaalilaki: opas valmistajille ja käyttäjille, osa 3. Biosidivalmisteet. Chemas Oy, Kemianteollisuus, Helsinki 2000.

Chemicals control in Finland: legislation and authorities. 3rd ed. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 5/1999. Chemas, Ministry of Social Affairs and Health, Advisory Committee on Chemicals, Helsinki 1999.

Eerola R.: Ympäristölle vaarallisten kemikaalien markkinavalvonta. Ympäristöopas 42, Ympäristöministeriö. Suomen ympäristökeskus, Helsinki 1998.

Fors P.: Kunnan kemikaalivalvontaviranomaisen opas. 4., uud. p. Sosiaali- ja terveysministeriö, kemikaalineuvottelukunta, Ympäristö ja terveys -lehti, Helsinki 2002.

HTP-arvot 2002. Työsuojelusäädöksiä 3/2002. Sosiaali- ja terveysministeriö Työsuojeluosasto, Kemian työsuojeluneuvottelukunta, Tampere 2002. Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet (www.ketsu.net/htp/).

Kemialliset tekijät. Toimenpiteet työpaikoilla. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 9. Sosiaali- ja terveysministeriö Työsuojeluosasto, Kemian työsuojeluneuvottelukunta, Tampere 2003.

Kemikaalilainsäädäntö ja -valvonta Suomessa. 2. p. Sosiaali- ja terveysministeriön esitteitä 1/2000. Kemikaalineuvottelukunta, Sosiaali- ja terveysministeriö, Kauppa- ja teollisuusministeriö, Ympäristöministeriö, Helsinki 2000.

Kemikaalilainsäädäntö: markkinoille luovuttajan toimenpiteet. Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 10. Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki 2004.

Kemikaalilaki muutoksineen ja sen nojalla annetut säädökset. Suomen säädöskokoelma 744/1989 (www.finlex.fi).

Laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien rekisteristä. Suomen säädöskokoelma 717/2001 (www.finlex.fi).

Luhtanen R. (toim.): Räjähdyksivaaralliset aineet, painelaitteet, vaarallisten kemikaalien teollinen käsittely ja varastointi. Lakikokoelma 2003. Edita, Helsinki 2003. Teoksessa on kemikaalilain ja lain räjähdysvaarallisista aineista ohella keskeiset räjähteitä, räjäytystyötä, neste- ja maakaasua sekä öljylämmityslaitteita koskevat säädökset.

Luhtanen R. (toim.): Työpaikan kemikaalilainsäädäntö. Lakikokoelma 2002. Edita, Helsinki 2002. Teoksessa on kemikaalilain lisäksi kemikaalien myyntiä, varastointia ja teollista käsittelyä koskevat yleiset kemikaalisäädökset. Kemikaalien käyttöä työpaikoilla käsittelevä lainsäädäntö on teoksessa omana osastonaan.

Luhtanen R. (toim.): Työpaikan lakikirja 2004. Edita, Helsinki 2004. Vuosittain ilmestyvä lakikokoelma antaa tietoa myös työterveys- ja työsuojelulainsäädännöstä.

Ohje kemikaalien kappalevarastosta. 6., uud. p. Chemas, STM, Kemikaalineuvottelukunta, Helsinki 2002.

Pyötsiä J.: Kemikaalilaki: opas valmistajille ja käyttäjille, osat 1 ja 2. 5. p. Chemas, Kemianteollisuus, Helsinki 2002. Oppaasta tehdään aika ajoin uusia painoksia kemikaalilainsäädännön muuttuessa. Osa 3: Biosidivalmisteet ks. Braunschweiler H.

Pyötsiä J.: REACH-asetusehdotuksen sisältö ja varautuminen yrityksissä. Chemas, Helsinki 2004. Opas EY:n uuden kemikaaliasetusehdotuksen keskeisestä sisällöstä. Kirjassa kuvataan asetusehdotuksen tärkeimmät kohdat ja annetaan yleisiä ohjeita siitä, miten asetuksen toimeenpanoon voi ennalta varautua.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista. Suomen säädöskokoelma 190/2002 (www.finlex.fi).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus kemikaaleja koskevien tietojen toimittamisesta Suomen säädöskokoelma 374/2002 (www.finlex.fi).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä. Suomen säädöskokoelma 807/2001 (www.finlex.fi). Vaarallisia valmisteita koskevan, niin sanotun seosdirektiivin (1999/45/EY) 1. teknistä mukautusta koskeva asetus.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus käyttöturvallisuustiedotteesta. Suomen säädöskokoelma 1202/2001 (www.finlex.fi).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus vaarallisten aineiden luettelosta. Suomen säädöskokoelma 624/2001 (www.finlex.fi). Sosiaali- ja terveysministeriö vahvistaa EY:n komission direktiivien mukaisesti luettelon yleisimmistä vaarallisista aineista, niiden luokituksista, varoitusmerkinnöistä, vaaraa osoittavista standardilausekkeista (R-lausekkeet) ja turvallisuustoimenpiteistä aiheutuvista standardilausekkeista (S-lausekkeet). Luettelo uusitaan aika ajoin vastaamaan ainedirektiivin uusimpia teknisiä mukautuksia, ja se julkaistaan asetuksen liitteenä Suomen säädöskokoelmassa (www.finlex.fi).

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös sikiön kehitykselle ja raskaudelle vaaraa aiheuttavista tekijöistä ja vaaran arvioimisesta muutoksineen. Suomen säädöskokoelma 931/1991 ja 1155/1999 (www.finlex.fi).

Työministeriön päätös perimälle, sikiölle ja lisääntymiselle työssä vaaraa aiheuttavista tekijöistä. Suomen säädöskokoelma 1044/1991 (www.finlex.fi).

Työministeriön päätös syöpäsairauden vaaraa aiheuttavista tekijöistä muutoksineen. Suomen säädöskokoelma 838/1993, 1232/2000 ja 1014/2003 (www.finlex.fi).

Työterveyshuoltolaki muutoksineen. Suomen säädöskokoelma 1383/2001, 752/2002 ja 760/2004 (www.finlex.fi).

Työturvallisuuslaki. Suomen säädöskokoelma 738/2002 (www.finlex.fi).

Ullakonoja V. ym. (toim.): Työturvallisuuslaki – Soveltamisopas. Työterveyslaitos, Helsinki, 2002.

Vaaralliset kemikaalit teollisuudessa: suuronnettomuusvaaran torjunta (SEVESO II). Turvatekniikan keskus, Helsinki 1999.

Vaaralliset kemikaalit. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 20. Sosiaali- ja terveysministeriö Työsuojeluosasto, Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus, Ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus, Tampere, Helsinki 2003.

Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä. Suomen säädöskokoelma 715/2001 (www.finlex.fi).

Valtioneuvoston asetus syöpää aiheuttavia, perimää vaurioittavia ja lisääntymiselle vaarallisia aineita koskevista kielloista ja rajoituksista. Suomen säädöskokoelma 623/2004 (www.finlex.fi).

Valtioneuvoston asetus terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavissa töissä. Suomen säädöskokoelma 1485/2001 (www.finlex.fi).

Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta muutokseen. Suomen säädöskokoelma 716/2000 ja 245/2002 (www.finlex.fi).

Valtioneuvoston päätös perimälle, sikiölle ja lisääntymiselle työssä aiheutuvan vaaran torjunnasta. Suomen säädöskokoelma 1043/1991 (www.finlex.fi).

Ympäristölle vaaralliset kemikaalit - teollinen käsittely ja varastointi. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2/2000. Kemikaalineuvottelukunta, Sosiaali- ja terveysministeriö, Chemas, Helsinki 2000.

5.7 Monografiasarjat ja raja-arvojen perusteludokumentaatiot

Tärkeitä kemikaaliturvallisuuden tiedonlähteitä ovat aiheeseen liittyvät monografiasarjat. Niiden osiin on usein koottuna ja arvioituna kutakin kemikaalia tai kemikaaliryhmää koskeva tarvittava tieto yksiin kansiin.

Haittojen estämiseksi useissa maissa annetaan työhygieenisiä raja-arvoja, jotka ovat sitovia. Niitä ovat esimerkiksi aineiden enimmäispitoisuus työilmassa tai määritelty ohjearvo haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista, joita ei tulisi ylittää. Raja-arvot voivat poiketa toisistaan eri maissa, mutta ne perustuvat aina asiantuntijaryhmien antamiin suosituksiin.

Työhygieenisten raja-arvojen perusteludokumentaatioissa on yleensä tarkkaan selvitetty haitallisten aineiden ominaisuudet, toksisuus, terveysvaikutukset ja työperäinen altistuminen. Siksi perusteludokumentit ovat usein käyttökelpoisia ja tiiviitä esityksiä näistä aineista. Seuraavassa on lueteltu muutamia kansallisia ja kansainvälisiä julkaisuja ja julkaisusarjoja aiheesta.

Monografiasarjoja

Monografiasarjojen ISSN-numerot ja ilmestymisen alkamisvuodet on seuraavassa merkitty niihin julkaisuihin, joihin ne ovat saatavissa.

Altisteet työssä

julkaisija: Työterveyslaitos ja Työsuojelurahasto, Helsinki
vuodesta: 1990–1992

ISSN: 0787-5940

Edelleen käyttökelpoinen suomalaisten työperäistä kemikaalialtistumista selvittävä sarja, jossa ilmestyi 34 osaa.

Teos on loppuunmyyty, osia saa lainaksi Työterveyslaitoksen Tietopalvelukeskuksesta.

Arbete och hälsa

julkaisija: Arbetslivsinstitutet, Solna
vuodesta: 1972

ISSN: 0346-7821

Arbete och Hälsa -sarjassa ilmestyy paitsi pohjoismaisia raja-arvojen perusteluarvioita myös muita työhygieniaan, työterveyteen ja työsuojeluun liittyviä tieteellisiä julkaisuja. Sarjan osat ovat verkossa kokoteksteinä vuodesta 1997

(www.arbetslivsinstitutet.se/publikationer/ah/ah.asp).

BUA-Report

julkaisija: GDCh-Beratergremium für Altstoffe(BUA), Stuttgart
ISSN: 0938-9393

GDCh-Beratergremium für Altstoffe (BUA)

(aiemmin Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe (BUA) der Gesellschaft Deutscher Chemiker) julkaisee BUA-Report-sarjassa raportteja aineiden terveyst- ja ympäristövaikutuksista.

Luettelo julkaistuista raporteista on Internetissä osoitteessa www.gdch.de/taetigkeiten/bua/berichte.htm.

ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals, Belgia)

julkaisee kemikaalitietoa seuraavissa julkaisusarjoissaan:

Monographs

vuodesta: 1979

ISSN: 0773-6347

Technical reports

vuodesta: 1981

ISSN: 0773-8072

Special reports (New Series)

vuodesta: 1994

ISSN: 1373-7244

Documents

ISSN: 1013-9516

JACC-reports (Joint Assessment of Commodity Chemicals)
lisätietoja osoitteesta www.ecetoc.org

Environmental health criteria (EHC)

julkaisija: World health organization (IPCS), Geneva

vuodesta: 1976

ISSN: 0250-863X

Sarjassa on ilmestynyt jo yli kaksisataa monografiaa, kokotekstit aivan uusimpia lukuun ottamatta ovat luettavissa osoitteessa www.inchem.org.

Concise international chemical assessment document (CICAD)

julkaisija: World Health Organization (IPCS, IOMC), Geneva

vuodesta: 1995

ISSN: 1020-6167

Laajan eri järjestöjen välisen yhteistyön tuloksena syntyneitä tiiviitä kemikaaliarviointoja, kokotekstit osoitteesta www.inchem.org.

Health and Safety Guide

julkaisija: WHO(IPCS), Geneva

vuodesta: 1986

ISSN: 0259-7268

Kokotekstit osoitteessa www.inchem.org.

IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans

julkaisija: IARC, Lyon

vuodesta: 1972

ISSN: 1017-1606

Täydellinen lista tähän mennessä julkaistuista monografioista löytyy IARC:n Internet-sivuilta (www.iarc.fr).

Technical report series

julkaisija: National Toxicology Program, US, Research Triangle Park, NC

Sarjassa on ilmestynyt jo yli 500 pitkäaikaisiin toksisuus- ja karsinogeenisuuskokeisiin perustuvaa tutkimusta (ntp-niehs.nih.gov/index.cfm?objectid=084801F0-F43F-7B74-...).

Toxicity report series

julkaisija: National Toxicology Program, US, Research Triangle Park, NC

Lyhytaikaiseen altistamiseen perustuvia toksisuusraportteja (ntp-server.niehs.nih.gov/index.cfm?objectid=0847F4F0-E88B-...).

Toxicological profiles

julkaisija: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), US

Laajoja toksikologisia arviointeja noin sadasta aineesta tai aine-ryhmistä. Raporteista julkaistaan myös päivitytetyjä painoksia (www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html).

Toxicologische Bewertungen

julkaisija: Programm zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen durch Arbeitsstoffe, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (BG Chemie), Heidelberg

Työhygieenisten raja-arvojen perusteludokumentteja

Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals

julkaisija: Arbetslivsinstitutet, Ruotsi

Toistasataa dokumenttia ilmestynyt Arbete och hälsa -sarjan osina (www.arbetslivsinstitutet.se/publikationer/ah/ah.asp).

Criteria documentation for an occupational exposure limit

julkaisija: Health and Safety Executive, Iso-Britannia

Julkaisusarja: EH 65

Health based recommended occupational exposure limits

julkaisija: Dutch Expert Committee on Occupational Standards, Alankomaat

Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe: Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-verten (Maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen)

julkaisija: VCH Verlagsgesellschaft, Saksa

Täydennettävä kansio.

Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices

julkaisija: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), USA

Täydennettävät kansiot, saatavana myös CD-ROM -levynä, jolla on lisäksi muutakin aiheeseen liittyvää tietoa. 7th ed. 2001.

5.8 Kemikaaliturvallisuuustietoa sisältäviä aikakauslehtiä

Kemikaaliturvallisuuustietoa julkaistaan useissa tieteellisissä aikakauslehdissä. Sitä on paitsi toksikologiaan erikoistuneissa lehdissä myös alaa läheisesti sivuavien alojen lehdissä. Työlääkätieteen ja ympäristölääkätieteen aikakauslehtien aiheita ovat myös kemikaaleille altistuminen ja terveyshaittoihin, enimmäispitoisuuksiin sekä raja-arvoihin liittyvä asiat.

Lääkätieteen, syöväntutkimuksen, epidemiologian, farmakologian, kemian ja biologian lehdet julkaisevat runsaasti kemikaaliturvallisuuuteen liittyviä artikkeleita. Kemikaalien aiheuttamista toksisista vaikutuksista eri elimiin julkaistaan tavallisesti tietoa lääketieteen erikoisalojen lehdissä, esimerkkinä ihotautialan ja keuhkosairauksien lehdet.

Aikakauslehdet ilmestyvät perinteisesti painettuna, mutta viime vuosina tärkeät, laajasti leviävät lehdet julkaistaan myös tai ainoastaan sähköisessä muodossa. Internet on sähköisten lehtien yleisin välitysmuoto.

Sähköisten lehtien saatavuudessa on erilaisia käytäntöjä. Osa lehdistä on vapaasti kaikkien käytettävissä, osa on maksullisia, jolloin painettujen julkaisujen tilaaja saa myös sähköisen muodon käyttöönsä joko samalla hinnalla tai lisämaksusta. Joidenkin lehtien kustantaja edellyttää käyttösopimusta, joka saattaa sisältää usean lehden tilaamisen. Helsingin yliopiston kirjaston yhteydessä toimiva FinELib neuvottelee ja tekee sopimukset yliopistojen ja korkeakoulujen sekä tutkimuslaitosten ja ammattikorkeakoulujen konsortioiden sähköisistä aineistoista.

Internetistä löytyy runsaasti tietoa tieteellisistä aikakauslehdistä. Julkaisu Ullrich's International Periodicals Directory on maksutta Internetissä vaikkakin vain kokeiltavana. Sen tietoihin ja luetteloon "Editor and Publisher International Year Book" perustuu vapaasti käytettävänä Pub List (www.publist.com), jossa on tietoja noin 150 000 julkaisusta ja noin 8 000 sanoma- ja aikakauslehdestä. Seuraavassa luettelossa on tietoja vain tärkeimmistä kemikaaliturvallisuusasiaa sisältävistä aikakauslehdistä.

Suomessa ilmestyviä aikakauslehtiä

Työ ja ihminen

julk.: Työterveyslaitos, Helsinki

ilmestyy: 5/vuosi

Suomalaisen tieteellisen työympäristötutkimuksen aikakauslehti, jossa tosin on harvemmin käsitelty kemikaaleja.

Ympäristö ja terveys

julk.: Ympäristö- ja terveysalan tekniset, Kuntien terveys-
tarkastajat ja Ympäristönsuojeluviranomaiset

ilmestyy: 10/vuosi

Ympäristönsuojelun ja -tekniikan erikoislehti (www.ymparistojaterveys.fi).

Ulkomaisia tieteellisiä toksikologian ja työhygienian aikakauslehtiä

Seuraavassa luetellaan aikakauslehtiä, joiden kemikaaleja koskevien artikkelien arvioidaan vastaavan myös esimerkiksi työterveyshuollon asiantuntijoiden käytännöllisiin tarpeisiin.

American Industrial Hygiene Association Journal

julk.: American Industrial Hygiene Association (AIHA), Fairfax VA
ilmestyy: 6/vuosi

Lehti julkaisee tutkimuksia ja muita artikkeleita työympäristön terveydelle haitallisista vaikutuksista, niiden arvioinnista ja valvonnasta.

American journal of industrial medicine

julk.: Wiley-Liss, New York, NY
ilmestyy: 12/vuosi

Lehti julkaisee laaja-alaisesti työterveyttä ja ympäristöterveyttä käsitteleviä epidemiologisia tutkimuksia ja artikkeleita.

Annals of occupational hygiene

julk.: British Occupational Hygiene Society, Oxford University Press,
Oxford, UK
ilmestyy: 8/vuosi

Lehti on suunnattu kaikille työterveystietoa tarvitseville. Työhön liittyvä toksikologia on yksi sen keskeisimmistä aiheista.

Applied occupational and environmental hygiene

julk.: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Taylor and Francis, Philadelphia
ilmestyy: 12/vuosi

Lehti sisältää julkaisuja alkuperäisistä tutkimuksista ja selvityksistä, joiden aiheina ovat työperäisten sairauksien ja vammojen ehkäiseminen.

Archives of toxicology

julk.: Springer-Verlag, Berlin
ilmestyy: 12/vuosi

European Society of Toxicology (EUROTOX) -yhdistyksen virallinen aikakauslehti. Lehti julkaisee tutkimuksia kemikaalien toksisuudesta ihmiseen ja koe-eläimiin, myös aineiden molekyyliolosuhteita. EUROTOX-kokouksien Proceedings-julkaisut ilmestyvät vuosittaisena täydennysosana eli supplementtina.

Critical reviews in toxicology

julk.: CRC Press LLC, Boca Raton, FL

ilmestyy: 6/vuosi

Lehti julkaisee arvokkaita katsauksia ajankohtaisista toksikologisista aiheista.

Environmental health perspectives

julk.: U.S. National Institute of Environmental Health Sciences, Research Triangle Park, NC

ilmestyy: 12/vuosi

Lehden aiheita on ympäristöterveys laaja-alaisesti.

Human & experimental toxicology

julk.: Arnold Publishers, Basingstoke, UK

ilmestyy: 12/vuosi + supplementti

Lehti julkaisee artikkeleita kokeellisista ja kliinisistä tutkimuksista kaikilta toksikologian osa-aloilta.

International archives of occupational and environmental health

julk.: Springer Verlag, Berliini

ilmestyy: 8/vuosi + supplementti

Alkuperäis- ja katsausartikkeleiden aiheita ovat kliiniset ja epidemiologiset tutkimukset ympäristön ja työympäristön vaikutuksesta terveyteen, sairastavuuteen ja kuolleisuuteen.

Journal of applied toxicology

julk.: John Wiley & Sons, Chichester, UK

ilmestyy: 6/vuosi

Lehden artikkelien aiheita ovat aineiden haittavaikutukset, kuten teratogeenisuus, mutageenisuus ja karsinogeenisuus, aineiden vaikutus terveyteen, lisääntymiseen, ympäristöön sekä eläinkokeille vaihtoehtoiset tutkimusmenetelmät.

Journal of occupational and environmental medicine

julk.: Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD

ilmestyy: 12/vuosi

The American College of Occupational and Environmental Medicine- yhdistyksen virallinen aikakauslehti, jonka artikkelien aiheina ovat laajasti työ- ja ympäristö lääketiede.

Occupational and environmental medicine

julk.: BMJ Publishing group

ilmestyy: 12/vuosi

Alkuperäisartikkeleiden aiheita ovat epidemiologiset, fysiologiset ja psykologiset tutkimukset työterveyden, ympäristöterveyden sekä toksikologian aloilta.

Regulatory toxicology and pharmacology

julk.: Academic Press, Inc. Orlando, FL

ilmestyy: 6/vuosi

The International Society of Regulatory Toxicology and Pharmacology -yhdistyksen virallinen aikakauslehti, jonka artikkelit käsittelevät toksikologian ja farmakologian tieteellisten tulosten arviointeja, tulkintoja sekä myös niihin liittyviä oikeudellisia näkökohtia.

Scandinavian journal of work, environment and health

julk.: Työterveyslaitos, Helsinki

ilmestyy: 6/vuosi ja supplementti

Lehti julkaisee alkuperäisiä tieteellisiä julkaisuja, katsausartikkeleita ja myös pienempiä tutkimuksia ja raportteja kaikista työterveyteen, työturvallisuuteen ja työympäristöön liittyvistä aiheista.

Toxicological sciences

julk.: Oxford University Press, Cary, NC

ilmestyy: 12/vuosi

Lehti korvaa aikaisemmin ilmestyneen Fundamental and Applied Toxicology -lehden. Artikkelit käsittelevät kaikkia toksikologian osa-alueita.

Toxicology

julk.: Elsevier Science, Oxford, UK

ilmestyy: useita volyymeja vuodessa

Lehti julkaisee alkuperäisiä tieteellisiä julkaisuja kemiallisten aineiden biologisista vaikutuksista ihmiseen, eläimiin, kudoksiin ja soluihin. Erityinen painotus on immunotoksikologialla.

Toxicology and applied pharmacology

julk.: Academic Press, Orlando, FL

ilmestyy: 12/vuosi

Society of Toxicology -yhdistyksen virallinen lehti julkaisee alkuperäisiä tutkimuksia kemikaalien, lääkeaineiden ja luonnossa esiintyvien aineiden vaikutuksista kudosten ja solujen toimintaan. Lehti etsii myös vaihtoehtoja eläinkokeille.

LYHENTEITÄ

ASA-rekisteri (Ammatissaan syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille altistuvien rekisteri)

ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry

BCF Biologinen kertyvyystekijä (esim. kertyminen kalaan vesiympäristöstä)

BOD₅ Biologinen hapenkulutus 5 päivässä

CAS Chemical Abstracts Service

CCOHS Canadian Centre for Occupational Health and Safety

CEFIC European Chemical Industry Council

CIS International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS)

COD Kemiallinen hapenkulutus

DHHS Department of Health and Human Services

EC₅₀ Aineen pitoisuus, joka aiheutti määritellyn vaikutuksen puolelle koe-eläimistä (eliöistä)

ECB European Chemicals Bureau

EINECS Euroopan yhteisön olemassa olevat aineet

ELINCS Euroopan yhteisön uudet aineet

EPA Environmental Protection Agency

FINTERC Finnish Transport Emergency Response Centre

H Henryn lain vakio: aineen höyrynpaineen ja vesiliukoisuuden suhde

HPV High Production Volume

HSDB Hazardous Substances Databank

HSE Health and Safety Executive (HSE)

HTP Haitalliseksi tunnettu pitoisuus

IARC International Agency for Research on Cancer

IC₅₀ Aineen pitoisuus, jossa puolella koe-eläimistä havaittiin määritellyn toiminnan estyminen

ICCA International Council of Chemical Associations

ILO International Labour Organization

IOMC Inter-Organisation Programme for the Sound Management of Chemicals

IPCS International Programme on Chemical Safety

IPCS Kansainvälinen kemikaaliturvallisuusohjelma

IRPTC International Register of Potentially Toxic Chemicals
IUCLID Euroopan yhteisön olemassa olevien aineiden riskinarvioinnin kemikaalitietokanta
 K_d Jakaantumiskerroin veden ja kiinteän aineksen välillä
KemI Kemikalieinspektionen
Kemi-Arvi 2 Tietokoneohjelma kemikaalivaaran arviointiin
KENK Kemikaalineuvottelukunta
KETSU Kemian työsuojeluneuvottelukunta
 K_{oc} Jakaantumiskerroin veden ja orgaanisen hiilen välillä
KTL Kansanterveyslaitos
LC₅₀ Aineen pitoisuus, jolla puolet koe-eläimistä (eliöistä) kuoli
LD₅₀ Annos, jolla puolet koe-eläimistä kuoli
LOAEL Pienin annostaso, jolla ilmeni havaittava haitallinen vaikutus
NIOSH National Institute of Occupational Safety and Health
NLM National Library of Medicine
NOAEL Suurin annostaso, joka kokeessa ei aiheuttanut havaittavaa haitallista vaikutusta
NOEC Suurin pitoisuus, jossa ei havaittu mitään vaikutuksia
NTP National Toxicology Program
OECD Organisation for Economic Co-operation and Development
PDF Portable Document Format (tiedostomuoto, joka on luettavissa Adobe Acrobat Reader-ohjelmistolla)
 P_{ow} n-Oktanoli/vesi-jakaantumiskerroin
PRTR Pollutant Release & Transfer Register
QSAR Kvantitatiivinen rakenne-aktiivisuussuhde
RD₅₀ Aineen ilmapitoisuus, joka vähensi (hiirien) hengitystaajuutta puoleen
STM Sosiaali- ja terveysministeriö
STTV Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus
STUK Säteilyturvakeskus
SYKE Suomen ympäristökeskus
 $T_{1/2}$ Kemikaalin täydellisen hajoamisen puoliintumisaika
 $t_{1/2}$ Puoliintumisaika, esim. aika, jonka kuluessa puolet aineesta on hajonnut ympäristössä
UNEP United Nations Environment Programme
WHO World Health Organisation

HAKEMISTO

- aerobinen 61
- altistumis/annos-vaikutussuhde 17, 43
- anaerobinen 61
- annoskynnys 43
- annos-vaikutussuhde 16, 74
- annos-vastesuhde 16, 74

- biomonitorointi 38
- biotransformaatio 45

- CAS-numero 72, 81

- detoksikaatio 45

- EASE-mallinnusohjelma 36
- EINECS-luettelo 11, 12
- eliminaation puoliintumisaika 45
- ELINCS-luettelo 11
- Environmental Health Criteria Document 8
- erittäin myrkyllinen kemikaali 21, 47

- fotolyttinen hajoaminen 61

- genotoksisuus 42, 52, 55–56
- Good Laboratory Practice, GLP 46, 71

- Haberin sääntö 43
- haitallinen kemikaali 21, 47
- haitallinen vaikutus 44
- hajoavuus 60–61
- hedelmällisyyttä heikentävä vaikutus 42, 57–58
- Henryn lain vakio 62
- herkistävyys 20, 50–51
- herkistävä kemikaali 20, 21
- hyvä laboratoriokäytäntö, GLP 46

- inherent biodegradability 61
- International Programme on Chemical Safety, IPCS 8, 105

kansainvälinen kemikaalikortti 8, 80
kansainvälisen kemikaaliturvallisuusohjelma 8
kehityksen häiriötä aiheuttava vaikutus 57–58
kertyvyys 63
kertyvä eli kumulatiivinen toksisuus 43
kohde-elin 43
korvaamisperiaate 40
kriittinen vaikutus 17, 43
krooninen myrkyllisyys 42, 55
krooninen vaikutus 42
kulkeutuvuus 62
kumulatiivinen toksisuus 43
käyttöturvallisuustiedote 9, 22–24, 95

lisääntymiselle haitallinen vaikutus 57, 59
lisääntymiselle vaarallinen kemikaali 20–21, 57–58
lisääntymismyrkyllisyys 42, 57–59
LOAEL 34, 37, 43
luontainen biologinen hajoavuus 61

metabolia 42, 45
metabolinen aktivaatio 45
mutageenisuus 52–54
myrkyllinen kemikaali 20–21, 28, 47
myrkyllisyys kalalle 64–65
myrkyllisyys levälle 64–65
myrkyllisyys lierolle 64
myrkyllisyys vesikirpulle 64–65

NOAEL 34, 37, 43
nopea biologinen hajoavuus 65, 67

olemassa olevat aineet 11
otsonikerrokselle vaarallinen aine 23, 67–68

paikallinen vaikutus 43
palautumaton/pysyvä vaikutus 43
palautuva vaikutus 43
perimämyrkyllisyys 52
perimää vaurioittava kemikaali 20–21, 53
puoliintumisaika 61

- ready biodegradability 65
riskin tunnistaminen ja määrittäminen 15, 19, 25, 37
riskinarviointi 15, 26–36
R-lauseke 21, 66
- sisarkromatidivaihdos 53
S-lauseke 21, 66
somaattinen solu 53–54
spermatogeneesi 57
subakuutti vaikutus 42
subkrooninen vaikutus 42
systeminen myrkyllisyys 52
systeminen vaikutus 43
syöpää aiheuttava eli karsinogeeninen vaikutus 55
syöpää aiheuttava kemikaali 11, 20–21, 55
syövyttävät kemikaalit 20–21, 48
- Technical Guidance Document, TGD 34
teratogeeninen vaikutus 57, 59
toistuvan annon myrkyllisyys 51, 59
toksikokinetiikka 42, 44
turvallisuustoimenpiteitä osoittava standardilauseke (S-lauseke) 21, 66
turvamarginaali eli Margin of Safety (MOS) 16, 37
- uudet aineet 11
- vaaraa osoittava standardilauseke (R-lauseke) 21, 66
vaarallinen kemikaali 5, 13, 20–21, 58, 65
vaaran luonnehtiminen 17–18
vaaran tunnistaminen 16
vaaranarviointi 15
varoituserkki 21–22
varovaisuusperiaate 40
viivästynyt vaikutus 43
välitön eli akuutti vaikutus 42
välitön myrkyllisyys 47
- ympäristölle vaarallinen kemikaali 20, 65
- ärsyttävyys 49
ärsyttävä kemikaali 20–21

Käyttöturvallisuustiedotteen hyödyllisiä myrkyllisyystietoja

Käyttöturvallisuustiedotteen sisältämiä tietoja, joita voidaan käyttää hyväksi kemikaalin toksikologisessa ja ekotoksikologisessa arvioimisessa

<i>kohta</i>	<i>otsikko ja ilmoitettavat tiedot</i>
2.1	vaaraa aiheuttavat ainesosat - CAS-numero - Indeksinumero: vaarallisten aineiden luettelon liitteessä 1 aineelle annettu numero - EY-numero: olemassa olevien aineiden luettelossa (EINECS) tai ilmoitettujen uusien aineiden luettelossa (ELINCS) oleva aineen numero - nimi, pitoisuus, varoitusmerkki, R-lausekkeet - varoitusmerkki ja R-lausekkeet esitetään aineluettelon mukaisesti, jos aineelle on aineluettelossa määrätty luokitus - aineet, joille on määrätty altistusraja-arvo työpaikan ilmassa - aineen identiteettiä ei ole aina tuotesalaisuussyistä ilmoitettu, jollei aineella ole terveydelle kaikkein haitallisimpia ominaisuuksia
3	vaarallisten ominaisuuksien kuvaus - valmisteen luokitus - yleistajuinen kuvaus aineen aiheuttamista oireista ja vaikutuksista (paikallisista ja systeemisistä), kun aineelle altistuminen on tapahtunut eri teitä - ympäristövaikutukset: esim. "Valmiste sisältää ympäristölle vaaraa aiheuttavia ainesosia (x, y ja z)"
4	ensiapuohjeet - ohjeisiin voi mm. sisältyä suosituksia erityisten puhdistusaineiden, hoitovälineiden tai lääkkeiden (antidoottien) käytöstä, jotka on huomioitava tapaturmiin ja onnettomuuksiin ennalta varauduttaessa
5	ohjeet tulipalon varalta - ilmoitetaan mm. tulipalossa mahdollisesti muodostuvat myrkylliset aineet, jotka aiheuttavat vaaraa pelastushenkilökunnalle, väestölle tai ympäristölle
8.1	raja-arvot työpaikan ilmassa - huomautus "iho" muistuttaa ihon lävitse imeytymisen vaarasta - voidaan antaa myös raja-arvoja biologisille näytteille
8.2.1	henkilönsuojaimet - määräytyvät aineen ominaisuuksien perusteella ja usein vielä työtehtäväkohtaisesti, huomioi esimerkiksi oikea suojakäsinetyyppi ja -materiaali
8.2.2	ympäristöaltistuksen ehkäiseminen - tulee ottaa huomioon EQS-arvot ja VOC-määräykset
9	fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet (tärkeät ominaisuudet ihmisen altistumisen ja ympäristön kannalta) - olomuoto - höyrynpaine (voidaan esittää myös kohdassa 12.2) - liukoisuus veteen (voidaan esittää myös kohdassa 12.2) - $\log P_{ow}$ eli rasvaliukoisuus
11	terveysvaikutuksiin liittyvät tiedot - ilmoitetaan terveydelle haitalliset vaikutukset, joita voi ilmetä, jos käyttäjä altistuu aineelle - yleensä tiedot perustuvat tuloksiin eläinkokeista, jotka on tehty kansainvälisesti hyväksytyjen testiohjeiden mukaisesti
11.1	välitön myrkyllisyys - kerta-altistumisen tai yhden päivän aikana tapahtuneen altistumisen vaikutukset - luonnehtii pitoisuuksia/annoksia, jotka aiheuttavat vakavia vaikutuksia tapaturman tai onnettomuuden yhteydessä - luonnehtii tapaturmassa tai onnettomuudessa odotettavissa olevia terveysvaikutuksia - jos välitön myrkyllisyys ihon kautta on likimain yhtä suuri kuin suun kautta (samalla eläinlajilla), on todennäköistä, että aine imeytyy hyvin iholta
11.2	ärsyttävyyden ja syövyttävyyden - iholla, silmässä ja hengityselimissä - aine voi ominaisuuksiensa perusteella tulla luokitelluksi ihoa ärsyttäväksi mutta (yllättävästi) ei silmää ärsyttäväksi - luokittelu ihoa ärsyttäväksi kattaa myös toistuvassa altistumisessa kehittyvän ihon "väsymisen" ja tulehtumisen
11.3	herkistyminen - ihoa herkistävä vaikutus on todettu joko altistuneilla ihmisillä tai eläinkokeissa - hengityselimiä herkistävä vaikutus on todettu altistuneilla ihmisillä

<i>kohta</i>	<i>otsikko ja ilmoitettavat tiedot</i>
11.4	subakuutti, subkrooninen ja pitkäaikaismyrkyllisyys - otsikko viittaa vaikutuksiin, jotka on todettu eläinkokeissa, joiden kesto on 28 päivää, 90 päivää tai 1,5 (hiiri)–2 (rotta) vuotta. - näillä vaikutuksilla on erityistä relevanssia ennakoitaessa mahdollisia seuraamuksia ihmisille, jotka altistuvat pienille pitoisuuksille/annoksille toistuvasti, jopa vuosien ajan - tutkimukset tunnistavat haitallisen vaikutuksen kohde-elimiä, syöpävaaraa ja lisääntymiselle haitallisia vaikutuksia
11.5	kokemusperäinen tieto vaikutuksista ihmisiin - jollei kysymys ole hyvin yleisessä käytössä olevasta aineesta, tiedot yleensä puuttuvat, mikä ei kuitenkaan tarkoita, että haitalliset vaikutukset eivät olisi mahdollisia (niitä ei ole välttämättä raportoitu)
11.6	muut terveysvaikutuksiin liittyvät tiedot - joskus voi olla saatavilla kokeellisia tietoja valmisteen (seoksen) vaikutuksista - aineen toksikologisesta vaikutustavasta (myrkyllinen aineenvaihduntatuote, perimämyrkyllisyys ym.) voi olla tietoja
12	tiedot kemikaalin vaarallisuudesta ympäristölle - tiedot ilmoitetaan yleensä aineosille - ensisijaisesti luokitteluun vaikuttavat tiedot ja vakavinta vaaraa osoittavat tiedot - ensisijaisesti testiohjeiden mukaiset tutkimukset
12.1.1	myrkyllisyys vesieliöille - akuutti myrkyllisyys kalalle, LC_{50} , 96 h - akuutti myrkyllisyys vesikirpulle, EC_{50} , 24/48 h - levän kasvun estyminen, EC_{50} , 72 h - vaikutus vesikirpun lisääntymiseen, EC_{50} , 14/21 vrk - subakuutti myrkyllisyys kalalle, NOEC, 14 vrk → esim.: LC_{50} (96 h), kirjolohi, 12 mg/l, OECD 203; myrkyllistä
12.1.2	myrkyllisyys muille eliöille - mikro-organismit - lierot - hyönteiset - linnut
12.2	liikkuvuus ympäristössä - höyrynpaine - vesiliukoisuus - Henryn lain vakio - adsorptiokerroin (K_d tai K_{oc}) - dissosioituminen (pKa tai pKb) - havaittu tai arvioitu jakaantuminen ympäristössä
12.3.1	biologinen hajoavuus - ready biodegradability; onko aine nopeasti hajoava - inherent biodegradability; onko aine luontaisesti hajoava - BOD_5/COD -suhde - muut mahdolliset tiedot → esim.: 56 %, 28 vrk, BOD-määritys, OECD 301C; ei nopeasti hajoavaa
12.3.2	kemiallinen hajoavuus - hydrolyyttinen hajoaminen pH:n funktiona - hajoaminen ilmassa - fotolyttinen hajoaminen
12.4	kertyvyys eliöihin - n-oktanolivesi-jakaantumiskerroin - biokertyvyystekijä (BCF) → esim.: $\log P_{ow}$ 3.7 (QSAR); kertyvää
12.5	muut tiedot - haitallisuus aktiivilietteen/jätevedenpuhdistamoiden toiminnalle - haitallisuus otsonikerrokselle - vaikutus otsonin valokemialliseen muodostumiseen ja / tai suhteelliseen kasvihuonevaikutukseen
13	jätteiden käsittely - ilmoitetaan valmisteen tai aineen vaarallisuudesta johtuvat suositeltavat tai vältettävät jätteenkäsittelymenetelmät.
14.3.2	vaaran tunnusnumero - kuljettaessa vaarallisia aineita säiliössä merkitään säiliöön varoituslipukkeen lisäksi ns. oranssikilpi - sen yläosassa on vaaran tunnusnumero ja alaosassa YK-numero - vaaran tunnusnumero luonnehtii vaaraominaisuuksia, jotka ovat olennaisimpia onnettomuuden ensivasteen kannalta
15	kemikaaleja koskevat määräykset - annetaan varoitusetiketin tiedot kuten varoitusmerkki sekä R- ja S-lausekkeet (myös uloskirjoitettuina) - ilmoitetaan mahdollisista käytön tai markkinoille luovuttamisen rajoituksista - ympäristövaarallisuus vaikuttaa etiketin tietoihin vain, jos tiedote on laadittu ympäristölle vaarallisesta aineesta - uuden seosdirektiivin voimaantulon jälkeen (30.7.2002) ympäristövaarallisuus vaikuttaa etiketin tietoihin, jos valmiste tulee luokitelluksi ympäristölle vaaralliseksi

VAARAA OSOITTAVAT STANDARDILAUSEKKEET

R-Lausekkeet STMa (624/2001) liite 3

- R1: Räjähävää kuivana. Explosivt vid torrt tillstånd.
- R2: Räjähävää iskun, hankauksen, avotulen tai muun sytytyslähteen vaikutuksesta. Explosivt vid stöt, friktion, eld eller annan antändningsorsak.
- R3: Erittäin helposti räjähävää iskun, hankauksen, avotulen tai muun sytytyslähteen vaikutuksesta. Mycket explosivt vid stöt, friktion, eld eller annan antändningsorsak.
- R4: Muodostaa erittäin herkästi räjähäviä metalliyhdisteitä. Bildar mycket känsliga explosiva metallföreningar.
- R5: Räjähäysvaarallinen kuumennettaessa. Explosivt vid uppvärmning.
- R6: Räjähävää sellaisenaan tai ilman kanssa. Explosivt vid kontakt och utan kontakt med luft.
- R7: Aiheuttaa tulipalon vaaran. Kan orsaka brand.
- R8: Aiheuttaa tulipalon vaaran palavien aineiden kanssa. Kontakt med brännbart material kan orsaka brand.
- R9: Räjähävää sekoitettaessa palavien aineiden kanssa. Explosivt vid blandning med brännbart material.
- R10: Syttyvä. Brandfarligt.
- R11: Helposti syttyvä. Mycket brandfarligt.
- R12: Erittäin helposti syttyvä. Extremt brandfarligt.
- R13:¹⁾
- R14: Reagoi voimakkaasti veden kanssa. Reagerar häftigt med vatten.
- R15: Vapauttaa erittäin helposti syttyviä kaasuja veden kanssa. Vid kontakt med vatten bildas extremt brandfarliga gaser.
- R16: Räjähävää hapettavien aineiden kanssa. Explosivt vid blandning med oxiderande ämnen.
- R17: Itsestään syttyvä ilmassa. Självantänder i luft.
- R18: Käytössä voi muodostua syttyvä/räjähävä höyry-ilma-seos. Vid användning kan brännbara/explosiva ångluftblandningar bildas.
- R19: Saattaa muodostua räjähäviä peroksideja. Kan bilda explosiva peroxider.
- R20: Terveydelle haitallista hengitettynä. Farligt vid inandning.
- R21: Terveydelle haitallista joutuessaan iholle. Farligt vid hudkontakt.
- R22: Terveydelle haitallista nieltynä. Farligt vid förtäring.

¹⁾ Lauseketta ei määritely

- R23: Myrkyllistä hengitettynä.
Giftigt vid inandning.
- R24: Myrkyllistä joutuessaan iholle.
Giftigt vid hudkontakt.
- R25: Myrkyllistä nieltynä.
Giftigt vid förtäring.
- R26: Erittäin myrkyllistä hengitettynä.
Mycket giftigt vid inandning.
- R27: Erittäin myrkyllistä joutuessaan iholle.
Mycket giftigt vid hudkontakt.
- R28: Erittäin myrkyllistä nieltynä.
Mycket giftigt vid förtäring.
- R29: Kehittää myrkyllistä kaasua veden kanssa.
Utvecklar giftig gas vid kontakt med vatten.
- R30: Käytettäessä voi muuttua helposti syttyväksi.
Kan bli mycket brandfarligt vid användning.
- R31: Kehittää myrkyllistä kaasua hapon kanssa.
Utvecklar giftig gas vid kontakt med syra.
- R32: Kehittää erittäin myrkyllistä kaasua hapon kanssa.
Utvecklar mycket giftig gas vid kontakt med syra.
- R33: Terveydellisten haittojen vaara pitkäaikaisessa altistuksessa.
Kan ansamlas i kroppen och ge skador.
- R34: Syövyttävää.
Frätande.
- R35: Voimakkaasti syövyttävää.
Starkt frätande.
- R36: Ärsyttää silmiä.
Irriterar ögonen.
- R37: Ärsyttää hengityselimiä.
Irriterar andningsorganen.
- R38: Ärsyttää ihoa.
Irriterar huden.
- R39: Erittäin vakavien pysyvien vaurioiden vaara.
Risk för mycket allvarliga bestående hälsoskador.
- R40: Epäillään aiheuttavan syöpäsairauden vaaraa.
Misstänks kunna ge cancer.
- R41: Vakavan silmävaurion vaara.
Risk för allvarliga ögonskador.
- R42: Altistuminen hengitysteitse voi aiheuttaa herkistymistä.
Kan ge allergi vid inandning.
- R43: Ihokosketus voi aiheuttaa herkistymistä.
Kan ge allergi vid hudkontakt.
- R44: Räjähdyksivaara kuumennettaessa suljetussa astiassa.
Explosionsrisk vid uppvärmning i sluten behållare.
- R45: Aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa.
Kan ge cancer.

- R46: Saattaa aiheuttaa periytyviä perimävaurioita.
Kan ge ärftliga genetiska skador.
- R47:¹⁾
- R48: Pitkäaikainen altistus voi aiheuttaa vakavaa haittaa terveydelle.
Risk för allvarliga hälsoskador vid långvarig exponering.
- R49: Aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa hengitettynä.
Kan ge cancer vid inandning.
- R50: Erittäin myrkyllistä vesieliöille.
Mycket giftigt för vattenorganismer.
- R51: Myrkyllistä vesieliöille.
Giftigt för vattenorganismer.
- R52: Haitallista vesieliöille.
Skadligt för vattenorganismer.
- R53: Voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia vesiympäristössä.
Kan orsaka skadliga långtidseffekter i vattenmiljön.
- R54: Myrkyllistä kasveille.
Giftigt för växter.
- R55: Myrkyllistä eläimille.
Giftigt för djur.
- R56: Myrkyllistä maaperäeliöille.
Giftigt för markorganismer.
- R57: Myrkyllistä mehiläisille.
Giftigt för bin.
- R58: Voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia ympäristössä.
Kan orsaka skadliga långtidseffekter i miljön.
- R59: Vaarallista otsonikerrokselle.
Farligt för ozonskiktet.
- R60: Voi heikentää hedelmällisyyttä.
Kan ge nedsatt fortplantningsförmåga.
- R61: Vaarallista sikiöille.
Kan ge fosterskador.
- R62: Voi mahdollisesti heikentää hedelmällisyyttä.
Möjlig risk för nedsatt fortplantningsförmåga.
- R63: Voi olla vaarallista sikiöille.
Möjlig risk för fosterskador.
- R64: Saattaa aiheuttaa haittaa rintaruokinnassa oleville lapsille.
Kan skada spädbarn under amningsperioden.
- R65: Haitallista: voi aiheuttaa keuhkovaurion nieltäessä.
Farligt: kan ge lungskador vid förtäring.
- R66: Toistuva altistus voi aiheuttaa ihon kuivumista tai halkeilua.
Upprepad kontakt kan ge torr hud eller hudsprickor.
- R67: Höyryt voivat aiheuttaa uneliaisuutta ja huimausta.
Ångor kan göra att man blir dåsig och omtöcknad.
- R68: Pysyvien vaurioiden vaara.
Möjlig risk för bestående hälsoskador.

¹⁾ Lauseketta ei määritelty

Ympäristöluokitukseen liittyviä raja-arvoja

Hajoavuuden ympäristöluokitukseen liittyviä raja-arvoja

Biologisesti nopeasti hajoava aine

(OECD:n testiohjeet 301 A–F) määritellään seuraavasti:

Aine, josta OECD:n 28 vuorokauden ready biodegradability -testissä hajoaa vähintään 70 % (liuennan orgaanisen hiilen määrän mittaamiseen perustuvissa kokeissa) tai 60 % (hapen kulutuksen tai hiilidioksidin tuotannon mittaamiseen perustuvissa kokeissa). Tulos on saavutettava 10 vuorokaudessa siitä laskien, kun 10 % aineesta on hajonnut. Biologisesti nopeasti hajoavan aineen puoliintumisajan, $t_{1/2}$ (lt. 12–25 °C) arvioidaan olevan pintavedessä 15 vrk, biologisessa puhdistamossa 0,7 tuntia, maaperässä useimmiten 30–300 vrk kiinnittymistäipumuksesta riippuen.

Biologista hajoavuutta voidaan arvioida karkeasti myös BOD₅- ja COD-arvojen suhteen avulla. Aineen voidaan arvioida olevan nopeasti biologisesti hajoava, jos BOD₅/COD-suhde on 0,5–1,0.

Luontaisesti biologisesti hajoava aine

(OECD:n testiohjeet 302 A–C) määritellään näin:

Aine, joka OECD:n inherent biodegradability -testissä hajoaa 28 vuorokaudessa vähintään 20 %. Aineita, jotka tässä testityypissä hajoavat vähintään 70 % pidetään lopullisesti hajoavina (ultimate biodegradable). Biologisesti nopeasti hajoavan aineen puoliintumisajan, $t_{1/2}$ (lt. 12–25 °C) arvioidaan olevan pintavedessä 50–150 vrk, biologisessa puhdistamossa 2,3–7 tuntia, maaperässä useimmiten 90–3 000 vrk kiinnittymistäipumuksesta riippuen.

Hydrolyysi

Ainetta pidetään hydrolyyttisesti stabiilina kyseisessä pH:ssa, mikäli alle 10 % aineesta on hajonnut 5 vrk:n aikana (lt. 50 °C). Tällöin aineen hydrolyyttinen puoliintumisaika $t_{1/2}$ (lt. 25 °C) on yli vuoden.

Hajoavuus maaperässä

puoliintumisaika, $t_{1/2}$	ryhmittely
< 1 viikko	nopeasti hajoava
1 vko–1 kk	kohtalaisen nopeasti hajoava
1–3 kk	kohtalaisen hitaasti hajoava
3–8 kk	hitaasti hajoava
> 8 kk	erittäin hitaasti hajoava

Kulkeutuvuuden ympäristöluokitukseen liittyviä raja-arvoja

Haihtuvuus

Höyrynpaine

P_{vp} (Pa), (20–25 °C) ryhmittely

> 100	erittäin haihtuva
1–100	haihtuva
0,01–1	kohtalaisen haihtuva
0,0001–0,01	heikosti haihtuva
< 0,0001	hyvin heikosti haihtuva

Haihtuvuus vedestä

Henryn lain vakio (H)

H (atm m³/mol)

H (Pa m³/mol)

Haihtuvuus

vesiliuoksesta

> 10 ⁻³	> 100	erittäin helposti haihtuva
10 ⁻⁵ –10 ⁻³	1–100	helposti haihtuva
10 ⁻⁷ –10 ⁻⁵	10 ⁻² –1	heikosti haihtuva
< 10 ⁻⁷	< 10 ⁻²	hyvin heikosti haihtuva

Vesiliukoisuus

S (mg/l)

ryhmittely

> 1 000	hyvin liukeneva
10–1 000	liukeneva
0,1–10	niukkaliukoinen
< 0,1	hyvin niukkaliukoinen

Kulkeutuvuus maassa

K_{oc} -arvo

K_d -arvo

ryhmittely

< 50	< 0,75	erittäin kulkeutuva
50–150	0,75–2,25	helposti kulkeutuva
150–500	2,25–7,5	kohtalaisen kulkeutuva
500–2 000	7,5–30	hieman kulkeutuva
2 000–5 000	30–75	heikosti kulkeutuva
> 5 000	> 75	kulkeutumaton

Kertyvyyden ympäristöluokitukseen liittyviä raja-arvoja

Kertyvyydestä puhuttaessa käytetään seuraavia käsittemäärittelyjä:

Aine on mahdollisesti kertyvä, jos sen P_{ow} -arvo on $\geq 1\,000$ eli $\log P_{ow}$ on $\geq 3,0$.

Jos $\log P_{ow}$ on ≥ 5 , on aine mahdollisesti erittäin kertyvää.

Aine on kertyvä, mikäli BCF-arvo kalalle on ≥ 100 .

Aine on erittäin kertyvä, jos BCF-arvo on $\geq 1\,000$.

Ympäristömyrkyllisyysluokitukseen liittyviä raja-arvoja

Akuutti myrkyllisyys lierolle

LC ₅₀ mg/kg maata kuivapaino	ryhmittely
< 1	erittäin myrkyllistä
1–10	myrkyllistä
10–100	kohtalaisen myrkyllistä
100–1 000	lievästi myrkyllistä
> 1 000	hyvin lievästi myrkyllistä

Akuutti ja subakuutti myrkyllisyys linnuille

akuutti oraalinen koe kerta-annos LD ₅₀ (mg/kg ruumiinpaino)	ruokintakoe LC ₅₀ (mg/kg ravinto)	ryhmittely
< 10	< 50	erittäin myrkyllistä
10–50	50–500	myrkyllistä
50–500	500–1 000	kohtalaisen myrkyllistä
500–2 000	1 000–5 000	lievästi myrkyllistä
> 2 000	> 5 000	hyvin lievästi myrkyllistä

Akuutti myrkyllisyys mehiläisille

LD ₅₀ (suun kautta) mg/mehiläinen	ryhmittely
< 0,1	erittäin myrkyllistä
0,1–1,0	myrkyllistä
1–10	kohtalaisen myrkyllistä
10–100	lievästi myrkyllistä
> 100	hyvin lievästi myrkyllistä

Akuutti myrkyllisyys vesieliöille

LC ₅₀ /EC ₅₀ /IC ₅₀ (mg/l)	ryhmittely
< 1	erittäin myrkyllistä
1–10	myrkyllistä
10–100	haitallista
> 100	hyvin lievästi myrkyllistä

Pitkäaikainen myrkyllisyys vesieliöille

NOEC (mg/l)	ryhmittely
< 0,01	erittäin myrkyllistä
0,01–0,1	myrkyllistä
0,1–1,0	lievästi myrkyllistä
> 1,0	hyvin lievästi myrkyllistä

Akuutti myrkyllisyys nisäkkäille

suun kautta LD ₅₀ (mg/kg ruumiinpaino)	ihon kautta LD ₅₀ (mg/kg ruumiinpaino)	hengitysteitse LC ₅₀ (mg/l ilmaa, 4 tuntia)	ryhmittely
< 25	< 50	< 0,5	erittäin myrkyllistä
25–200	50–400	0,5–2	myrkyllistä
200–2 000	400–2 000	2–20	haitallista
> 2 000	> 2 000	> 20	hyvin lievästi myrkyllistä

