



# Menettelytapa kemikaaleja käyttävien laitosten aiheuttaman uhan arvioimiseksi

Kirjoittajat: Riitta Molarius, Minna Nissilä, Kimmo Virolainen

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Menettelytapa kemikaaleja käyttävien laitosten aiheuttaman uhan arvioimiseksi		
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Tekes Jari Räihä	Asiakkaan viite Rahoituspäätös 40312/07	
Projektin nimi Uhkatilanteen hallinta - hälytys-, tilannekuva- ja varoitusjärjestelmän kehittäminen CBRN- ja luonnononnettomuustilanteissa		
Projektin numero/lyhytnimi 23172/UHHA		
Raportin laatija(t) Riitta Molarius, Minna Nissilä ja Kimmo Virolainen		
Sivujen/liitesivujen lukumäärä 15/3		
Avainsanat kemikaalilaitos, uhka, riski		
Raportin numero VTT-R-02167-09		
Tiivistelmä <p>Raportti liittyy Tekesin Turvallisuus-ohjelmaan kuuluvaan hankkeeseen Uhkatilanteen hallinta - hälytys-, tilannekuva- ja varoitusjärjestelmän kehittäminen CBRN- ja luonnononnettomuustilanteissa (UHHA). Hankkeen yksi osatehtävä on soveltaa ja kehittää olemassa olevia riskianalyysi- ja päätöksentekomenetelmiä realististen uhkatilanteiden tunnistamiseksi ja tilannekuvan muodostamisen kehittämiseksi niin teollisuusonnettomuus- kuin luonnononnettomuustilanteille. Tämä raportti liittyy em. osatehtävän teollisuusonnettomuuksia käsittelevään osaan.</p> <p>Vaarallisia kemikaaleja käsittelevissä laitoksissa onnettomuustilanteen voi aiheuttaa syttyvän, terveydelle tai ympäristölle vaarallisen aineen vuoto. Aineen ominaisuuksista ja vuotopaikasta riippuen vuotava aine voi päästä maaperään, vesistöön tai ilmaan ja levitä tehdasalueen ympäristöön. Onnettomuuden seuraukset voivat kohdistua ympäristössä joko ihmisiin tai luontoon tai näihin molempiin. Myös omaisuusvahingot ja elinkeinotoiminnan häiriintyminen onnettomuuden vaikutusalueella ovat mahdollisia.</p> <p>Raportissa on kuvattu menettelytapa, jonka avulla voidaan arvioida kemikaaleja käsittelevien laitosten ympäristölleen aiheuttaman uhan suuruutta. Menettelytapaa voidaan käyttää arvioitaessa ja luokiteltaessa valtakunnantasoisesti kemikaalilaitosten aiheuttamaa uhkaa ympäristölleen. Tulosten avulla voidaan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• priorisoida ne kohteet, joiden aiheuttama uhka ympäristön asukkaille ja luonnonympäristölle on merkittävin</li> <li>• ohjeistaa merkittävän uhan aiheuttavia laitoksia tarkempiin varautumissuunnitelmiin ja</li> <li>• selvittää, onko pelastuslaitosten varautuminen kemikaaliuhkiin riittävällä tasolla ja tarvittaessa lisätä kemikaalionnettomuuksien torjuntavalmiutta.</li> </ul>		
Luottamuksellisuus	Julkinen	
Tampere, 24. 3.2009 Laatija  Minna Nissilä tutkija	Tarkastaja  Riitta Molarius tutkija	Hyväksyjä  Helena Kortelainen teknologiapäällikkö
VTT:n yhteystiedot VTT, PL 1300, 33101 Tampere		

## Sisällysluettelo

Tausta .....	4
1 Tavoite.....	4
2 Menettelytavan kuvaus.....	5
2.1 Lähtökohta .....	5
2.2 Kemikaalien vaaralliset ominaisuudet ja määrä .....	7
2.3 Kemikaalien leviämismahdollisuudet vuototilanteessa.....	8
2.4 Kemikaalipäästön seurausten arviointi laitoksen ulkopuolella.....	10
2.5 Laitoksen ympäristön haavoittuvuuden arviointi.....	12
2.6 Laitoksen aiheuttaman uhan suuruuden arviointi.....	13
2.7 Kemikaalikohteen aiheuttaman uhan visualisointi .....	13
3 Tulosten käyttö .....	15
4 Jatkokehitys.....	15
5 Lähdeluettelo tueksi menetelmän käyttöön .....	16

### Liitteet:

1. Esimerkki kemikaalia käyttävän laitoksen aiheuttaman uhan arvioinnista

## Tausta

Tekesin Turvallisuus-ohjelmaan kuuluva hanke *Uhkatilanteen hallinta - hälytys-, tilannekuva- ja varoitusjärjestelmän kehittäminen CBRN- ja luonnononnettomuustilanteissa (UHHA)*<sup>1</sup> toteutetaan vuosina 2007 – 2009. Tutkimusosapuolina ovat Ilmatieteen laitos, VTT, Teknillinen Korkeakoulu ja Helsingin yliopisto. Päärahoittajana on Tekes.

UHHA-hankkeessa kehitetään CBRN- (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear) onnettomuuksiin ja luonnononnettomuuksiin liittyvää tiedon hallintaa, ennakointia sekä riskiarviointia tilannekuvan parantamiseksi. Tilannetietoisuuden perusteella voidaan tuottaa varoituksia eri tahoille sekä välittää analysoitua lisäarvoa sisältävää tietoa tilannekuva- ja johtamisjärjestelmiin edelleen käytettäväksi. Tavoitteena on parantaa kansalaisten turvallisuutta sekä teollisuusonnettomuustilanteissa.

Hankkeen yksi osatehtävä on soveltaa ja kehittää olemassa olevia riskianalyysi- ja päätöksentekomenetelmiä realististen uhkatilanteiden tunnistamiseksi ja tilannekuvan muodostamisen kehittämiseksi niin teollisuus- kuin luonnononnettomuustilanteille.

**Tässä raportissa tarkastellaan teollisuuden kemikaalionnettomuuksien ennakointia ja niistä ympäristön ihmisille ja luonnolle aiheutuvien uhkien arviointia.**

Vaarallisten kemikaalien teolliseen käsittelyyn ja varastointiin liittyy aina onnettomuuden mahdollisuus. Kohteesta ja tilanteesta riippuen onnettomuudella voi olla vaikutuksia myös laitosalueen ulkopuolelle. Vaikutukset voivat kohdistua ympäristössä joko ihmisiin, luonnonympäristöön tai näihin molempiin. Myös omaisuusvahingot ja elinkeinotoiminnan häiriintyminen ovat mahdollisia.

Onnettomuustilanteen voi aiheuttaa syttyvän, terveydelle tai ympäristölle vaarallisen kemikaalin päästö. Kemikaalin ominaisuuksista ja vuotopaikasta riippuen sitä voi levitä maaperään, vesistöön tai ilmaan ja myös tehdasalueen ympäristöön. Kaasumaisten ja helposti haihtuvien kemikaalien vuodoista muodostuva kaasupilvi ja sen leviäminen ilmapirtauksen mukana voivat aiheuttaa vaaratilanteita ja uhkaa kaukanakin varsinaisesta onnettomuuspaikasta.

## 1 Tavoite

Tavoitteena oli kehittää menettelytapa, jolla voidaan etukäteen tunnistaa ja arvioida kemikaaleja käsittelevien laitosten ympäristölleen aiheuttaman uhan suuruutta.

Menettelytavan avulla voidaan kemikaaleja käyttävät laitokset tai muut kohteet luokitella yhdenmukaisesti sen perusteella, miten suuri uhka ne ympäristölleen ovat. Luokittelua voidaan hyödyntää päätöksenteon tukena yritysten omassa ja yhteiskunnan varautumisessa päästö- ja onnettomuustilanteiden hallintaan.

<sup>1</sup> <http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/Turva/fi/etusivu.html>

## 2 Menettelytavan kuvaus

### 2.1 Lähtökohta

Tärkeä osa vaarallisia kemikaaleja käsittelevien tai varastoivien laitosten turvallisuuden johtamista ja varmistamista on laitoksella käsiteltäviin kemikaaleihin liittyvien vaarojen tunnistaminen ja niiden merkityksen arvioiminen. Tähän liittyvät lainsäädännön vaatimukset on esitetty vaarallisten kemikaalien teollista käsittelyä ja varastointia koskevassa asetuksessa (59/1999). Vaatimukset määräytyvät käsiteltävien aineiden luokituksen ja aineiden määrän perusteella (em. asetuksen §14, §21, §22 ja §40).

Tuotantolaitoksilla, joissa käsitellään tai varastoidaan monia erilaisia vaarallisia kemikaaleja tai joissa kemikaalien määrät ovat suuria, kemikaalivaarojen ja onnettomuusmahdollisuuksien tunnistaminen ja arviointi on yleensä melko kattavasti tehty. Näille laitoksille on lainsäädännössä asetettu tiukimmat velvoitteet ja ne ovat tietysti myös tarkimman viranomaisvalvonnan kohteita.

Kuitenkin myös laitosten, joissa vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi on asetuksen 59/1999 mukaisesti vähäistä, on liitettävä pelastusviranomaiselle annettavaan ilmoitukseen selvitys vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin liittyvistä vaaroista ja onnettomuuksien mahdollisuuksista. Myös pelastustoimiasetuksen (787/2003) mukaisesti tehtävässä pelastussuunnitelmassa on selvitettävä ennakoitavat vaaratilanteet ja niiden vaikutukset.

Edellä kuvatun mukaisesti velvoite vaarallisiin kemikaaleihin liittyvien onnettomuusmahdollisuuksien tunnistamisesta koskee hyvin kattavasti kaikkia vaarallisten kemikaalien teollista käsittelyä ja varastointia harjoittavia yrityksiä. Tämän vuoksi kemikaaleja käsittelevien laitosten aiheuttaman uhan arvioinnin menettelytapa käyttää lähtötietonaan kemikaaleja käsittelevän laitosten omia riskianalyysyjä, joissa on tunnistettu kemikaaleihin liittyvät onnettomuus- ja päästömahdollisuudet.

Menettelytapa tarkastelee laitoksen aiheuttamaa uhan<sup>2</sup> suuruutta seuraavien tekijöiden pohjalta

- kemikaalin (tai kemikaalien) vaaraominaisuudet
- kemikaalien käyttö- tai varastointimäärät
- kemikaalin leviämismahdollisuudet (joihin vaikuttavat fysikaaliskemialliset ominaisuudet)
- kohteen sijoittuminen ja sen ympäristö.

Kuvassa 1 on esitetty kemikaaleja käsittelevän laitoksen ympäristölleen aiheuttaman uhan arviointiin kehitetyn menettelytavan periaate. Kappaleissa 3.2 – 3.6 on vaihe vaiheelta kuvattu menettelytavan eteneminen kuvan 1 mukaisesti. On myös esitetty kohdetta koskevia tietovaatimuksia, joita kunkin vaiheen toteuttamisessa tarvitaan.

---

<sup>2</sup> Uhka ymmärretään tässä haitallisesta tapahtumasta aiheutuvien seurausten ja ympäristön haavoittuvuuden yhdistelmänä.

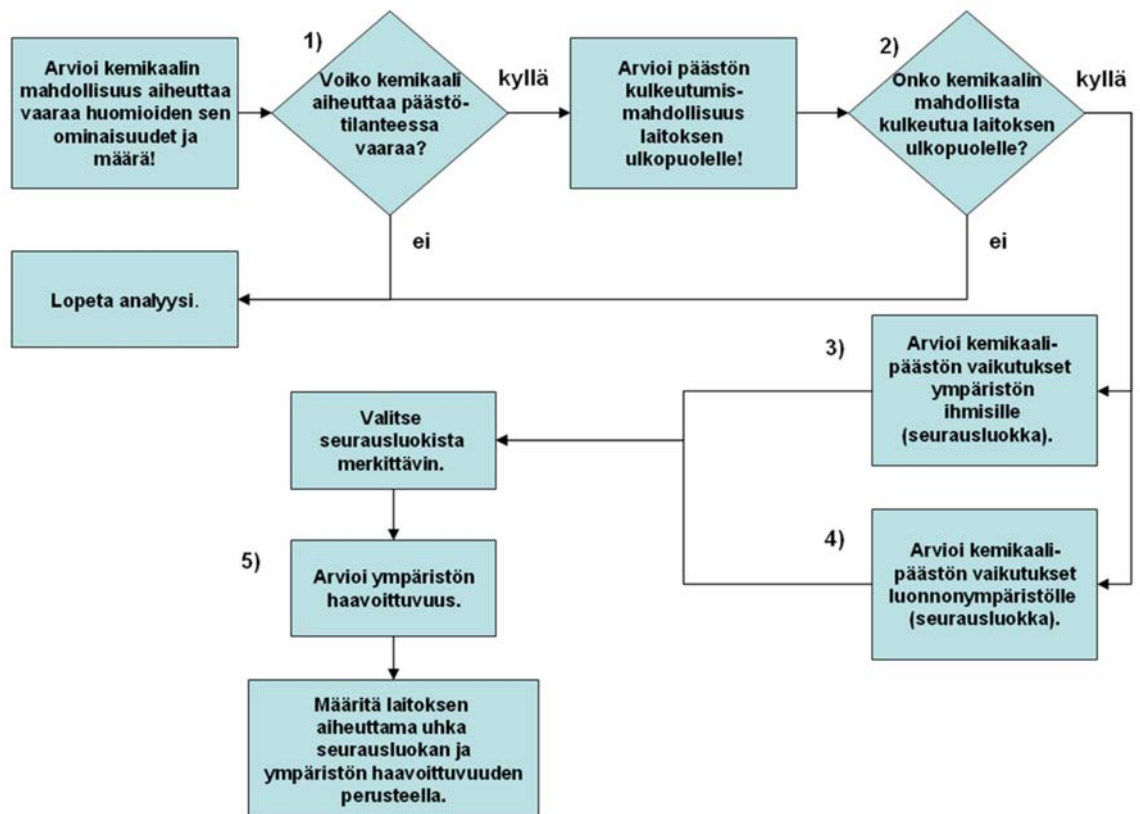


Esitetyn menettelytavan avulla voidaan luokitella kemikaaleja käyttävät laitokset tai muut kohteet sen perusteella, miten suuri uhka ne ympäristölleen ovat. Luokitelua voidaan hyödyntää päätöksenteon tukena yritysten omassa ja yhteiskunnan varautumisessa päästötilanteiden hallintaan.

Menettelytapa antaa pelkistetyn arvion tietyssä ympäristössä sijaitsevaan laitokseen liittyvästä vaarapotentiaalista. Käytännössä vaarapotentiaalia pienennetään käyttämällä erilaisia varautumis- ja rajoittamiskeinoja onnettomuuksien estämiseksi, niiden todennäköisyyden pienentämiseksi ja seurausten rajoittamiseksi. Tässä kuvattu menettelytapa kuitenkin tarkastelee laitosta ja kemikaaleja ottamatta huomioon käytössä olevia varautumiskeinoja ja tapahtuman todennäköisyyttä.

Menettelytapa pohjautuu kemikaaleja käyttävän laitoksen omiin riskianalyysiin, joissa on tunnistettu kemikaaleihin liittyvät onnettomuus- ja päästömahdollisuudet. Ympäristölle aiheutuvan uhan arvioinnissa tulee käsitellä merkittävimmät näistä tapauksista. Menettelytavan eteneminen käy ilmi seuraavasta kaaviosta.

Liitteessä 1 on havainnollistettu menettelytavan käyttöä esimerkin avulla.










Kuva 1. Kemikaaleja käsittelevän laitoksen ympäristölleen aiheuttaman uhan arviointi.

## 2.2 Kemikaalien vaaralliset ominaisuudet ja määrä

Vaarallisia kemikaaleja teollisesti käsitteleviä ja varastoivia laitoksia koskevan turvallisuuslainsäädännön vaatimukset ja niiden taso määräytyvät pääasiassa käsiteltävien aineiden vaaraominaisuuksien ja aineiden määrän perusteella (ks. asetus 59/1999).

Vaaralliset kemikaalit ryhmitellään niiden vaaraominaisuuksien perusteella palo- ja räjähdysvaarallisiin, terveydelle vaarallisiin ja ympäristölle vaarallisiin kemikaaleihin. Luokitus on tarkemmin määritelty ns. luokitusperusteasetuksessa (807/2001).

<b>Taulukko 1. Vaarallisten kemikaalien luokitus</b>	
<b>Palo- ja räjähdysvaaralliset</b> Räjähtävät (E) Hapettavat (O) Erittäin helposti syttyvät (F+) Helposti syttyvät (F) Syttyvät (-)	 Räjähävä (E)
	 Hapettava (O)
	 Erittäin helposti syttyvä (F+) ja helposti syttyvä (F)
<b>Terveydelle vaaralliset</b> Erittäin myrkylliset ( T+ ) Myrkylliset ( T ) Haitalliset ( Xn ) Syövyttävät ( C ) Ärsyttävät ( Xi ) Herkistävät ( Xn tai Xi ) Syöpää aiheuttavat ( T tai Xn ) Perimää vaurioittavat ( T tai Xn ) Lisääntymiselle vaaralliset ( T ) tai Xn)	 Erittäin myrkyllinen (T+) ja myrkyllinen (T)
	 Haitallinen (Xn) ja ärsyttävä (Xi)
	 Syövyttävä (C)
<b>Ympäristölle vaaralliset</b>	 Ympäristölle vaarallinen (N)

Taulukossa 1 esitetyt varoitusmerkit tulevat korvautumaan ns. CLP-asetuksen mukaisilla (kuva 2) varoitusmerkeillä tietyn siirtymäajan kuluessa. CLP-asetus (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures, EY1272/2008) koskee kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista. Se hyväksyttiin EU:ssa joulukuussa 2008 ja se tuli voimaan 20.1.2009.



Kuva 2. CLP-asetuksen mukaiset varoitusmerkit.

CLP-asetus on sellaisenaan voimassa kaikissa EU:n jäsenmaissa, ja sillä kumotaan siirtymäaikojen jälkeen EU:ssa nykyisin voimassa olevat, kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskevat säädökset eli ns. ainedirektiivi ja seosdirektiivi. Nämä direktiivit on Suomessa toimeenpantu kemikaalilakiin, kemikaaliasetukseen sekä eräisiin sosiaali- ja terveysministeriön asetuksiin sisältyvillä säännöksillä. Siirtymäaikojen jälkeen myös nämä kansalliset säännökset kumotaan. CLP-asetuksessa annetaan **aineiden** luokitukselle, merkinnöille ja pakkaamiselle uuden asetuksen mukaisesti siirtymäaikaa 1.12.2010 asti, ja **seosten** luokitukselle, merkinnöille ja pakkaamiselle aina 1.6.2015 asti.

Kuvassa 1 esitetyn etenemiskaavion kysymykseen *Voiko kemikaali aiheuttaa päästötilanteessa vaaraa* (kohta 1) otetaan kantaa sen mukaisesti, onko laitoksella käytettävä kemikaali (käytettävät kemikaalit) vaaraominaisuuksiltaan ja määrältään sellainen, että päästötilanteessa se voi aiheuttaa vaaraa laitosalueen ulkopuolella ja millaisessa tilanteessa päästö voi syntyä. Nämä kysymykset on tehtävä kaikkien laitoksella käytettävien tai varastoitavien vaarallisten kemikaalien suhteen.

Tieto laitoksen vaarallisiin kemikaaleihin liittyvistä päästötilanteista ja onnettomuusmahdollisuuksista saadaan esimerkiksi vaarallisten kemikaalien teolliseen käsittelyyn ja varastointiin lupa- ja ilmoitusmenettelyä varten tehdyistä riskianalyseistä tai suuronnettomuuden vaaran torjuntaa koskevaan turvallisuusselvitykseen sisältyvistä riskianalyseistä.

Kemikaalipäästöjen lisäksi on syytä tarkastella mahdollisia tulipaloja ja niissä vapautuvia kemikaaleja. Sammutusjäteveteen voi esim. pakkausten, säiliöiden tai putkilinjojen rikkoutuessa joutua vaaraa aiheuttavia kemikaaleja. Näiden leviämismahdollisuudet maaperään tai vesistöön ja tästä aiheutuvat vaarat tulee myös arvioida.

Vain jos perustellusti voidaan todeta, että laitoksella käsiteltävät kemikaalit eivät päästö- tai onnettomuustilanteessakaan voi aiheuttaa vaaraa laitosalueen ulkopuolella, voidaan tarkastelu lopettaa tähän.

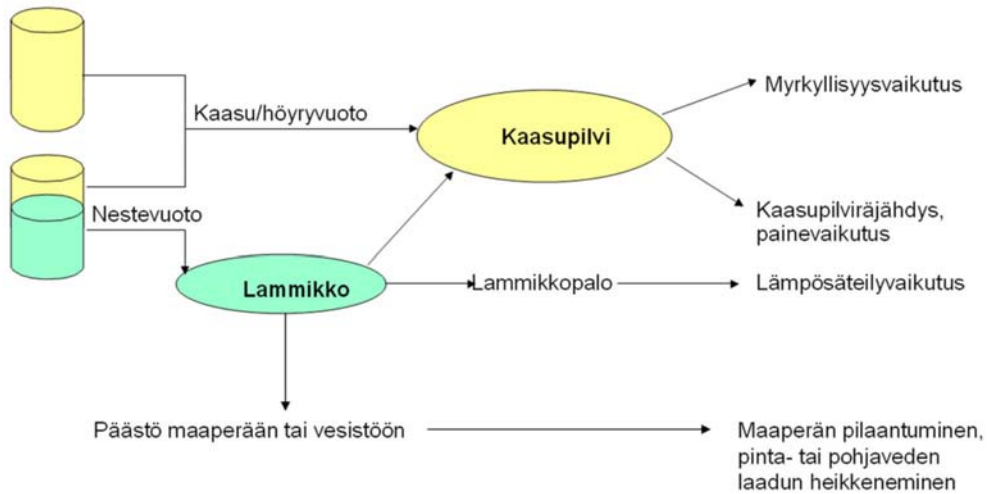
## 2.3 Kemikaalien leviämismahdollisuudet vuototilanteessa

Kemikaalin vaaraominaisuuksien ohella merkitystä on myös sillä, miten aine mahdollisessa päästö- tai onnettomuustilanteessa pääsee leviämään laitosalueen ympäristöön. Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi:

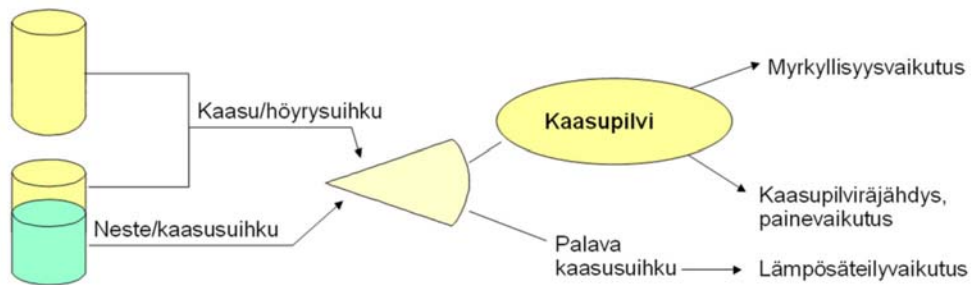
- onko päästö hetkellinen vai jatkuva
- purkautuuko kemikaali kaasuna, nesteinä vai kiinteinä
- varastoidaanko kaasu tai neste paineisena vai ei
- onko nesteinä purkautuva kemikaali helposti haihtuvaa vai ei
- leviääkö muodostuva kaasupilvi raskaan vai kevyen kaasun tapaan
- millaiset ovat palavan kaasun tai nesteen syttymisrajat ja syttymisalueen laajuus.

Seuraavassa kuvasarjassa on havainnollistettu kemikaalien erilaisia leviämismahdollisuuksia (kuvat 3 - 5).

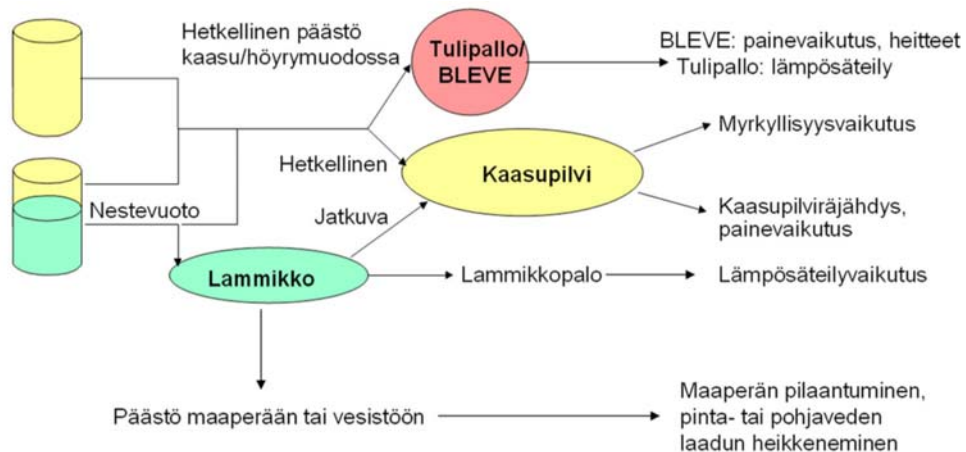




Kuva 3. Paineettoman säiliön vuodon yhteydessä syntyvät kaasun tai nesteen erilaiset leviämismahdollisuudet.



Kuva 4. Paineistetun säiliön vuodon yhteydessä syntyvät kaasuvuodot ja kaasujen erilaiset leviämismahdollisuudet.



Kuva 5. Paineistetun säiliön repeämisessä syntyvät kaasu- ja nestevuodot ja niiden erilaiset leviämismahdollisuudet.

Etenemiskaavion (kuva 1) kysymykseen *Onko kemikaalin mahdollista kulkeutua laitoksen ulkopuolelle* (kohta 2) otetaan kantaa sen mukaisesti, onko tarkastettava kemikaali ominaisuuksiltaan (olomuoto, haihtuvuus) ja määrältään sellainen, että se päästötilanteessa pääsee leviämään laitosalueen ulkopuolelle. Huomiota on otettava leviäminen ilman, maaperän sekä pohja- ja pintavesien kautta.

Myös tässä kohdassa käytetään hyväksi laitoksella tehtyjä riskianalyysyjä, joissa on tarkasteltu mahdollisten onnettomuuksien seurauksia. Vakavimmista onnettomuustilanteista on saatettu myös tehdä erillisiä seurausanalyysyjä, joissa on arvioitu esimerkiksi kaasupäästöjen leviämistä.

Vain jos perustellusti voidaan todeta, että laitoksella käsiteltävät kemikaalit eivät päästö- tai onnettomuustilanteessakaan voi levitä laitosalueen ulkopuolelle, voidaan tarkastelu lopettaa tähän.

## 2.4 Kemikaalipäästön seurausten arviointi laitoksen ulkopuolella

Jos etenemiskaavion (kuva 1) mukaisesti on todettu, että laitoksessa käsiteltävät kemikaalit voivat päästötilanteessa aiheuttaa vaaraa ja että kemikaalit voivat myös kulkeutua laitosalueen ulkopuolelle, arvioidaan mahdollisten päästöjen vaikutusten vakavuus niin ihmisille kuin luonnonympäristölle.

Laitoksen riskianalyysseissä tunnistetut päästötilanteet luokitellaan (jokainen erikseen) sen perusteella miten vakavaa haittaa ne ympäristön ihmisille tai luonnolle voivat aiheuttaa (etenemiskaavion kohdat 3 ja 4). Luokittelussa käytetään apuna taulukkoa 2 *Kemikaalipäästön seurausten arviointi*.

**Taulukko 2. Kemikaalipäästön seurausten arviointi**
**SEURAUSTRUOKKA**

Ei seurausta	Lievä	Kohtalainen	Vakava
<b>Kemikaalista aiheutuva seuraus ympäristön ihmisille</b>			
Kemikaali ei pääse leviämään laitoksen ulkopuolelle johtuen sen vähäisestä määrästä ja/tai olomuodosta sekä varastointitavasta.	Kemikaali pääsee leviämään tehdasalueen lähiympäristöön aiheuttaen lievää haittaa kuten hajuhaittaa tai ärsytystä tai se rajoittaa alueen virkistyskäyttöä tilapäisesti.	Kemikaali pääsee leviämään tehdasalueen lähiympäristöön aiheuttaen välittömästi tai välillisesti vammaa, johon tarvitaan hoitoa (vamman hoidettavissa) tai kemikaali leviää laajemmalle aiheuttaen lievää haittaa.	Kemikaali pääsee leviämään tehdasalueen ulkopuolelle aiheuttaen vakavaa haittaa (pysyviä tai pitkäaikaisia vammoja) sekä lähiympäristössä että etäämmällä.

**Kemikaalista aiheutuva seuraus luonnonympäristölle**

Kemikaali ei pääse leviämään laitoksen ulkopuolelle johtuen sen vähäisestä määrästä ja/tai olomuodosta sekä varastointitavasta.	<p>Tehdasalueen ilmaan<sup>3</sup> leviävä kemikaali aiheuttaa haittaa eläin- tai kasvilajeille ja niiden elinympäristöille. HUOM alaviite 3</p> <p>Haitallinen päästö maaperään rajoittuu pienelle rajatulle alueelle, päästö ei ole kulkeutuva ja sen pitoisuudet maaperässä ovat tavoitearvon ja alemman ohjearvon välillä Maaperän puhdistustarve on vähäinen. HUOM alaviite 4<sup>4</sup>.</p> <p>Haitalliset päästöt vesistöön vähäisiä, mutta seurauksena on tilapäinen vedenlaadun heikkeneminen pienellä rajatulla alueella, vesistö korjaa tilanteen itsensä.</p>	<p>Tehdasalueen ulkopuolelle leviävä päästö (ilmaan) aiheuttaa haittaa eläin- tai kasvilajeille ja niiden elinympäristöille.</p> <p>Haitallinen päästö maaperään sisältää vähäisiä määriä pysyviä, kertyviä tai ilmakehää muuttavia yhdisteitä. Päästö leviää maanviljelys/ tai ruoantuotantoalueelle tai enintään noin 0,5 ha muulle alueelle teollisuusalueen ulkopuolelle, päästö on kulkeutuva ja/tai pysyvä, pitoisuudet ovat alemman ja ylemmän ohjearvon välillä. Maaperän puhdistustarve on suuri, sen laajuus on arvioitava. HUOM alaviite 4.</p> <p>Haitalliset päästöt ovat merkittäviä vastaanottavan vesistön herkkyyden tai arvo huomioon ottaen. Vesistöissä tapahtuu pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu, rantojen likaantuminen, vähäisiä kalakuolemia. Päästön aiheuttama lämpötilan nousu aiheuttaa selviä muutoksia ekosysteemissä. Pieniä määriä pysyviä tai kertyviä aineita vapautuu vesistöön.</p>	<p>Ilmaan pääsevä päästö aiheuttaa ekosysteemivaurioita laajalla alueella.</p> <p>Haitallinen päästö maaperään sisältää suuria määriä pysyviä, kertyviä tai ilmakehää muuttavia yhdisteitä Päästön vaikutuksen laajuus &gt; 0,5 ha teollisuusalueen ulkopuolella, pitoisuudet ylittävät ylemmän ohjearvon. Päästö aiheuttaa massiivisen maaperän puhdistustarpeen. HUOM alaviite 4.</p> <p>Päästöt vesistöön aiheuttavat pitkäkestoisen ja laaja-alaisen haitan, eliöstön toimeentulo häiriintyy, kalakuolemia. Suuria määriä pysyviä tai kertyviä aineita vapautuu vesistöön.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<sup>3</sup> Tarkastelussa keskitytään tehdasalueen ulkopuolisiin vaikutuksiin. Tästä poiketen huomioon otetaan **tehdasalueella mahdollisesti olevat harvinaiset kasvi- tai eläinlajit**.

<sup>4</sup> Maaperän ohjearvot on määritetty Valtioneuvoston asetuksessa maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007). Alempi ohjearvo tarkoittaa pitoisuustasoa, joka kuvaa suurinta hyväksyttävää riskiä tavanomaisessa maankäytössä. Ylempi ohjearvo kuvaa suurinta riskiä esimerkiksi teollisuus- ja varastoalueilla. Ohjearvojen soveltamista puhdistustarpeen arviointiin on selostettu Ympäristöministeriön ohjeessa 2/2007.

## 2.5 Laitoksen ympäristön haavoittuvuuden arviointi

Kemikaaleja käsittelevän laitoksen ympäristölleen aiheuttaman uhan kannalta suuri merkitys on myös laitoksen sijoittumisella ja sen lähitienoilla olevalla rakennetulla ja luonnon ympäristöllä. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi miten pitkä matka laitokselta on kohteisiin, joissa on ihmisiä (asutus, muut yritykset, kauppa-keskukset, koulut, sairaalat jne.) ja miten laitos sijoittuu esimerkiksi vesistöjen, pohjavesialueiden ja arvokkaiden luontokohteiden suhteen (etenemiskaavion kohta 5).

Ympäristön haavoittuvuuden arvioinnissa käytetään apuna taulukkoa 3 *Ympäristön haavoittuvuuden arviointi*.

Todellisessa onnettomuustilanteessa sääolosuhteilla kuten lämpötilalla, tuulen suunnalla ja nopeudella voi olla huomattava vaikutus kemikaalien leviämiseen ja kulkeutumiseen ympäristössä. Tässä kuvattu menettelytapa ei kuitenkaan ota näitä tekijöitä huomioon.

<b>Taulukko 3. Ympäristön haavoittuvuuden arviointi</b>			
<b>HAAVOITTUVUUS</b>			
<b>Hyvin pieni</b>	<b>Pieni</b>	<b>Kohtalainen</b>	<b>Suuri</b>
Laitos sijaitsee kaukana asutuksesta (yli 5 km) tai vilkkaasti liikennöidyistä teistä (yli 0,7 km).	Laitoksen ympäristössä on haja-asutusta ja / tai vilkkaasti liikennöity tie.	Laitos sijaitsee taajamassa. Alle 1 km:n säteellä ei ole päiväkoteja, kouluja, sairaaloita tai muita palvelulaitoksia, ostoskeskuksia tai suuria koontumisalueita tai -paikkoja.	Alle 1 km:n etäisyydellä laitoksesta on päiväkoteja, kouluja, sairaaloita tai muita palvelulaitoksia, ostoskeskuksia tai suuria koontumisalueita tai -paikkoja.
Etäisyys arvokkaisiin luontokohteisiin on yli 5 km ja pinta- ja pohjavesialueisiin yli 1 km.	Arvokkaita luontokohteita ei ole alle 3 km:n etäisyydellä eikä pinta- ja pohjavesialueita alle 0,5 km:n etäisyydellä.	Alle 1 km:n etäisyydellä ei ole arvokkaita luontokohteita. Laitos sijaitsee pintavesialueen välittömässä läheisyydessä tai alle 300 m:n etäisyydellä pohjavesialueista.	Laitos sijaitsee Natura-alueen tai muun merkittävän luonnonsuojelualueen välittömässä läheisyydessä. Laitos sijaitsee pohjavesialueella.
Tuotannollisessa maatalouskäytössä oleva alueet sijaitsevat yli 5 km:n etäisyydellä.	Tuotannollisessa maatalouskäytössä oleva alueet sijaitsevat yli 3 km:n etäisyydellä.	Tuotannollisessa maatalouskäytössä oleva alueet sijaitsevat yli 1 km:n etäisyydellä.	Tuotannollisessa maatalouskäytössä oleva alueet sijaitsevat alle 1 km:n etäisyydellä.

## 2.6 Laitoksen aiheuttaman uhan suuruuden arviointi

Kuvan 6 matriisia käytetään laitoksesta aiheutuvan uhan arvioimiseksi, kun kaikkien laitoksen tunnistettujen kemikaalipäästöjen osalta on

- arvioitu seurausluokat niin ihmisille kuin ympäristölle ja
- määritetty ympäristön haavoittuvuus

Jos tietyn päästötapauksen osalta ihmisille ja ympäristölle aiheutuvan haitan seurausluokat eroavat toisistaan, valitaan se, jossa seuraus luokitellaan vakavamaksi.

Ympäristön haavoittuvuus	Seurausluokka			
	Ei seurausta	Lievä	Kohtalainen	Vakava
Suuri	4	5	6	7
Kohtalainen	3	4	5	6
Pieni	2	3	4	5
Hyvin pieni	1	2	3	4

*Kuva 6. Laitoksen aiheuttaman uhan suuruuden arvioimiseksi käytettävä matriisi.*

Kun jokainen laitosalueen ulkopuolelle leviämään pääsevä vaarallisen aineen päästö sijoitetaan seurausluokan ja ympäristön haavoittuvuuden perusteella edellä olevaan matriisiin, saadaan päästötilanteille (numerolla ilmaistu) arvio niiden aiheuttamasta uhasta. Laitoksen aiheuttama uhka ympäristölle määräytyy vakavimman tapauksen perusteella. Uhan suuruutta kuvaa tietenkin myös se, jos moni tunnistetuista päästötapauksista sijoittuu lähelle matriisin oikeaa ylänurkkaa (uhan suuruus kasvaa ruudukon vasemmasta alakulmasta oikeaan yläkulmaan).

Menettelytapa antaa karkean kuvan siitä, millainen uhka tietty kemikaaleja käsittelevä laitos tietyissä ympäristössä on. Arvioinnin kohteena on siis sekä laitos että sen ympäristö. Tästä syystä kaksi täysin samanlaista laitosta toisistaan poikkeavissa ympäristöissä voivat saada erilaisen arvion aiheuttamansa uhan suuruudesta. Uhka kun riippuu myös ympäristön haavoittuvuudesta!

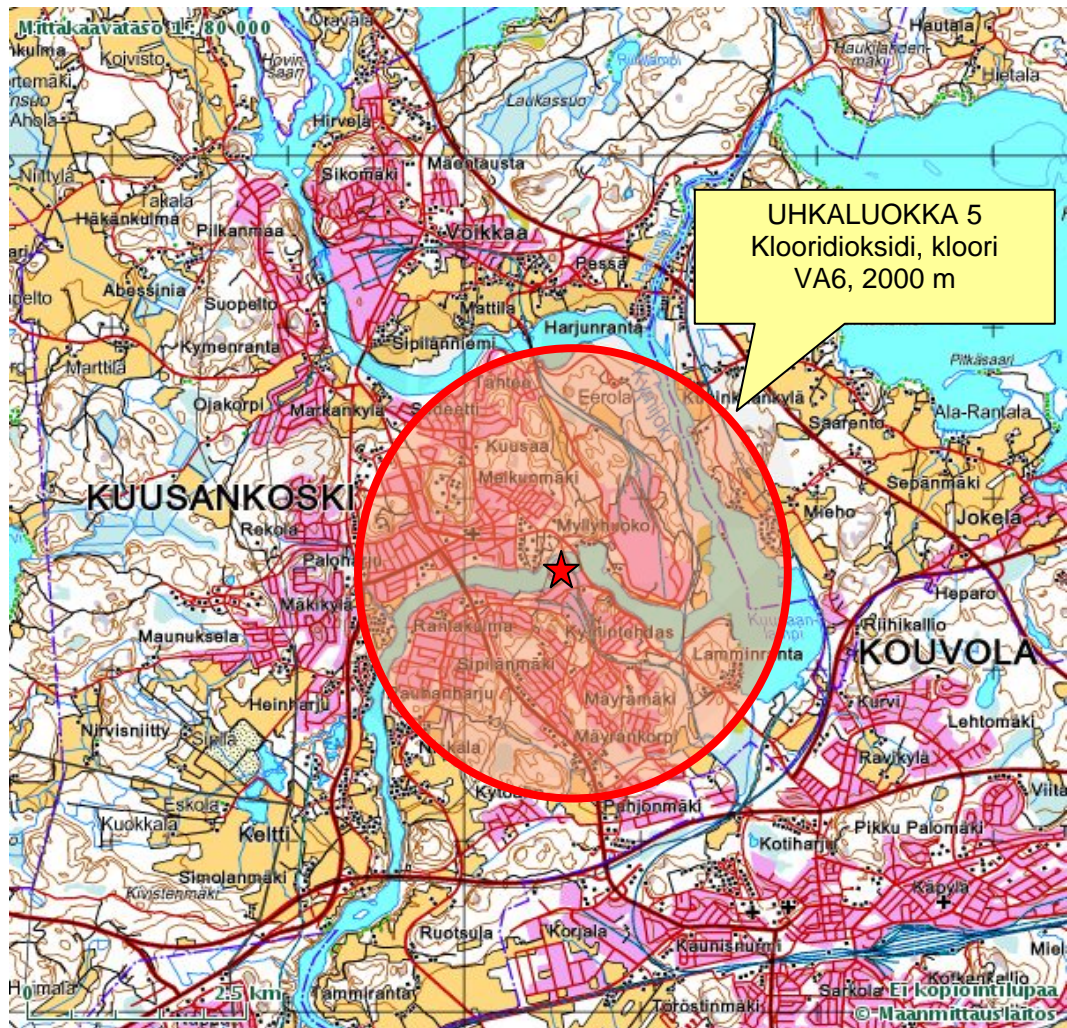
## 2.7 Kemikaalikohteen aiheuttaman uhan visualisointi

Uhka-analyysin tuloksena kemikaaleja käyttävät ja varastoivat kohteet voidaan luokitella seitsemään luokkaan sen perusteella, miten suuren uhan ne aiheuttavat ympäristölleen. Luokittelu voidaan visualisoida karttapohjalla kuvan 7 esittämällä tavalla.



Visualisointia varten uhka-analyysin tulee tuottaa laitoskohtaisesti seuraavat tiedot:

- vaaraa aiheuttava kemikaali
- päästökohteen koordinaatit
- uhkaluokan suuruus
- TOKEVA-ohjeiden mukainen vaara-alue (luokka ja varoitusraja<sup>5</sup>).



Kuva 7. Esimerkki uhkaluokan visualisoinnista UHHA-tilannekuva-järjestelmässä. Punainen tähti kertoo onnettomuuspaikan sijainnin, ympäröivän kehän väri uhkaluokan, ympyrän säde TOKEVA-ohjeen mukaisen varoitusrajan. Selite kertoo edellisen lisäksi kemikaalin nimen ja TOKEVA-ohjeen mukaisen luokan.

<sup>5</sup> TOKEVA-ohjeet (Torjuntaohjeet kemikaalien vaaratilanteille):

**Eristysraja** tarkoittaa etäisyyttä, jonka sisäpuolelta kaikki ihmiset on siirrettävä pois.

**Varoitusraja** tarkoittaa etäisyyttä, jonka sisäpuolella olevia ihmisiä kehoitetaan siirtymään sisätiloihin ja sulkemaan ovet, ikkunat ja ilmastointi. Alueen määrittämisessä otetaan huomioon tuulen suunta.



### 3 Tulosten käyttö

Menettelytavan avulla saatuja tuloksia voidaan käyttää arvioitaessa valtakunnan-tasoisesti kemikaalilaitosten aiheuttamaa uhkaa ympäristölleen. Tulosten avulla voidaan

- selvittää kohteet, joiden aiheuttama uhka ympäristön asukkaille ja luonnonympäristölle on merkittävin
- selvittää, onko pelastuslaitosten varautuminen kemikaaliuhkiin riittävällä tasolla ja tarvittaessa lisätä kemikaalionnettomuuksien torjuntavalmiutta
- ohjeistaa merkittävän uhan aiheuttavia laitoksia tarkempiin varautumissuunnitelmiin.

Menettelytavan tuloksia voidaan hyödyntää viranomaisten tilannekuvajärjestelmien lähtötietoina. Tällöin kuvassa 6 esitetty visuaalinen tulostustapa on käyttökel-poinen.

Menetelmän hyödyntäjiä voisivat olla:

- Tukes arvioidessaan sekä koko valtakunnan tasoisesti että laitostasoisesti kemikaalia käyttävien ja varastoivien laitosten ympäristölleen aiheutta-maa uhkaa
- Pelastuslaitokset tehdessään alueellisia riskinarviointeja, ulkoisia pelas-tussuunnitelmia ja arvioidessaan onnettomuuksiin varautumisastettaan
- Vakavien kemiallisten uhkien osaamiskeskuksen (C-osaamiskeskus) päi-vystäjät
- Ympäristöviranomaiset arvioidessaan laitosten aiheuttamaa uhkaa ympä-ristölle ja pohjavesille
- Kohdelaitokset arvioidessaan aiheuttamaansa uhkaa ja päättäessään omas-ta varautumistasostaan.

Kemikaaleja käyttävien laitosten ympäristölleen aiheuttaman uhan arviointime-netelmän hyödynnettävyys riippuu paljon sen jatkokehittämisestä.

### 4 Jatkokehitys

Kemikaalia käyttävien ja varastoivien laitosten aiheuttamaa uhkaa arvioiva menet-telytapa on toistaiseksi täysin manuaalinen ja se perustuu paljolti käyttäjän asian-tuntemukseen ja kokemukseen tunnistettujen päästötilanteiden vaikutusten arvi-oinnista.

Jotta menetelmää voitaisiin käyttää tehokkaasti, ja jotta sen tulokset voidaan hyö-dyntää koko valtakunnan tasolla, menetelmästä tulisi kehittää Internet-selainpohjainen ohjelmaversio. Tällöin tunnistettavat ja arvioitavat kemikaalikoh-teet voidaan koota samaan rekisteriin, jolloin koko maan tilannekatsaus olisi saa-tavilla yhdestä ohjelmasta. Samalla voidaan menetelmään antaa erillisiä katselu-oikeuksia esimerkiksi ympäristöviranomaisille, yrityksille ja kansalaisille.

Yhteinen uhka-analyysiohjelma varmistaisi sen, että Tukes ja pelastuslaitokset voisivat hyödyntää samaa tietokantaa ja esimerkiksi Tukesin tekemät uhka-analyysit tukisivat pelastustointia siviilikriisien hallinnassa.

Internet-selainpohjaiseen uhka-analyysiin olisi mahdollista liittää manuaalista versiota enemmän taustatietoa esimerkiksi tekemällä linkityksiä suoraan tarvittaviin materiaaleihin Internet-sivustoille tai luomalla omaa taustamateriaalia ohjelmaan.

Menettelytavan kehittämistyössä myös eri henkilöiden ja organisaatioiden kokemukset uhka-analyysin toimivuudesta ja käytettävyydestä ovat tarpeen. Tavoitteena on, että vuoden 2009 aikana menetelmää vielä testaavat sekä Tukesin että pelastuslaitosten kemikaalivalvonnasta vastaavat henkilöt. Tämä olisi erittäin toivottavaa, koska näin saataisiin useamman henkilön näkemyksiä ja kokemuksia menettelytavan käytöstä ja sen soveltuvuudesta erikokoisten laitosten arviointiin.

Menetelmän jatkokehittämiseen pyritään hakemaan rahoitusta vuoden 2009 aikana. Tätä ennen selvitetään, mikä taho (Tukes, Pelastusopisto, SM) olisi halukas ottamaan vastuun menetelmän jatkokehityksestä ja ylläpidosta.

## 5 Lähdeluettelo tueksi menetelmän käyttöön

Kemikaaleja käyttävien laitosten ympäristölleen aiheuttaman uhkan arvioimismenetelmän tukena voidaan käyttää seuraavia lähteitä:

- OVA-ohjeet. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet, työterveyslaitos.  
<http://www.ttl.fi/ova/default.htm>
- TOKEVA-ohjeet
- Kansainväliset kemikaalikortit
- Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007)
- Reinikainen J., 2007 Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperusteet. Suomen ympäristö 23/2007.  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=75020&lan=fi>
- Ympäristöministeriö 2007. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007.  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=69290&lan=FI>

## Esimerkki kemikaalia käyttävän laitoksen aiheuttaman uhan arvioinnista

Tehtaalla käytetään ammoniakkivettä (ammoniakin vesiliuos, väkevyys yli 25 %). Sitä tuodaan säiliöautolla ja varastoidaan 50 m<sup>3</sup> säiliössä. Riskianalysissä on tunnistettu, että säiliöautoa tyhjennettäessä purkuletku voi irrota, jolloin ammoniakkivettä vuotaa piha-alueelle pahimmillaan koko säiliöauton tilavuus eli 15 m<sup>3</sup>.

### 1. Voiko kemikaali aiheuttaa päästötilanteessa vaaraa?

Vaaran arvioinnissa käytetään ammoniakkiliuoksen luokittelusta saatavia tietoja. Tässä tiedonlähteenä käytetään ammoniakin OVA ohjetta (Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet, turvallisuusohjeet).

*Ammoniakkivesiliuoksen luokittelu*



**Syövyttävä (C)**



**Ympäristölle vaarallinen (N)**

*Ammoniakin terveys- ja ympäristövaarat OVA-ohjeen mukaan:*

*Hengitysteiden ärsytys on suoraan verrannollinen ammoniakkipitoisuuteen ilmassa. Ärsytys ja haittavaikutus alkavat 20 - 25 ppm:n (14 - 18 mg/m<sup>3</sup>) pitoisuudessa. Yli 100 ppm:n (70 mg/m<sup>3</sup>) pitoisuus aiheuttaa silmän sarveiskalvon ärsytystä ja kyynelvuotoa. Välittömästi hengitysteitä ja silmiä voimakkaasti ärsyttävä pitoisuus on 400 - 700 ppm (280 - 500 mg/m<sup>3</sup>).*

*Ammoniakki on erittäin myrkyllistä vesieliöille. Sen akuutit LC50-arvot kalalle ovat 0,14 - 1,5 mg/l (96 h) ja akuutit LC50-arvot katkalle 2 - 2,5 mg/l (48 h). Ammoniakin myrkyllisyys voimistuu alhaisissa lämpötiloissa (< 10 °C), veden pH:n kohotessa 7:stä 9:ään sekä veteen liunneen hapen pitoisuuden pienentyessä. Ammonium-ionin myrkyllisyys on vähäinen verrattuna ammoniakkiin.*

Ammoniakkivesilammikosta haihtuu runsaasti ammoniakkia ilmaan, joten terveydelle vaarallinen pitoisuus on mahdollista. Tämän perusteella arvioidaan, että ammoniakkiliuoksen vuoto voi aiheuttaa vaaraa.

### 2. Onko kemikaalin mahdollista kulkeutua laitoksen ulkopuolelle?

OVA-ohjeen mukaan ammoniakin vesiliuoksen suuren vuodon (n. 10 m<sup>3</sup>) vaara-alue on:

*Välitön eristys 50 metriä kaikkiin suuntiin sekä 100 metriä tuulen alapuolella. Ammoniakki saattaa aiheuttaa altistuneille ärsytysoireita jopa 450 metrin etäisyydellä tuulen alapuolella. Väestöä kehoitetaan suojautumaan sisätiloihin, sulkemaan ikkunat ja ovet sekä pysäyttämään ilmanvaihtolaitteet (varoitusraja).*

Mahdollisesta onnettomuuspaikasta on matkaa tehdasalueen rajalle n. 40 metriä. Koska eristysraja on tuulen alapuolelle 100 metriä ja varoitusraja 450 metriä, arvioidaan, että ammoniakki voi kulkeutua laitoksen ulkopuolelle aiheuttaen vaaraa ihmisille.

Lisäksi arvioidaan, että purkupaikalle vuotavasta ammoniakkiliuoksesta pieni osa voi päästä sadevesikaivon ja -viemärin kautta läheiseen jokeen, jonne on matkaa n. 100 metriä. Tämän perusteella arvioidaan, että päästö voi aiheuttaa vaaraa luonnonympäristölle.

### 3. Millaiset vaikutukset päästöllä on ihmisille?

OVA-ohjeen mukaisten eristys- ja varoitusrajojen perusteella valitaan seurausten arviointitaulukosta ihmisiin kohdistuvien vaikutusten seurausluokaksi:

#### Kohtalainen

Kemikaali pääsee leviämään tehdasalueen lähiympäristöön aiheuttaen välittömästi tai välillisesti vamman, johon tarvitaan hoitoa (vamman hoidettavissa) tai kemikaali leviää laajemmalle aiheuttaen lievää haittaa.

### 4. Millaiset vaikutukset päästöllä on luonnonympäristölle?

Jokeen pääsevän aineen määrän, joen virtaaman ja ammoniakiveden ominaisuuksien perusteella valitaan seurausten arviointitaulukosta luonnonympäristöön kohdistuvien vaikutusten seurausluokaksi:

#### Lievä

Haitalliset päästöt vesistöön vähäisiä, mutta seurauksena on tilapäinen vedenlaadun heikkeneminen pienellä rajatulla alueella, vesistö korjaa tilanteen itsestään.

### 5. Mikä on ympäristön haavoittuvuus?

Ihmisiin vaikuttavaa haavoittuvuutta tarkasteltaessa todetaan, että tehdas sijaitsee taajaman läheisyydessä. Tehtaan vierestä kulkee tie joen rannassa olevalle, paljon käytetylle venelaiturille ja läheltä menee suosittu ulkoilureitti, jossa liikkuu kesällä kävelijöitä ja pyöräilijöitä, talvella hiihtäjiä. Ammoniakkin eristysraja (100 m) ylittää rantaan vievälle tielle, varoitusraja (450 m) ylittää selvästi venerantaan, ulkoilureitille ja taajaman reuna-alueelle. Tämän perusteella haavoittuvuuden arviointitaulukosta valitaan haavoittuvuusluokaksi:

#### Kohtalainen

Laitos sijaitsee taajamassa. Alle 1 km:n säteellä ei ole päiväkoteja, kouluja, sairaaloita tai muita palvelulaitoksia

Luonnonympäristön haavoittuvuutta tarkasteltaessa todetaan, että tehdas on n. 100 metrin etäisyydellä joesta. Tämän perusteella luonnonympäristön haavoittuvuudeksi saadaan

#### Kohtalainen

Laitos sijaitsee pintavesialueen välittömässä läheisyydessä.

## 6. Mikä on uhkaluokka?

Koska ihmisiin vaikuttavien seurausten luokka on kohtalainen ja haavoittuvuusluokka kohtalainen, saadaan uhkamatriisista luokaksi 5.

Luonnonympäristöön vaikuttavien seurausten luokka on lievä ja haavoittuvuusluokka on kohtalainen, saadaan uhkamatriisista luokaksi 4.

	<b>Seurausluokka</b>			
<b>Ympäristön haavoittuvuus</b>	Ei seurausta	Lievä	Kohtalainen	Vakava
Suuri				
Kohtalainen		4	5	
Pieni				
Hyvin pieni				