

OPAS

# TUOTANTOLAITOSTEN SJOITTAMINEN

tukes



# Tuotantolaitosten sijoittaminen

Piirrokset: Pirkko-Liisa Toppinen  
*ISBN 978-952-5649-67-3 PDF*

# Sisällys

- 1. Johdanto 4**
  - 2. Yleistä tuotantolaitosten sijoituksesta 5**
  - 3. Suojaetäisyydet kohteille 7**
  - 4. Onnettomuuksien vaikutusten huomioon ottaminen tuotantolaitosten sijoituksessa 8**
    - 4.1 Laajamittaisten laitosten onnettomuustilanteiden valinta ja mallinnus 9
      - 4.1.1 Lämpösäteily 9
      - 4.1.2 Paineaalto 10
      - 4.1.3 Terveysvaara 11
      - 4.1.4 Ympäristövaara 12
      - 4.1.5 Muut huomioitavat asiat 13
    - 4.2 Vaikutusten tarkastelu 13
      - 4.2.1 Terveysvaikutukset 13
      - 4.2.2 Lämpösäteilyn vaikutukset 15
      - 4.2.3 Painevaikutukset ja heitteet 17
      - 4.2.4 Vaikutukset ympäristöön 19
      - 4.2.5 Vaikutukset pohjaveteen 22
      - 4.2.6 Vaikutukset infrastruktuuriin 26
  - 5. Suojaetäisyydestaulukoita 31**
- Liitteet:**
- LIITE 1: Oppaassa käytettyjä termejä
  - LIITE 2: Terveysvaaraa kuvaavia raja-arvoja
  - LIITE 3: Ympäristöriskien seurasmatriisi
  - LIITE 4: Pohjavesialueiden luokitus
  - LIITE 5: Valtioneuvoston asetuksen 342/2009 liite I
  - LIITE 6: Sääolojen stabiilisuusluokat
  - LIITE 6: Terveys-, lämpösäteily- ja painevaikutusten esittäminen kartalla

## 1. Johdanto

Tämä opas sisältää suosituksia, miten kemikaaleista aiheutuva onnettomuusvaara pitää ottaa huomioon vaarallisia kemikaaleja käsittelevien tai varastoivien laitosten (= tuotantolaitosten) sijoituksessa.

Oppaassa neuvotaan, mitkä tuotantolaitoksella mahdollisesti tapahtuvat onnettomuudet pitää huomioida tuotantolaitoksen sijoituksesta päätettäessä, ja annetaan tarvittavia lähtötietoja onnettomuuksien seurausten laskemista varten. Lisäksi joillekin kohteille esitetään valmiita suojaetäisyysuosituksia. Oppaassa ei esitetä laskentamalleja tai vastaavia onnettomuustilanteiden mallintamista tai seurausten laskemista varten. Suositusten mukaisesti lasketut etäisyydet, samoin kuin valmiit suojaetäisyysuositukset tulisi nähdä suuntaa-antavina ja tiettyihin lähtöolettamuksiin perustuvina ja niitä on hyvä tarkastella aina yhdessä muiden turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden kanssa.

Esitetyin menettelyin voidaan arvioida tuotantolaitoksen sijoituksen turvallisuutta sen ympäristöön nähden. Lähtökohtana on, että laitoksen tekniikka ja turvajärjestelyt ovat vähintään säädösten mukaiset ja että uusissa laitoksissa on käytössä paras ajanmukainen tekniikka. Sovel-

tamiskohteina ovat ensisijaisesti uudet tuotantolaitokset ja vanhoihin laitoksiin tehtävät merkittävät muutokset. Opasta suositellaan käytettäväksi myös laitoksen ulkopuolella tapahtuvaan kaavoitukseen tai rakentamiseen liittyvissä riskienarvioinneissa. Tällöin on kuitenkin tapauskohtaisesti otettava huomioon mahdolliset erot toteutuksessa ja tekniikan tasossa uusiin laitoksiin verrattuna, joten voi olla tarpeen tarkastella muitakin kuin tässä oppaassa suositeltuja onnettomuustapauksia.

Arviointit eivät kuitenkaan ole riittäviä pelastussuunnitelmien laatimiseen, koska siinä on otettava huomioon myös maankäyttötarkoitukseen verrattuna vähemmän todennäköisiä ja vaikutuksiltaan vakavampia onnettomuuksia. Opasta ei ole tarkoitettu tuotantolaitosten oman alueen sisäisten suojaetäisyyksien määrittämiseen, joskin joiltain osin tuloksia voi niihin hyödyntää.

Tässä oppaassa käytetään termiä **tuotantolaitos** (tai **laitos**) tarkoittamaan sekä vaarallisten kemikaalien valmistus- tai käyttölaitoksia että niiden varastoja.

## 2. Yleistä tuotantolaitosten sijoituksesta

Suosituksen lähtökohtana ovat kemikaaliturvallisuuslaissa<sup>1</sup> ja *kemikaaliturvallisuusasetuksessa*<sup>2</sup> esitetyt vaatimukset. Sijoitusta tarkastellaan kemikaaleista aiheutuvan onnettomuusvaaran näkökulmasta (lämpösäteily, paineaalto, terveysvaikutukset, ympäristövaikutukset), joten muita toiminnasta mahdollisesti aiheutuvia häiriöitä, kuten jatkuvia päästöjä, melua tai hajuhaittoja ei käsitellä. Oppaan suosituksia lämpösäteilystä ja painevaikutuksista voidaan soveltaa myös nestekaasulaitosten sijoitukseen<sup>3</sup>.

Tuotantolaitosten sijoitusta koskevat perusvaatimukset onnettomuuksien vaikutusten huomioonottamiseksi esitetään kemikaaliturvallisuuslaissa ja –asetuksessa:

### ***Kemikaaliturvallisuuslaki 17 §***

Toiminnanharjoittajan on otettava huomioon suunnitellessaan vaarallisia kemikaaleja tai räjähteitä valmistavien, käsittelevien tai varastoitavien tuotantolaitosten sijaintia, että tuotantolaitos on sijoitettava sellaiselle etäisyydelle asuinalueista, yleisessä käytössä olevista rakennuksista ja alueista, kouluista, hoitolaitoksista, teollisuuslaitoksista, varastoista, liikenneväylistä sekä muusta ulkopuolisesta toiminnasta niin, että ennalta mahdollisesti arvioitavat räjähdykset, tulipalot ja kemikaalipäästöt eivät aiheuta henkilö-, ympäristö- tai omaisuusvahinkojen vaaraa näissä kohteissa.

<sup>1</sup> laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005

<sup>2</sup> Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista 856/2012

<sup>3</sup> Valtioneuvoston asetus nestekaasulaitosten turvallisuusvaatimuksista 858/2012

### ***Kemikaaliturvallisuusasetus 4 §***

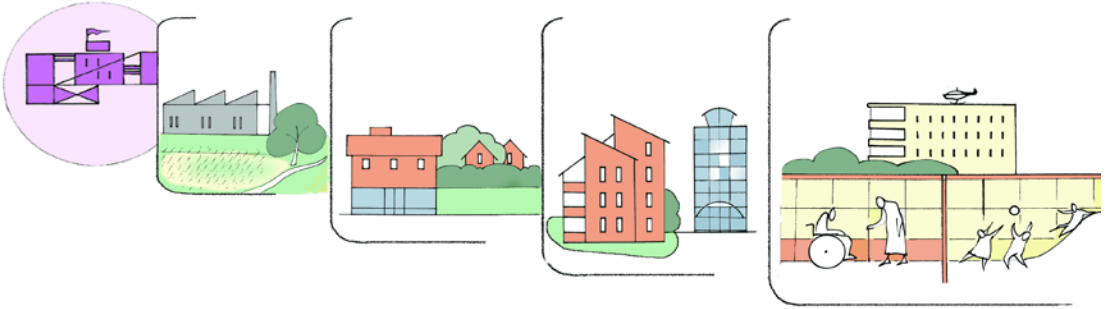
Tuotantolaitoksen sijoituksessa muuhun toimintaan nähden on otettava huomioon:

1. Tuotantolaitoksessa mahdollisesti tapahtuvien onnettomuuksien vaikutukset sen ympäristössä sekä näiden onnettomuuksien ajallinen kehittyminen;
2. onnettomuuden kohteeksi joutuvien ihmisten mahdollisuudet suojautumiseen tai alueelta poistumiseen;
3. onnettomuuden leviämiseen ja kulkuun vaikuttavat seikat, kuten vesistöt ja viemärit, maastonmuodot, maaperän laatu, ilmasto-olosuhteet ja rakennukset;
4. tuotantolaitoksen käytössä olevat järjestelmät, menetelmät tai tekniset tekijät ja laitteet onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi.

Perusedellytyksenä uuden tuotantolaitoksen sijoitukselle on, että alueen kaavoitus mahdollistaa sen. Alueen tulee olla varattu teollisuus- ja varastotoimintaan, jolloin sen kaavamerkintä on esimerkiksi ”T”. Suuronnettomuusvaarallisille kohteille suositellaan kaavamerkintää T/Kem (teollisuus- tai varastorakennusten alue, jolle saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan laitoksen).

Suurimpia tuotantolaitoksia koskevan Seveso-direktiivin<sup>4</sup> periaate on, että vaaralliset kohteet sijoitetaan erilleen muusta toiminnasta. Suuronnettomuusvaaralliset laitokset tulisi siten

<sup>4</sup> Neuvoston direktiivi 2012/18/EU vaarallisista aineista aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen torjunnasta



**Kuva 1. Tuotantolaitosten sijoitusperiaatteena on, että haavoittuvat kohteet sijoitetaan mahdollisimman kauas vaaraa aiheuttavasta kohteesta.**

ensisijaisesti sijoittaa teollisuusympäristöön tai kauas rakennetuista alueista. Samaa periaatetta kannattaa soveltaa pienempiinkin kohteisiin erityisesti, jos niiden toiminnasta on mahdollista aiheutua vaaraa ympäristölle.

Tuotantolaitosten sijoituksessa tulee ottaa huomioon niiden aiheuttama vaara ympäröivälle asutukselle, luonnolle tai muulle toiminnalle ja toisaalta ympäristössä harjoitettavasta toiminnasta aiheutuva, onnettomuusriskiä kasvattava vaara. Etäisyyden tulee olla riittävä erityisesti sellaisiin kohteisiin, joissa voi olla ihmisiä. Mitä herkemmistä tai vaikeammin onnettomuustilanteissa tyhjennettävistä kohteista (sairaalat, päiväkotit, koulu jne.) on kyse, sitä kauempana niiden tulee olla vaarallisista laitoksista.

Etäisyyden tulee olla riittävä myös muuhun teollisuuteen, luonnonsuojelualueisiin ja muihin ympäristönsuojelun kannalta tärkeisiin kohteisiin. Tuotantolaitosta ei saa ilman erityistä perusteltua syytä sijoittaa tärkeälle pohjavesi-

alueelle tai muulle vedenhankintaan soveltuvalle pohjavesialueelle. Sijoituksen arvioinnissa tulee ottaa huomioon myös tuleva kehitys, kuten mahdolliset laitoksen laajennustarpeet.

Oppaassa esitettyjen menettelyiden lisäksi sijoituksessa on otettava huomioon muissa säädöksissä mainitut minimietäisyydet.

Maankäyttö- ja rakennusasetuksen palovaarallinen rakennus tulee sijoittaa vähintään 15 metriä toisen omistamasta tai hallitsemasta maasta ja vähintään 20 metriä toisen omistamalla tai hallitsemalla maalla olevasta rakennuksesta. Rakennusta ei saa asemakaava-alueen ulkopuolella ilman asianomaisen suostumusta rakentaa viittä metriä lähemmäksi toisen omistamaa tai hallitsemaa maata eikä kymmentä metriä lähemmäksi rakennusta, joka on toisen omistamalla tai hallitsemalla maalla, ellei siihen ole erityistä syytä.

### 3. Suojaetäisyydet kohteille

Tässä oppaassa kuvataan kaksi tapaa määrittää vaarallisia kemikaaleja käsittelevän tai varastoitavan laitoksen riittävät suojaetäisyydet sitä ympäröiviin kohteisiin nähden. Suurimpien tuotantolaitosten (laajamittainen toiminta) on arvioitava suojaetäisyydet onnettomuuksien vaikutusten perusteella. Pienimmät, eli vähäistä toimintaa harjoittavat laitokset voivat soveltaa oppaan suojaetäisyydestaulukkoja. Joidenkin kemikaalien osalta suojaetäisyydestaulukot kattavat myös laajamittaista toimintaa.

Suojaetäisyyksien selvittäminen onnettomuuksien vaikutusten perusteella käsittää seuraavia työvaiheita. Vaiheita 2-4 käsitellään oppaassa.

- 1) Kemikaalien käsittelyyn tai varastointiin liittyvien vaarojen ja onnettomuusmahdollisuuksien selvittäminen.
- 2) Suojaetäisyyksien arviointiin käytettävien onnettomuustapauksien valinta.
- 3) Laskennassa käytettävien lähtöolettamusten sekä yksinkertaistusten valinta (kuten säätila tai maaston muoto).
- 4) Onnettomuuksien vaikutusten arviointiin käytettävien kriteerien valinta.
- 5) Onnettomuuksien mallinnus ja seurausten laskenta, josta tuloksena valittuja kriteereitä vastaavat etäisyydet.
- 6) Laskettujen etäisyyksien riittävyyden arviointi ottaen huomioon erityyppiset vaarassa olevat kohteet sekä käytettävässä olevat tekniset ratkaisut.



## 4. Onnettomuuksien vaikutusten huomioon ottaminen tuotantolaitosten sijoituksessa

Tuotantolaitosten sijoituksessa on otettava huomioon laitoksessa mahdollisesti tapahtuvien onnettomuuksien vaikutukset ympäristössä sekä näiden onnettomuuksien ajallinen kehittyminen. Huomioon tulee ottaa myös tuotantolaitoksessa käytössä olevat järjestelmät tai tekniset tekijät ja laitteet onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi.

Tuotantolaitosten sijoitusta tarkasteltaessa on otettava mukaan sellaisten onnettomuuksien vaikutukset, joissa tuotantolaitoksen kemikaalit voivat olla osallisena. Vaikutuksia arvioitaessa tarkastellaan kemikaalien kaikki vaaraominaisuudet ja niistä aiheutuvien onnettomuuksien seuraukset. Jos kemikaalien käsittelyn tai varastoinnin yhteydessä on olemassa pölyräjähdysten vaara, myös se on otettava huomioon.

Onnettomuuksien yhteydessä tarkasteltavia vaikutustapoja ovat lämpösäteily, painevaikutukset sekä kemikaalien aiheuttama terveys- ja ympäristövaara.

Onnettomuuksien vaikutusten arvioimiseksi tulee laatia onnettomuutta kuvaava malli tyypillisimmistä ja merkittävimmistä onnettomuuksista. Mallin on mahdollistettava onnettomuuden eri vaikutustapojen numeerinen kuvaaminen sekä ajallisen kehityksen arviointi. Yksittäisestä onnettomuustilanteesta laaditun mallin tulee tapauksesta riippuen mahdollistaa lämpösäteilyn intensiteetin  $\text{kW/m}^2$ , paineaallon paineen (bar, kPa) tai kemikaalipitoisuuksien laskeminen etäisyyden ja ajan funktiona. Tarkasteltaviksi onnettomuuksiksi ei ole syytä valita suuronnettomuustilanteita (bleveräjähdykset, kattilan lieriöräjähdykset, varastosäilön

totaalinen repeäminen), jotka kuvaavat laitoksella mahdollisia ääritilanteita. Näiden tilanteiden kuvaamista edellytetään vain maksimivalmiuksien hahmottamiseen ja pelastussuunnitelmien laatimiseen.

Laitoksen sijoitussuunnittelussa ja suojaetäisyyksien tarkastelussa tulee kiinnittää huomiota tapahtumaketjun alkuvaiheisiin eli onnettomuuden havaitsemiseen, hälyttämiseen ja torjuntatoimenpiteiden käynnistymiseen, jolloin suojaetäisyydellä on keskeinen merkitys ulkopuolisten kohteiden turvallisuuden varmistamisessa.

Tarkasteltaviksi valittavat onnettomuustilanteet riippuvat kunkin laitoksen tai kohteen paikallisista olosuhteista (esim. muiden kohteiden sijainti, maasto) ja tekniikasta (esim. säiliökoot, sijoittelu). Valittavien onnettomuustilanteiden tulee kuvata laitoksen alueen jokaisen rajan (ulkoreunan) keskeisiä vahinkotilanteita sekä niiden vaikutuksia ja ulottuvuuksia kyseiseen suuntaan.

Jäljempänä on esimerkinomaisesti mainittu varastointiin ja tuotantolaitoksiin liittyviä onnettomuusskenaarioita eli onnettomuustilanteita ja niiden mallinnuksia. Lisäksi on esitetty laatimiseen liittyviä reunaehtoja, ”sääntöjä”, joita mallia laadittaessa tai seurauksia laskettaessa tai arvioitaessa on syytä ottaa huomioon.

## 4.1 Laajamittaisten laitosten onnettomuustilanteiden valinta ja mallinnus

### 4.1.1 Lämpösäteily

#### Varastosäiliön palon skenaario

Palavilla nesteillä skenaarioksi valitaan pääsääntöisesti suurimman varastosäiliön ja sitä ympäröivän vallitilan samanaikainen palo.

- Jos laitoksen alue on laaja, valitaan laitoksen ulkopuolisten kohteiden kannalta merkityksellinen muu varastosäiliö vallitiloineen tarkastelun kohteeksi.
- Laajoilla tehdas- tai varastoalueilla valitaan useampia säiliö/vallitilapaloja, joiden perusteella etäisyys määräytyy kussakin kohdassa erikseen.

#### Putkiston palon skenaario

Putkistovuotojen seurauksena syntyvien palojen skenaarioksi valitaan lammikkopalo.

- Vuodon suuruudeksi valitaan 10 minuutin aikana purkautuva nestemäärä.
- Jos laitoksella käytettävät putkikoot tiedetään, tarkasteluun valitaan ulkopuolisten kohteiden kannalta merkityksellinen putki (sen halkaisija, paine jne.), joka aiheuttaa suurimman nestepäästön.
- Jos laitoksen putkikokoja ei tiedetä, valitaan putken halkaisijaksi 25 cm.

#### Ulkona olevan astiavaraston palon skenaario

Ulkona olevien astiavarastojen osalta skenaarioksi valitaan yhden allastuksen (vallitilan tai astiaryhmän) palo.

- Astioiksi luetaan tynnyrit, kaasupullot ja vastaavat, IBC-pakkaukset sekä alle 10 m<sup>3</sup> suuruiset kontit.
- Skenaariossa huomioidaan koko allastuksen pinta-ala ja siinä oleva kemikaalimäärä.
- Palon seurauksena syntyviä mahdollisia heitteitä ei huomioida, ellei kyseessä ole asetyleeni, nestekaasu tai muiden syttyvien kaasujen pullovarasto.

#### Varastorakennuksen palo

Vaarallisten kemikaalien varastorakennuksen paloa ei tarkastella erikseen skenaarion avulla. Varaston paloa tarkastellaan tavallisena rakennuspalona, ellei varastoitava kemikaali, esimerkiksi nitroselluloosa, aiheuta epätavallisen suurta palokuormaa..

- Varaston etäisyys ulkopuolisista kohteista tai naapurin rajasta määräytyy kemikaaliturvallisasetuksen, rakennusmääräyskokoelman säädösten tai kaavamääräysten perusteella (kts. luku 2).
- Rakennuksen sijoituksessa on lisäksi otettava huomioon vuotojen tai pakkausten rikkoontumisen aiheuttamissa kemiallisissa reaktioissa tai muutoin muodostuvat myrkylliset kaasu- tai höyrypilvet, joiden leviämistä arvioidaan erikseen.

## Prosessilaitos/-laitteisto

Prosessilaitteiston onnettomuusmallinnuksen lähtökohdaksi valitaan laitteiston putki- tai laippavuoto ja siitä syntyvä pistoliekki, jos edellä kuvattuja (lammikkopalo, säiliöpalo) mallinnuksia ei käytetä.

- Putkikooksi valitaan laitteiston keskimääräinen tai sitä suurempi todellinen putkikoko.
- Ainemääräksi valitaan yksittäisen kolonnin, reaktorin tai vastaavan (suljettavan/ eristetävän tilavuuden) palavan tai syttyvän kemikaalin määrä.
- Ulkona olevan prosessialueen laatalla tai vastaavalla alueella tapahtuvan tulipalon kestoksi oletetaan 30 minuuttia.
- Mikäli prosessissa käytettävien kemikaalien ja/tai prosessilaitteiston perusteella on ilmeistä, että mahdollinen merkittävä onnettomuustilanne ja sen vaikutusalueet voivat olla selvästi laajemmat kuin edellä mainittujen, käytetään arvioinnin lähtökohtana sitä.

## Nestekaasuvarasto

Nestekaasuvarastolle (ja vastaavanlaisille nesteytetyille syttyville kemikaaleille) onnettomuuskenaarion lähtökohdaksi valitaan putkistovuoto.

- Putken halkaisijaksi valitaan 25 cm ja vuotoajaksi 10 minuuttia.
- Jos laitoksella tiedetään varmuudella olevan vain halkaisijaltaan pienempiä putkia, valitaan putki (letku), jonka rikkoutuminen aiheuttaa suurimman massavirtauksen.
- Kaasupilven leviämistarkastelussa säätälä oletetaan stabiiliksi (F; D) ja tuulen nopeudeksi 3-5 m/s.
- Säiliöt ovat maapeitteisiä tai vastaavan

tasoisesti suojattuja.

- Maanalaisille, maapeitteisille tai muutoin passiivisesti suojattujen säiliöiden osalta ei tarvitse ottaa huomioon bleven mahdollisuutta. Sitä ei tarvitse ottaa huomioon myöskään, jos osoitetaan (laskennallisesti), ettei säiliöön voi kohdistua vaipan repeämiin johtavaa lämpökuormaa.
- Tarkasteltaessa kaasupilven syttymistä ja räjähtämistä syttymisen ajankohdaksi oletetaan 1 minuutti vuodon alkamisesta.
- Vuodot pysäyttävistä ja vuotoaikaan vaikuttavista järjestelyistä otetaan huomioon vain ns. passiiviset menettelyt, jotka toimivat ilman ulkopuolista käynnistystä tai energiaa.

Tämän kohdan menettelyjä voidaan soveltaa tapauskohtaisesti myös C2 – C5 hiilivedyille.

### 4.1.2 Paineaalto

#### Nestekaasu

Nestekaasuvarastoilla sattuvien vuotojen seurauksena syntyvät räjähdykset: kts. edellä nestekaasuvarasto.

Tämän kohdan menettelyjä sovelletaan myös muille C2 – C5 hiilivedyille (tai sitä raskaammille, jos ne prosessissa vallitsevan lämpötilan ja/tai paineen johdosta käyttäytyvät vastaavasti).

#### Räjähtäviksi luokitellut aineet/lannoitteet

Räjähtäväksi luokiteltujen aineiden (esim. tietyt peroksidit tai perklooraattit) osalta oletetaan suurimman yhdessä varastoidun ainemäärän räjähtävän kerralla.

Ammoniumnitraatin ja vastaavien ”räjähdyskykyisten” lannoitteiden osalta skenaarioksi valitaan suurimman yhdessä varastoidun ainemäärän räjähtäminen kerralla. Räjähdykseen oletetaan osallistuvan 25 % varastoidusta ainemäärästä.

## Kemikaalisäiliöt

Tyhjien puhdistamattomien kemikaalisäiliöiden sisällä tapahtuvien höyryräjähdysten painevaikutukset arvioidaan kun:

- Säiliössä varastoidaan syttyvää nestettä.
- Säiliön tilavuus on yli 5000 m<sup>3</sup>.

## Tehdasalueet

Tehtaalla tapahtuvan onnettomuuden painevaikutukset arvioidaan sellaisen skenaarion perusteella, jossa:

- Ensimmäinen syttyminen tapahtuu minuutin kuluttua vuodon alkamisesta.
- Vuoto kestää 10 minuuttia.
- Räjähdys on ns. rajoitetun tilan räjähdys.
- Putkiston vuotokohtana on putki, jonka rikkoutumisesta seuraa suurin massavirtaus.
- Eksotermisiä reaktioita käyttävässä laitoksessa reaktorin tilavuudeksi valitaan 10 m<sup>3</sup>, jollei laitoksella ole vain tätä pienempiä reaktoreita.
- Ulossijoitetuissa, paineellisia järjestelmiä ja palavia nesteitä tai syttyviä kaasuja käsittävässä laitoksessa skenaarioksi valitaan päälaitteen ((kolonni, reaktori, välisäiliö jne.) hajoaminen tai murtuminen.

## Kattilalaitokset

Voimalaitoksilla, joilla varastoidaan merkittävä määrä polttoöljyä ja/tai vedenkäsittely- ja hapenpoistokemikaaleja, valitaan onnettomuusskenaarioksi edellä esitetyn mukaan säiliön ja sen vallitilan palo.

Paineaallon mallintamisessa valitaan lähtökohdaksi esimerkiksi höyrykattilasta lähtevän höyryputken rikkoontuminen tai vastaava tapahtuma voimalaitoksen rakenteen/toiminnan mukaisesti. Jos laitteisto tai putkisto, jonka rikkoutumiseen malli perustuu, sijaitsee selvästi maanpinnan yläpuolella rakennuksen kerroksissa tai tasoilla, tulee vaikutusten arvioinnissa tarvittaessa ottaa huomioon heijastusaallot rintamapaineen lisäksi.

### 4.1.3. Terveysvaara

Laitoksen alueen ulkopuolelle ulottuva terveysvaara arvioidaan tilanteissa, joissa ulkopuolelle voi levitä terveydelle vaarallisia kaasuja. Lisäksi arviointi tehdään, jos eksotermisen reaktion karkaamisen seurauksena kemikaaleja voi purkautua jauheena tai nestemäisenä. Onnettomuusskenaarioksi valitaan kaasupilven leviäminen tai eksotermisten reaktioiden osalta kaasutai aerosolipilven tai jauhemaisen aineen leviäminen.

Onnettomuuksien seurauksena syntyvää, terveyden vaarantavaa myrkyllistä kaasupilveä tai muuta vastaavaa vaikutusmekanismia mallinnettaessa ja arvioitaessa vaikutusetäisyydet saattavat joissain tapauksissa osoittautua useiden kilometrien mittaisiksi. Onnettomuudet, jotka edellyttävät yli kilometrin suojaetäisyyksiä, tulee arvioida uudelleen. Tarkastelussa tulee tällöin palata laitoksen laitteistoihin ja teknisiin

järjestelyihin ja niiden muutosmahdollisuuksiin siten, että onnettomuuden kokoluokka pienenee ja sen seurauksena mallinnettava tapahtuma ja siihen liittyvä lähdetermi muuttuvat.

- Terveydelle vaarallisten kaasujen vuotojen lähdetermiä määritettäessä oletetaan putken halkaisijaksi 25 cm ja vuotoajaksi 10 minuuttia.
- Jos laitoksella tiedetään varmuudella olevan vain halkaisijaltaan pienempiä putkia, valitaan putki, jonka rikkoutuminen aiheuttaa suurimman massavirtauksen.
- Putken katkeamisesta syntyvä lähdetermi muodostuu lammikosta tapahtuvasta haihtumisesta ja vuotovirrassa mahdollisesti syntyvästä aerosoli/höyrystymisosuudesta.
- Jos kyseessä on veden kanssa reagoiva, ”myrkyllisiä” reaktiotuotteita muodostava kemikaali, tarkastellaan säiliön ylitäyttöä olettaen koko vallitila höyrystymispinta-alaksi. Vastaavasti tarkastellaan putken katkeaminen lammikon muodostumisena ja reagoitina kostean maan kanssa.
- Eksotermisten reaktioiden karkaamisen seurauksia (neste, jauhe) ei tarvitse ottaa huomioon, jos laitteistossa on riittävät passiiviset suojausjärjestelmät, kuten kiintoaineen erotussyklonit ja paineenpurkaussäiliöt.
- Jos kemikaalien kappalevarastossa on mahdollista myrkyllisen kaasun muodostuminen kemiallisen reaktion seurauksena, valitaan onnettomuusskenaarion lähtökohdaksi tämä reaktio. Skenaariossa oletetaan useiden pakkausten särkyvän yhtäikaa, esimerkiksi hyllyjen kaatumisen seurauksena tai trukin sarvien puhkaisemana. Mallinnuksessa käytetään suurimpia varastoitavia pakkauskokoja.
- Kaasu/höyrypilven leviämistarkastelussa säätila oletetaan stabiiliksi (F, D) ja tuulen nopeudeksi 3-5 m/s.

#### 4.1.4 Ympäristövaara

Ympäristövaaran arviointiin käytettävien skenaarioiden valinta tulee tehdä tapauskohtaisesti paikallisten olosuhteiden mukaisesti. Tällöin voi hyödyntää edellä tässä luvussa esitettyjä skenaarioita.

Suojaetäisyyksien arviointeihin liittyviin skenaarioihin ei ole sisällytetty nestemäisten kemikaalien vuototilanteita, koska on katsottu, että kaikki uudet säiliöt sijoitetaan suojavalleihin tai varustetaan vastaavin keräilyjärjestelmin. Sama vaatimus koskee myös varsinaista laitosaluetta, josta vuodot eivät saa leviätä laitosalueen ulkopuolelle.

Mahdollisena ympäristöonnettomuutena ja sen seurauksina on syytä kuitenkin tarkastella tulipalon sammuttamisen yhteydessä syntyvien (kemikaalien likaamien) sammutusvesien leviämistä ja sitä mihin ne kerääntyvät, missä ne voivat imeytyvät maaperään tai joutuvat vesistöön.

Lisäksi voidaan tarvittaessa tarkastella jonkin yksittäisen, esim. rannan lähelle sijoitetun laitoksen onnettomuuksien seurausvaikutuksia. Laitoksen tietoihin perustuvan mallinnuksen ja seurausanalyysin tulosten sekä näiden hyväksytävyyden perusteella voidaan harkita laitoksen teknisten järjestelyjen riittävyttä. Jos tapahtuman seurausvaikutukset tai niiden laajuus eivät ole hyväksyttäviä, tulee laitoksen teknisiä järjestelyjä tai suojaustasoa parantaa.

### 4.1.5 Muut huomioitavat asiat

#### Hapettavat aineet

Nestemäisille ja kiinteille hapettaville aineille laaditaan tarvittaessa tapauskohtaisesti skenaariot leviämistarkasteluiden pohjaksi aineominaisuuksien ja sijoituspaikan tietojen pohjalta. Hapettaville nestemäisille kemikaaleille voidaan säiliöiden sijoituksen osalta soveltaa luvussa 5 esitettyä syövyttävälle, ympäristövaarallisille ja hapettaville nesteille esitettyä yhteistä säiliöiden suojaetäisyydentalukkoa.

Skenaariot ja arviot on kuitenkin syytä laatia hapettaville kaasuille, kuten hapelle. Happivaraston ja siihen liittyvän jakeluverkoston tarkastelun lähtökohdaksi valitaan kaasumaisen hapen suurimman massavirtauksen aiheuttava putkirkirko.

- Putken halkaisijaksi oletetaan 25 cm ja vuotoajaksi 10 minuuttia. Kuitenkin happilaitteistoille, jotka eivät ole käyttökäytön jatkuvan valvonnan alaisia (esim. hoitolaitokset tai kaukokäytössä olevat laitokset), vuotoajaksi on syytä valita 20 minuuttia.
- Jos laitoksella tiedetään varmuudella olevan vain halkaisijaltaan pienempiä putkia, valitaan putki, jonka rikkoutuminen aiheuttaa suurimman massavirtauksen.
- Kaasu/höyrypilven leviämistarkastelussa säätölaite oletetaan stabiiliksi (F; D) ja tuulen nopeudeksi 3-5 m/s.

#### Turvallisuusselvitykset

Suuronnettomuustilanteiden tarkastelemiseksi turvallisuusselvityksissä ja sisäisissä pelastussuunnitelmissa voidaan käyttää samoja skenaarioita. Tällöin tulee kuitenkin ottaa huomioon,

että suuronnettomuuksien laajuuden ja vaikutusten arvioinneissa pyritään selvittämään niiden suurimpia voimia ja vaikutuksia varautumissuunnitelmien varten. Tällöin tulee käyttää tarkasteluun pahimpien tapausten mukaisia oletuksia, esimerkiksi kaasupilvien leviämistarkastelut on syytä tehdä ainakin 30 minuutin ajalta, jos se on laitoksen olosuhteiden mukaan perusteltua.

## 4.2 Vaikutusten tarkastelu

### 4.2.1 Terveysvaikutukset

Tässä luvussa tarkastellaan kemikaalin terveysvaaran huomioonottamista tuotantolaitoksen sijoituksessa. Sitä koskevat vaatimukset esitetään **turvallisuusvaatimusasetuksen 8 §:ssä**:

*"Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, että tuotantolaitoksessa tapahtuvan, 5 §:ssä tarkoitetun onnettomuuden vaikutusalueella olevilla ihmisillä on mahdollisuus päästä suojaan tai poistua alueelta ilman että heille aiheutuu siitä vakavia vammoja.*

*Sijoituksessa on otettava erityisesti huomioon ihmisten ja väestön terveyden kannalta erityisen herkäät kohteet kuten hoitolaitokset, terveyskeskukset, ostoskeskukset, koulut, päiväkodit, kokoontumistilat ja – alueet sekä asuinalueet ja muut kohteet, joissa voi samanaikaisesti olla suuri joukko ihmisiä ja joista poistuminen tai joissa suojautuminen voi olla onnettomuustilanteissa erityisen hankalaa."*

Kemikaalipäästöistä aiheutuvan terveysvaaran arviointia varten on selvitettävä ympäristöön pääsevän kemikaalin määrä ja leviäminen sekä ympäristön kohteet, joissa ihmisiä voi joutua

vaaraan onnettomuustilanteessa. Etäisyyttä tuotantolaitoksen ja vaarassa olevan kohteen välillä tulee olla niin paljon, että todennäköiseksi arvioidussa onnettomuudessa leviävän kemikaalin pitoisuus ja altistus aika pysyvät kohteessa niin alhaisena, ettei siellä oleville ihmisille aiheudu vakavia (=pysyviä tai pitkäaikaisia) vammoja. Pitoisuuksista aiheutuva vaara arvioidaan vertaamalla pitoisuuksia ns. raja-arvoihin, joiden mukaisten pitoisuuksien vaikutukset tunnetaan. Koska todellinen ihmiseen kohdistuva vaara riippuu useasta tekijästä (aineominaisuudet, pitoisuus, leviämisenopeus, vaikutusaika, yksilön herkkyys, suojautumis- ja poistumisedellytykset), kaikkiin tapauksiin sopivia yksiselitteisiä turvarajoja ei voi määrittellä.

Altistusaikaan vaikuttavat päästön keston ja leviämisen lisäksi kohteessa olevien ihmisten edellytykset suojautua tai päästä pois vaara-alueelta. Tähän puolestaan vaikuttavat ihmisten määrä, ihmisryhmän erityispiirteet sekä alueen ja rakennusten suunnittelu. Tarkastelussa on erityisesti otettava huomioon onnettomuusvaaran kannalta herkäät kohteet ja ihmisryhmät, kuten hoitolaitokset, koulut tai päiväkodit.

Alueen ja rakennusten suunnittelussa pelastautumisen kannalta olennaisia seikkoja ovat poistumisteiden ja -reittien selkeys ja pituus, joihin vaikuttavat mm. alueen laajuus ja maaston muodot, rakennusten sijoitus sekä alueen ja rakennusten sokkeloisuus sekä poistumisteiden ja -reittien merkinnät.

## Terveysvaaran arviointi

Terveysvaaran arvioinnin lähtökohtana käytetään soveltuvaa AEGL-3<sup>5</sup>-arvoa. Arvioinnissa

<sup>5</sup> AEGL-3-arvo (Acute Emergency Guidance

käytettävä vaikutusaika valitaan onnettomuuden keston sekä vaarassa olevien henkilöryhmien mukaan. Esimerkiksi kun arvioidaan turvallista etäisyyttä pientaloihin tai muihin kohteisiin, joissa on vain kohtuullinen määrä ihmisiä kerrallaan, kuten pienet myymälät tai liikenteen solmukohteet, voidaan käyttää vaikutusaikaa 30 minuuttia (AEGL-3 30 min). Jos tätä arvoa ei ole määritelty, voi käyttää kemikaalin IDLH-arvoa<sup>6</sup>. Joissakin tapauksissa riittävä turvallisuustaso voidaan saavuttaa lyhyemmälläkin etäisyyksillä. Näin on esimerkiksi, kun

- Onnettomuus on hyvin lyhytkestoinen, esimerkiksi vuotavan aineen kokonaismäärä on pieni.
- Vaarassa olevilla henkilöillä on hyvät edellytykset suojautua ja toimia oikein (teollisuusrakennukset, työpaikat) ja rakennukset on suunniteltu niin, että suojautuminen tai poistuminen on helppoa.

Näissä tapauksissa arvioinnin lähtökohtana voidaan käyttää AEGL-3 (10 min) -arvoa. Jos sellaista ei ole kyseiselle kemikaalille saatavilla, vaihtoehtoisesti voi käyttää ERPG-3-arvoa<sup>7</sup>.

---

Levels) kuvaa pitoisuutta, jota alemmissa pitoisuuksissa ei aiheudu hengenvaaraa. Ks. tarkemmin liite 1.

<sup>6</sup> IDLH (Immediately Dangerous for Life and Health) kuvaan aineen suurinta pitoisuutta, jolle terve työntekijä voi altistua 30 minuutiksi saamatta palautumattomia terveydellisiä vaurioita tai poistumista

<sup>7</sup> ERPG-3 (Emergency Response Planning Guidelines), kuvaa pitoisuutta, jota alemmissa pitoisuuksissa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman hengenvaaraa.

## Herkät kohteet

Herkissä kohteissa on varauduttava pidempiin toiminta-aikoihin ja/tai henkilöiden suurempaan herkkyyteen kemikaalien vaikutuksille. Tällöin terveysvaaran arviointiin voi käyttää soveltuvaa AEGL-2-arvoa. Sitä käyttäen voidaan arvioida turvallista etäisyyttä esimerkiksi hoitolaitoksiin (sairaalat, vanhainkodit, päiväkodit), kouluhin taikka kohteisiin, joissa voi olla kerralla suuria ihmismääriä (kerrostaloalueet, suuret urheiluhallit ja -kentät, ostoskeskukset, majoitusliikkeet, isot kokoontumistilat ja -alueet).

Edellä arvioituja pidempiä etäisyyksiä voidaan tarvita, jos onnettomuus on nopeasti kehittyvä, se voi kestää pitkään ja mahdollisuudet vuodon tukkimiseen tai onnettomuuden vaikutusten torjumiseen ovat heikot.

Jotta onnettomuuden vaikutuksista saadaan riittävän hyvä kuva sijoittumisen turvallisuuden arvioimiseksi, on onnettomuuksien seurauksena ympäristöön leviävästä kemikaalista selvitettävä seuraavassa luetellut pitoisuudet:

- AEGL-3 (10 min, 30 min)
- AEGL-2 (10 min, 30 min)

Mikäli kemikaalille ei ole määritelty edellämainittuja arvoja, kätetään sellaisia saatavilla olevia arvoja, joiden vaikutukset lähinnä vastaavat edellä mainittujen raja-arvojen vaikutuksia, esim IDHL, ERPG-3, ERPG-2.

Laskennan tuloksena saadut pitoisuusrajat esitetään kartalla (ks. liite 7). Karttaa täydentävät

taulukoina esitettävät tulokset, joissa voi olla laskentatuloksia useampiakin lähtöarvoja kuin mitä kartalla esitetään. Näiden laskelmien ja piirrosten pohjalta tarkastellaan tuotantolaitoksen sijoituksen turvallisuutta.

### 4.2.2. Lämpösäteilyn vaikutukset

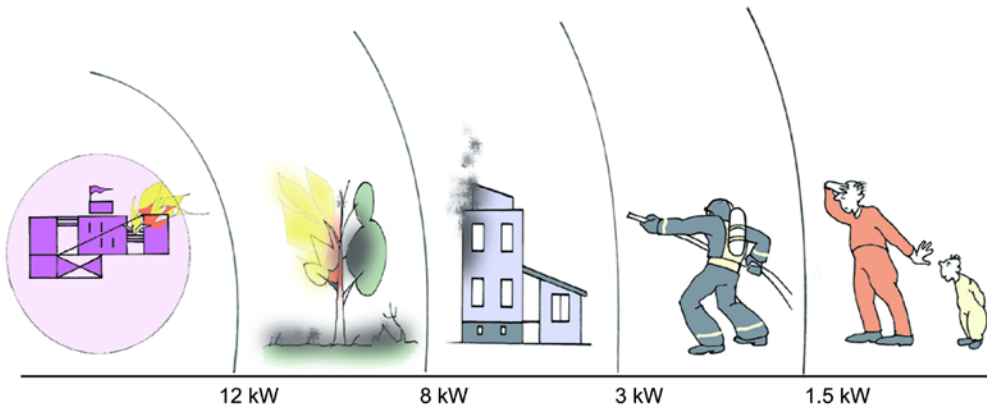
Tässä luvussa tarkastellaan lämpösäteilyn huomioonottamista tuotantolaitoksen sijoituksessa. Sitä koskevat vaatimukset esitetään **turvallisuusvaatimusasetuksen 6 §:ssä:**

*Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa tapahtuvasta, 5 §:ssä tarkoitettusta onnettomuudesta aiheudu sellaista lämpösäteilyä tuotantolaitoksen ulkopuolella oleviin kohteisiin, että*

1. *sen vaikutuksesta rakennukset, laitteistot, rakenteet tai muut paloa levittävät kohteet voisivat syttyä;*
2. *se voisi estää ihmisten suojautumisen tai poistumisen lämpösäteilyn vaikutusalueelta rakennus- tai muissa kohteissa, joissa ihmisiä voi oleskella;*
3. *se voi aiheuttaa palovammoja ulkona oleville ihmisille kohteissa, joista poistuminen tai joiden tyhjentäminen voi onnettomuustilanteissa olla hidasta, kuten hoitolaitokset, majoitustilat, kokoontumis- ja liiketilat ja -alueet taikka tiheästi asutut asuinalueet.*



## Lämpösäteilyintensiteetit



**Kuva 2. Lämpösäteilyn vaikutuksia. Lämpösäteilyn intensiteetti  $3 \text{ kW/m}^2$  mahdollistaa pelastustoimet ja  $1,5 \text{ kW/m}^2$  on "turvaraja"**

Asetuksen kohdan 1 tarkoittamaksi suunnittelun lähtökohdaksi ulkopuolisiin kohteisiin nähden valitaan lämpösäteilyn intensiteetti  $8 \text{ kW/m}^2$ .

Asetuksen kohdan 2 tarkoittamaksi suunnittelun lähtökohdaksi valitaan lämpösäteilyn intensiteetti  $5 \text{ kW/m}^2$ . Poistumisteiden osalta lämpösäteilyn intensiteetiksi valitaan kuitenkin  $3 \text{ kW/m}^2$ . Sijoituksessa tulee ottaa huomioon ihmisten määrä sekä heidän ennakoitavissa oleva mahdollisuutensa poistua lämpösäteilyn vaikutusalueelta.

Asetuksen kohdan 3 tarkoittamaksi suunnittelun lähtökohdaksi valitaan lämpösäteilyn intensiteetti  $3 \text{ kW/m}^2$ . Suunnittelussa tulee ottaa huomioon henkilöiden määrä. Lisäksi sijoituksen tueksi voidaan laskea lämpösäteilyn intensiteetin arvo  $1,5 \text{ kW/m}^2$  ja selvittää miten henkilöt ovat

evakuoitavissa kyseisen lämpösäteilyintensiteettialueen ulkopuolelle.

Suunnittelun pohjaksi tulisi laskea ensisijaisesti onnettomuustilanteessa aiheutuvat lämpösäteilyarvot. Joissakin tapauksissa, erityisesti henkilöturvallisuutta arvioitaessa, voi lisäksi olla perusteltua tarkastella myös lämpösäteilyannoksia.

Lämpösäteilyannoksia arvioitaessa käytetään ohjeellisina arvoina seuraavia:

- lämpösäteilyintensiteetti  $3 \text{ kW/m}^2$  ja yli 2 minuutin vaikutusaika aiheuttaa palautumattomia vaikutuksia (lämpösäteilyannos 600 TDU)

- lämpösäteilyintensiteetti 5 kW/m<sup>2</sup> ja yli 2 minuutin vaikutusaika aiheuttaa kuolettavia vammoja (lämpösäteilyannos 1000 TDU)

Laskennan tuloksena saadut lämpösäteilyarvot esitetään karttapohjalle piirrettyinä (ks. liite 7). Näiden laskelmien ja piirrosten pohjalta tarkastellaan suunnitellun tuotantolaitoksen sijoitusta ulkopuolella oleviin kohteisiin nähden. Mikäli laskennallisesti saadut arvot ylittävät edellä esitetyn suunnitteluarvon, lämpösäteilyn määrää ulkopuolisissa kohteissa tulisi rajoittaa teknisin keinoin, kuten vesiverho, säteilysuojaukset tai palon kestävä materiaalit.

Tehtyjä laskelmia voidaan hyödyntää myös arvioitaessa lämpösäteilyn ja lämpösäteilyannosten vaikutusta tuotantolaitoksen alueella sijaitsevien toimintojen turvalliseen sijoittamiseen sekä evakuointietäisyyksien arviointiin.

#### 4.2.3 Painevaikutukset ja heitteet

Tässä luvussa tarkastellaan räjähdysonnettomuuksista aiheutuvan paineaallon ja heitteiden huomioonottamista tuotantolaitoksen sijoituksessa. Niitä koskevat vaatimukset esitetään **turvallisuusvaatimusasetuksen 7 §:ssä**:

*Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa tapahtuvasta, 5 §:ssä tarkoitetusta onnettomuudesta aiheudu sellaisia painevaikutuksia, että seurauksena voi olla:*

1. *rakennusten tai rakenteiden sortuminen taikka vaurioita muiden tuotantolaitosten laitteistoihin, varastoihin tai muihin rakenteisiin siinä määrin, että onnettomuus voisi laajeta;*

2. *pysyviä vammoja ihmisille alueella, jolla sijaitsee rakennuksia tai muita kohteita, joissa normaalisti voi olla ihmisiä.*

*Vaaroja arvioitaessa on otettava huomioon myös heitteistä aiheutuva vaara sekä rakenteiden sortumisesta tai rikkoontumisesta aiheutuvat vaarat.*

Räjähdysonnettomuus voi syntyä esimerkiksi kemiallisen reaktion, kaasun, pölyn, räjähdysaineen tai paineastian räjähdyksestä. Räjähdyksestä seuraa tavallisesti paineaalto ja usein myös heitteitä.

#### Paineaalto

Räjähdyksen aiheuttama paineaalto esiintyy tavallisesti shokkiaallon muodossa eli ääntä nopeammin etenevänä seinämäisenä rintamana. Kun kaasu joutuu paineaaltoon, siinä tapahtuu äkillistä ja rajua tiivistymistä ja paineen nousua. Samalla kaasu lähtee hyvin nopeaan liikkeeseen. Muutosten suuruus riippuu paineaallon paineen suuruudesta.

Paineaalto osuu paikalle yllättäen ja leviää ympäristöön suhteellisen tasaisesti joka suuntaan. Sen aiheuttamat vahingot riippuvat ylipaineen (ja ylipaineimpulssin) suuruudesta. Ylipaine pienenee, kun aalto etenee räjähdyskohdasta kauemmaksi. Luonnon esteitä (esimerkiksi korkeat kukkulat) lukuun ottamatta suojaseinämät tai maavallit eivät merkittävästi suojaa paineaallon vaikutuksilta. Paineaalloilta voi suojautua vain riittävän suuren etäisyyden avulla tai räjähdyskestäväksi suunnitellun rakennuksen sisällä.

Jos paineaalto törmää seinämään, se heijastuu takaisin. Kohtisuorassa seinämässä heijastusaallon ylipaine voi nousta alkuperäiseen nähden yli kaksinkertaiseksi.

Paineaallon suuruuteen vaikuttavat räjähdyspaine, säiliön halkaisija ja tilavuus sekä sisällön ominaisuudet.

### Paineaallon vaikutukset

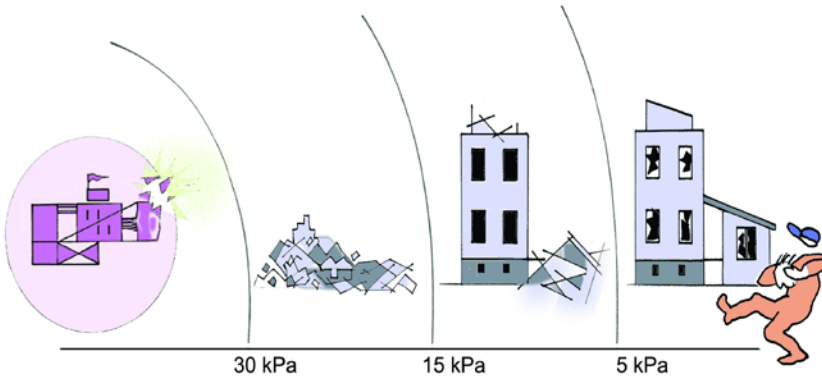
Laitoksen sijoituksessa on otettava huomioon mahdollisen räjähdyspaineen aiheuttaman paineaallon vaara ympäristölle. Räjähdysvaarallisia kohteita ovat esimerkiksi kiinteät kemikaalisäiliöt ja paineastiat, putkistot sekä vaarallisten aineiden kuljetussäiliöt.

Vaaran arvioinnissa käytetään taulukossa 1 esitettyjä paineaallon ylipaine-arvoja. Kunkin kohteen vaara-alueen rajat arvioidaan erikseen ja piirretään rajat karttaan (ks. liite 7). Tarvittaessa muutetaan laitoksen sijaintia ja vahvistetaan vaara-alueella olevia rakennuksia ja muita laitteita.

Ainakin sairaaloiden, vanhainkotien, päiväkotien ja muiden hoitolaitosten sekä koulujen, hotellien ja muiden suuren väkijoukon kokoontumiseen tarkoitettujen rakennusten tulee olla vaaraetäisyyden ulkopuolella.

**Taulukko 1. Paineaallon aiheuttamat vaikutukset**

Ylipaine, kPa	Vaikutukset rakennuksiin ja ihmisiin	Mahdollisia rakennus- tai rakennustyyppisiä
<b>30</b>	Kantavien rakenteiden romahdus, onnettomuuden mahdollinen laajenemisriski	Teollisuuslaitteet ja -rakenteet
<b>15</b>	Talojen osittaisia romahtamisia, pysyvän vammautumisen riski	Rakennukset ja rakenteet, joille perusteluista syistä voidaan hyväksyä tämä yläraja, kuten painetta kestäväksi mitoitettuja teollisuusrakennukset
<b>5</b>	Pieniä vaurioita talojen rakenteille Vammautumisen riski	Rakennukset ja alueet, joissa normaalisti oleskelee ihmisiä



**Kuva 3. Paineaallon vaikutuksia**

## Heitteet

Räjähdyksessä voi sinkoutua ympäristöön heitteitä, jotka kohdalle osuessaan aiheuttavat tuhoa. Heitteiden osumakohtat ovat sattumanvaraisia. Osuma-alueen ulkorajat riippuvat pahimpien heitteiden lähtönopeuksista, -kulmista sekä ilmanvastuksista. Lähtönopeuksista ei ole olemassa yksikäsitteistä teoriaa, mutta niistä on tehty mittauskokeita, joiden pohjalta voidaan määrittää vaara-alueen äärimmäiset ulkorajat kohtuullisella tarkkuudella.

### 4.2.4 Vaikutukset ympäristöön

Tässä luvussa tarkastellaan kemikaaleista aiheutuvan ympäristövaaran huomioonottamista tuotantolaitoksen sijoituksessa luontokohteiden ja virkistysalueiden läheisyyteen.

Ympäristövaaran huomioon ottamista koskevat vaatimukset esitetään **turvallisuusvaatimusasetuksen 9 §:ssä**:

*Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin luontokohteisiin ja virkistysalueisiin nähdessä siten, ettei tuotantolaitoksessa mahdollisesti tapahtuvan, 5 §:ssä tarkoitetun onnettomuuden seurauksena voi olla*

1. *alueen suojelutavoitteita vaarantavaa vahinkoa luonnonsuojelulain (1096/1006) nojalla perustetuille luonnonsuojelualueille tai Natura 2000 -verkostoon kuuluville alueille taikka muille vastaaville luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta keskeisille alueille;*
2. *virkistyskäyttöön tarkoitettujen maa-alueiden, vesistöjen ja muiden vesialueiden käyttömahdollisuuksien huomattava heikkeneminen.*



**Kuva 4. Ympäristön huomioon ottaminen laitoksen sijoituksessa**

Luontokohteista (9 § kohta 1) ja virkistysalueista (9 § kohta 2) saa tietoa alueella toimivalta elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta (ELY). Virkistysalueeksi katsotaan yleiseen käyttöön tarkoitettu alue, kuten kunnan ylläpitämä uimaranta, mutta ei esimerkiksi yksityinen mökkiranta. Luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta keskeisistä alueista sekä virkistyskäyttöön tarkoitetuista maa-alueista ja vesistöistä saa tietoa ELY-keskuksista. Natura 2000 -alueiden tiedot ovat ympäristöhallinnon verkkosivuilla

([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)). Oleellista tuotantolaitoksen sijoituksen kannalta on tietää, minkä vuoksi (esim. luontotyyppi, kasvi- tai eläinlaji) kohde on Natura 2000 -alue, jotta mahdolliset vaikutukset suojeluarvoon voidaan arvioida.

Luontokohteisiin ja virkistysalueisiin mahdollisesti vaikuttavissa onnettomuuksissa tarkastellaan kohteen tai alueen suojelutasoa sekä onnettomuuden vaikutusta suojelutasoon ja sen säilyvyyteen.

Luontotyyppin suojelutasoa arvioidaan levinneisyysalueen, esiintymien, luontotyyppin rakenteen ja toiminnan sekä luontotyyppille ominaisen lajiston suojelutason perusteella. Lajin suojelutason arvioinnissa käytetään tietoja lajin kannan kehityksestä, luontaisesta levinneisyysalueesta ja sopivan elinympäristön riittävydestä.

Laitoksen häiriöpäästöjen ympäristöriskien arviointiin voidaan käyttää Suomen ympäristökeskuksen YMPÄRI –hankkeessa laadittua seurausmatriisia. Siinä seurausten suuruutta arvioidaan kolmitasoisella asteikolla: lievä, suuri ja vakava. YMPÄRI -hankkeen suositukset löytyvät ympäristöhallinnon verkkosivuilta ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)). Seurausmatriisi on myös tämän oppaan liitteenä 3.

Ehdotonta kieltoa luonto- tai virkistyskohteiden vahingoittumiselle ei ole. Onnettomuuden vaikutusten arvioinnissa on tärkeää arvioida mahdollisten vaikutusten laajuus ja kesto. Kemikaalin pitoisuuden vaikutusta kohteelle ei voi sanoa yleisesti, sillä se riippuu mm. kemikaalin ominaisuuksista. Jos esimerkiksi Natura-alueen kasvillisuuden pinta-alasta osan arvioidaan tuhoutuvan onnettomuuden seurauksena, ei se välttämättä aseta estettä laitoksen sijoitukselle. Jos on oletettavissa, ettei alueen suojeluarvolle aiheudu haittaa, suojeluarvo palautuu itsestään tai se voidaan saada palautumaan kohtuullisessa ajassa, voidaan tällainen riski hyväksyä.

*Päästön vaikutukset vesistöön* riippuvat vuodenajasta (jääpeite, veden kerrostuneisuus) sekä vallitsevista tuuli- ja virtausoloista, jotka vaikuttavat päästön laimenemisnopeuteen. Talvella jääpeitteen alla veden vaihtuminen ja päästön laimeneminen on suhteellisen hidasta avovesikauteen verrattuna. Vettä raskaampi aine voi painua pohjaan ja syvänteisiin, jossa se voi tuhota pohjaeliöstöä. Suurten happomäärien

joutuminen vesistöön voi aiheuttaa vesistön happamoitumista. Vettä kevyempi veteen liukenematon aine voi pieninäkin määrinä aiheuttaa haittaa virkistyskäytölle ja erityisesti linnustolle.

Päästön vaikutus vedenlaatuun, happamuusasteeseen ja vesiluontoon tulee arvioida. Vesistö-päästöissä tulee arvioida vaikutukset kasvi- ja eläinplanktoniin, pohjaeläimiin ja kalastoon. Suorien vaikutusten lisäksi tulee arvioida välillisiä vaikutuksia, kuten vaikutuksia eliöyhteisöihin, kalatalouteen ja virkistyskäyttöön. Esimerkiksi fosforihappo voi aiheuttaa voimakasta levien perustuotannon kasvua, veden sameutumista ja vesistön rehevöitymistä.

*Ilman kautta leviävistä päästöistä* (kaasut, pölyt) arvioidaan niiden mahdollinen kulkeutuminen luontokohteisiin tai virkistysalueisiin. Suojelutasoon tai virkistyskäyttöön kohdistuvaa vaikutusta arvioitaessa on oleellista arvioida kemikaalin pitoisuus, kun se saavuttaa suojeltavan kohteen.

Viihtyvyyshaittaa arvioitaessa on otettava huomioon, että kesäaikaan tapahtuva viihtyvyyshaitta koetaan harmillisempänä kuin talvella tapahtuva. Viihtyvyyttä arvioitaessa on oleellista haitan keston pituus (ohimenevä/ pitkäaikainen/pysyvä) sekä virkistyskäytön mahdollinen estyminen esimerkiksi yleisillä uimarannoilla tai ulkoilualueilla. Onnettomuuden tai satunnaispäästön seurausten arvioinnissa tarkastellaan eri vuodenaikoja ja virkistyskäytön häiriintymisen tai estymisen kestoja.

*Maaperän* haitallisten aineiden pitoisuuksille on määritelty kynns- ja ohjearvoja, joiden avulla voidaan arvioida satunnaispäästön vakavuutta ja mahdollista maaperän puhdistustarvetta ja sen laajuutta (Valtioneuvoston asetus maaperän

pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007). Arvioinnissa on otettava huomioon maaperän laatu ja huokoisuus sekä maaperään pääsevän aineen määrä ja ominaisuudet. Maaperän kautta aine voi kulkeutua myös pohjaveteen ja vesistöön. Päästön mahdollinen vaikutus maaperän happamuuteen voi vaikuttaa alueen kasvillisuuteen.

#### 4.2.5 Vaikutukset pohjaveteen

Tässä luvussa tarkastellaan kemikaalista pohjavedelle aiheuvan vaaran huomioonottamista tuotantolaitoksen sijoituksessa. Sitä koskevat vaatimukset esitetään **turvallisuusvaatimusasetuksen 10 §:ssä**:

*Tuotantolaitoksen sijoituksessa tärkeällä tai muulla vedenhankintaan soveltuvalla pohjavesialueella tai sen läheisyydessä on varmistettava, ettei tuotantolaitoksessa mahdollisesti tapahtuvan 5 §:ssä tarkoitetun onnettomuuden seurauksena aiheudu ympäristönsuojelulain (527/2014) 17 §:ssä tarkoitettua pohjaveden pilaantumista ja ettei pohjaveden pääse vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen (1022/2006) 4 a §:ssä tarkoitettua ainetta.*

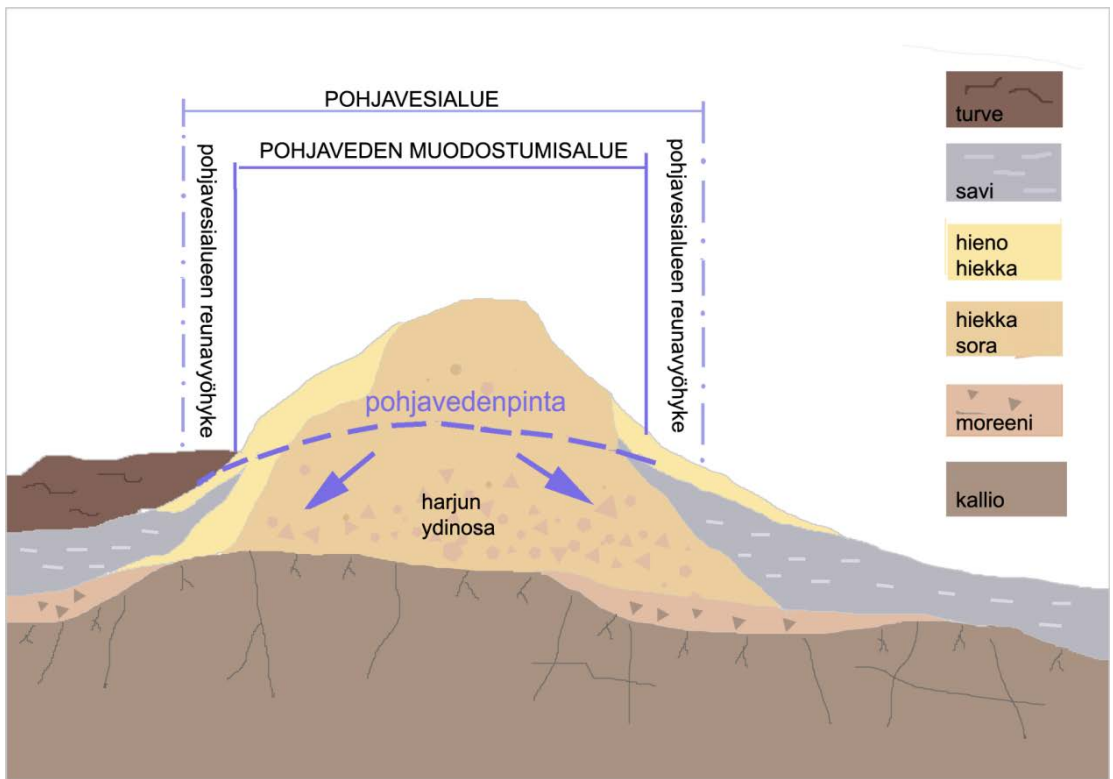
*Harkittaessa niitä kemikaaliturvallisuuslain 18 §:n 2 momentissa tarkoitettuja erityisiä, perusteltuja syitä voidaanko tuotantolaitos sijoittaa pohjavesialueelle, tulee seuraavat seikat ottaa tapauskohtaisesti huomioon:*

1. *kyseisen pohjavesialueen merkitys vedenhankinnalle;*

2. *tuotantolaitoksen toiminnan laatu ja laajuus sekä siellä käsiteltävien ja varastoitavien vaarallisten kemikaalien laatu ja määrä;*
3. *tuotantolaitoksella toteutettavat rakenteelliset ja käyttötekniset ratkaisut, joilla estetään vaarallisten kemikaalien kulkeutuminen pohjaveteen sekä muut järjestelmät, joilla mahdolliseen pohjavesivahinkoon johtavan inhimillisen toiminnan mahdollisuus on pyritty eliminoimaan;*
4. *alueen maaperän laatu ja hydrogeologiset olosuhteet sekä tuotantolaitoksessa valmistettavien, käsiteltävien ja varastoitavien kemikaalien sekä 5 § tarkoitettujen onnettomuuksien seurauksena mahdollisesti syntyvien aineiden käyttäytyminen ja vaikutukset ympäristössä;*
5. *tuotantolaitoksen toimintaan liittyvien kuljetusten tarve ja mahdollisten kuljetuksiin liittyvien vahinkojen ja onnettomuuksien vaikutukset lähialueen pohjavesiin.*

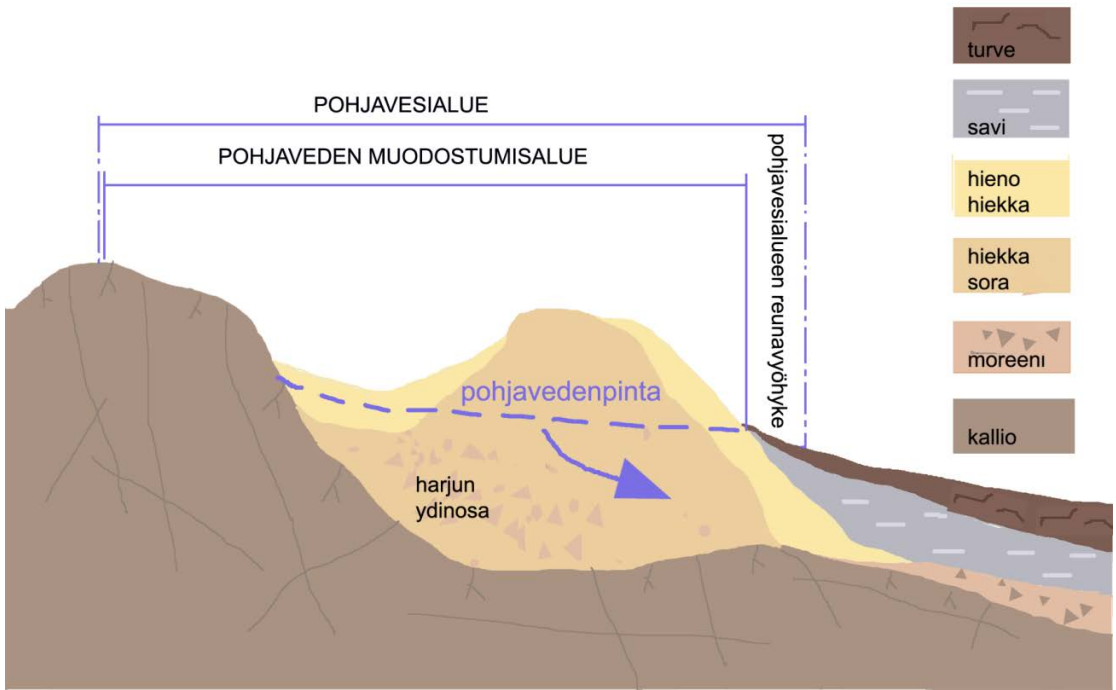
Pohjavesi on maan sisään vajonnutta sadevettä. Irtain maa peruskallion päällä on aina huokoista. Sadevesi vajoaa maarakeiden välissä olevia "tyhjiä" tiloja pitkin maan sisään pohjavedeksi. Pohjaveden pinnan alapuolella kaikki "tyhjt" tilat ovat veden täyttämiä.

Seuraavissa kuvissa on esitetty pohjavettä ympäristöönsä purkava pohjavesialue ja vettä ympäristöstänsä keräävä pohjavesialue rajauksiin.



**Kuva 5a. Pohjavesialueen raja vettä ympäristöön purkavalla harjulla**





**Kuva 5b. Pohjavesialueen raja vettä ympäristöstään kerävällä harjulla**

Pohjavesiesiintymät ja -alueet ovat paikkoja, geologisia muodostumia, joissa maaperä on karkearakeista, soraa tai hiekkaa. Tällaisessa maassa huokokset ovat suuria ja veden virtaus tapahtuu helposti, mikä mahdollistaa suurenkin vesimäärän oton. Vaikka pohjavesialueet tavallisesti löytyvät sora- tai hiekkamailta, voi pohjavesiesiintymä sijaita myös kalliomuodostumassa.

### Pohjavesialueita koskevat tiedot

Tärkeät ja muut vedenhankintaan soveltuvat pohjavesialueet on kartoitettu ja määriteltä

ympäristöhallinnon toimesta. Pohjavesialuekartoissa on esitetty pohjavesialueiden rajaukset, pohjaveden muodostumisalueet ja mahdolliset suoja-alueet.

Pohjavesialuetta koskeva keskeisin tieto on tallennettu pohjavesialueiden paikkatietoaineistoon. Pohjavesiaineisto sisältää pohjavesialuerajat, varsinaisen muodostumisalueen rajat, osalueraajat, pohjavesialuenumerot ja luokitukset. Osalle pohjavesialueita ei ole voitu rajata pohjavesialue- tai muodostumisaluerajoja. Rajattomat alueet on tallennettu pistemäisinä kohteina.

Pohjavesitietojen internet -selausoikeudet ovat kaikkien saatavilla OIVA- palvelimen kautta. Palvelu löytyy ympäristöhallinnon sivuilta osoitteesta ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)). Yksityiskohtaisia tietoja pohjavesialueista saa ELY-keskuksista.

Tärkeimmille pohjavesialueille on laadittu kuntien, vesilaitosten ja ELY-keskusten yhteistyönä pohjavesialueiden suojelusuunnitelmia. Pohjaveden suojelusuunnitelmassa selvitetään alueen hydrogeologiset ominaisuudet, kartoitetaan riskikohteet sekä laaditaan toimenpidesuosituksia alueella jo oleville sekä sinne mahdollisesti tuleville riskikohteille. Pohjavesialueet luokitellaan tärkeytensä mukaan kolmeen eri luokkaan. Jaottelu on esitetty oppaan liitteessä 4.

## Sijoitus pohjavesialueelle

Ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttava toiminta on mahdollisuuksien mukaan sijoitettava siten, ettei toiminnasta aiheudu pilaantumista tai sen vaaraa, ja että pilaantumista voidaan ehkäistä. Toiminnan sijoituspaikan soveltuvuutta arvioitaessa on otettava huomioon toiminnan luonne ja pilaantumisen todennäköisyys sekä onnettomuusriski. Huomioon on otettava myös alueen ja sen ympäristön nykyinen ja tuleva käyttötarkoitus ja aluetta koskevat kaavamääräykset sekä muut mahdolliset sijoituspaikat alueella.

Ympäristönsuojelulaissa olevan pohjaveden pilaamiskiellon mukaan ainetta tai energiaa ei saa panna tai johtaa sellaiseen paikkaan tai käsitellä siten, että

- 1) tärkeällä tai muulla vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella pohjavesi voi

käydä terveydelle vaaralliseksi tai sen laatu muutoin olennaisesti huonontua;

- 2) toisen kiinteistöllä oleva pohjavesi voi käydä terveydelle vaaralliseksi tai kelpaamattomaksi tarkoitukseen, johon sitä voitaisiin käyttää; tai
- 3) toimenpide vaikuttamalla pohjaveden laatuun muutoin saattaa loukata yleistä tai toisen yksityistä etua (pohjaveden pilaamiskielto).

Pohjaveden pilaantumista voivat aiheuttaa periaatteessa kaikki sellaiset aineet, joita ei luonnostaan esiinny tai esiintyy vain hyvin pieninä pitoisuuksina pohjavedessä ja pohjavesi-esiintymän maaperässä. Haitallisimpia ovat ympäristölle ja terveydelle vaaralliset kemikaalit, kuten monet metalliyhdisteet ja liuottimet, mutta myös monet vähemmän vaarallisina pidetyt aineet, kuten maantiesuola ja lannoitteet voivat aiheuttaa pilaantumisen. Onnettomuuksien seuraukset voivat tulla näkyviin pohjavedessä vasta vuosikymmenienkin jälkeen.

Jos tuotantolaitos aiotaan sijoittaa pohjavesialueelle, on sijoituksen tarpeellisuus perusteltava lupahakemuksessa/ilmoituksessa sekä osoitettava, ettei sijoituksesta aiheudu haittaa pohjavedelle. Tässä yhteydessä käydään läpi seuraavat seikat:

1. kyseisen pohjavesialueen merkitys vedenhankinnalle  
Toiminnanharjoittaja hankkii tiedon ELY-keskuksesta tai kunnalta.
2. tuotantolaitoksen toiminnan laatu ja laajuus sekä siellä käsiteltävien ja varastoitavien vaarallisten kemikaalien laatu ja määrä  
Toiminnanharjoittaja esittää asiat lupahakemuksessa/ ilmoituksessa. Kemikaaleja, jotka eivät voi päästä pohjavesiin, ei tarvitse erikseen arvioida.

3. tuotantolaitoksella toteutettavat rakenteelliset ja käyttötekniset ratkaisut, joilla estetään vaarallisten kemikaalien kulkeutuminen pohjaveteen sekä muut järjestelmät, joilla mahdolliseen pohjavesisvahinkoon johtavan inhimillisen toiminnan mahdollisuus on pyritty eliminoimaan.

Toiminnanharjoittaja kuvaa, miten se on varautunut onnettomuuksiin kenteellisten ja käyttöteknisten toimenpiteiden avulla. Teknisiä ratkaisuja on esitetty Tukesin oppaassa Vaarallisten kemikaalien varastointi.

4. alueen maaperän laatu ja hydrogeologiset olosuhteet sekä tuotantolaitoksessa valmistettävien, käsiteltävien ja varastoitavien kemikaalien sekä 5 § tarkoitettujen onnettomuuksien seurauksena mahdollisesti syntyvien aineiden käyttäytyminen ja vaikutukset ympäristössä

- Toiminnanharjoittaja hankkii tiedot maaperän laadusta ja hydrogeologisista olosuhteista. Toiminnan ja kemikaalien riskit maaperään ja pohjaveteen arvioidaan. Kemikaalien ominaisuuksien perusteella esitetään niiden käyttäytymisen onnettomuustilanteissa.
- Pohjaveteen asti ulottuvat vaikutukset riippuvat maaperään pääsevän kemikaalin ominaisuuksista ja määrästä. Maaperän ja kallioperän rakenne vaikuttavat siihen kuinka nopeasti kemikaali leviää maaperässä. Pohjaveden korkeus (vaihtelee vuosien ja vuodenaikojen mukaan) vaikuttaa siihen kuinka nopeasti kemikaali tavoittaa pohjaveden. Pohjaveteen päästyään kemikaalin leviäminen veden mukana riippuu pohjaveden virtausoloista ja käytöstä. Valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun asetuksen muutta-

misesta 342/2009, liite I (oppaan liitteenä 5) on lueteltu aineet tai aineryhmät, joita ei saa päästää pohjaveteen.

5. tuotantolaitoksen toimintaan liittyvien kuljetusten tarve ja mahdollisten kuljetuksiin liittyvien vahinkojen ja onnettomuuksien vaikutukset lähialueen pohjavesiin

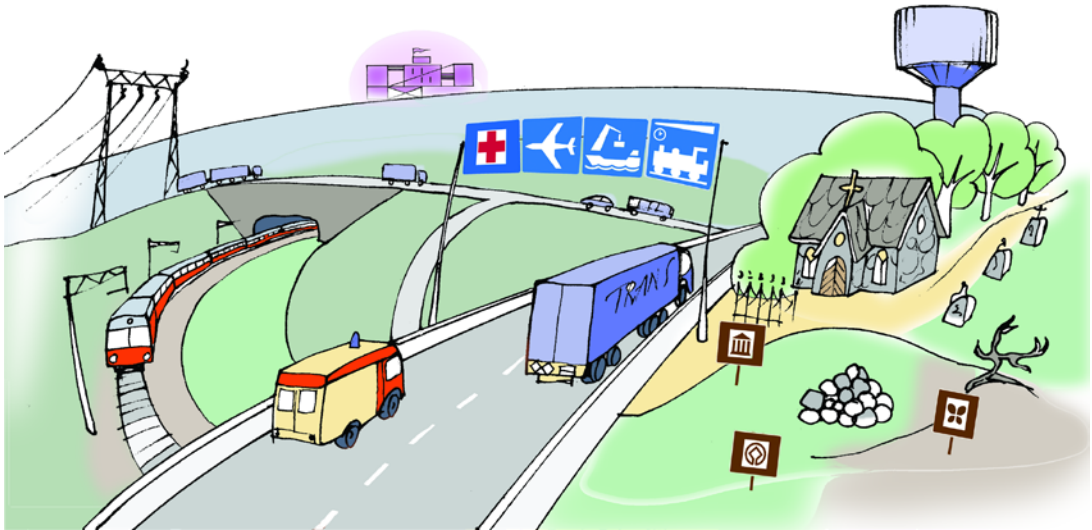
Kuljetusten riskien arviointi voidaan rajata koskemaan tuotantolaitoksen piha-aluetta. Arvioidaan kuljetuksiin liittyvien toimintojen, kuten säiliöiden täyttötahtuman, vaikutukset pohjavesiin.

#### 4.2.6 Vaikutukset infrastruktuuriin

Tässä luvussa tarkastellaan infrastruktuurin (yhdyskuntien toiminnan kannalta keskeisten toimintojen ja kohteiden) huomioonottamista tuotantolaitoksen sijoituksessa. Asiaa koskevat vaatimukset esitetään **turvallisuusvaatimusasetuksen 11 §:ssä**:

*Tuotantolaitos on sijoitettava sitä ympäröiviin rakennus- ja muihin kohteisiin nähden siten, ettei tuotantolaitoksessa mahdollisesti tapahtuvan, 5 §:ssä tarkoitettujen onnettomuuksien seurauksena voi olla*

1. yhdyskuntien toiminnan kannalta keskeisten toimintojen, kuten pääliikenneväylien, vesi-, jäte- tai energianhuoltojärjestelmien taikka teollisuus- ja tuotantolaitosten tai vastaavien toiminnan huomattava häiriintyminen;
2. kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden rakennusten, rakennelmien tai puistojen taikka vastaavien kohteiden sekä muinaismuistolaililla (295/1963) suojeltujen kohteiden vahingoittuminen pysyvästi taikka pitkäaikaisesti.



**Kuva 6. Tuotantolaitoksen sijoituksessa huomioonotettavia, yhdyskuntien toiminnan kannalta keskeisiä toimintoja ja kohteita.**

## Pääliikenneväylät

Laitoksen sijoituksessa pääliikenneväyliin nähden tulee ottaa huomioon, etteivät laitoksessa mahdollisesti tapahtuvan onnettomuuden lämpösäteily- tai painevaikutukset (myös heitteet) tai kemikaalien aiheuttama terveysvaara ulotu pääliikenneväylille siten, että voisi aiheutua liikenteen huomattavaa häiriintymistä.

### *Tiet ja kadut*

Tieliikenteessä päätteitä ovat valtatie, kantatie ja moottoritiet. Kaavoituksessa valtakunnallisesti

merkittäviksi teiksi ja kaduiksi katsotaan mm. valtatie, virallisiin rajanylityspaikkoihin johtavat maantiet, talvisatamiin johtavat tiet ja kadut, raskaan ja säännöllisen lentoliikenteen, myös sotilasliikenteen, lentoasemille johtavat tiet ja kadut sekä valtakunnallisesti merkittäviin matkakakeskuksiin ja tavaraterminaaleihin johtavat tiet ja kadut. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000. Opas 9. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteen soveltaminen kaavoituksessa)

Pääliikenneväylien liikenteen huomattavan häiriintymisen arvioinnissa on hyvä ottaa huomioon väylätyypin lisäksi liikennetiheys.

Tieliikenteessä käytetään seuraavia liikennetiheysluokkia keskimääräiselle vuorokausiliikenteelle: yli 9000 autoa, 6000 -9000 autoa, 1500 - 6000 autoa ja alle 1500 autoa (Tietilasto 2007).

Tieliikenteessä häiriötilanteella tarkoitetaan epätavallista liikennetilannetta, joka aiheuttaa muutoksia liikenteen välityskykyyn tai huonontaa ajo-olosuhteita. Häiriö voi olla kestoaltaan lyhyt- tai pitkäaikainen. Tieliikennettä häiritsevät yleensä onnettomuudet, tietyöt ja poikkeukselliset sääolosuhteet. Nämä häiriöt aiheuttavat edelleen ruuhkia ja onnettomuusriskin kohoaamista.

Tieliikenteessä poliisi tekee päätöksen mahdollisen varareitin käyttöönotosta yhdessä pelastusviranomaisten kanssa (Häiriötilanteiden hallinta keskikaideteillä. Tiehallinnon selvityksiä 2/2007).

Onnettomuuden aiheuttaman liikenteen huomattavan häiriintymisen arvioinnissa on hyvä ottaa huomioon mahdollisen varareitin läheisyys ja käyttökelpoisuus onnettomuustilanteessa. Laitoksen sijoituksessa tieliikenteeseen nähden sovelletaan alla olevia lämpösäteilyn ja paineen enimmäismääriä.

**Taulukko 2: Laitoksen sijoituksessa tieliikenteeseen nähden sovellettavat lämpösäteilyn ja paineen enimmäismäärät.**

Liikennetiheys autoa/vrk	Suurin sallittu lämpösäteilyn intensiteetti kW/m <sup>2</sup>	Suurin sallittu rintamapaine (kPa)
> 9000	5	8
1500 - 9000	5	11
<1500	8	14

### Rautatiet

Kaavoituksessa valtakunnallista merkitystä omaavia ratoja ovat päärataverkon radat, virallisiin rajanylityspaikkoihin, talvisatamiin sekä valtakunnallisesti merkittäviin matkakeskuksiin ja tavaraterminaleihin johtavat radat sekä pääkaupunkiseudun metron radat. (Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden soveltaminen kaavoituksessa.)

Rataverkon häiriötilanteella tarkoitetaan poikkeavaa tapahtumaa, joka laskee radan kapasiteettia eli välityskykyä ja liikenteen täsmällisyyttä. Rautatieliikenteessä häiriöiden

leviäminen ja seurannaisvaikutukset poikkeavat muussa liikenteessä tapahtuvista häiriöistä. Rautatieliikenteessä häiriöiden vaikutusalue voi olla hyvinkin suuri kerrannaisvaikutusten johdosta. Toisaalta häiriön vaikutus voi kohdistua vain yhteen junaan, jos liikennöintiäika tai paikka tai molemmat ovat riittävän hiljaisia.

Rautatieliikenteessä voi esimerkiksi rautatiealueella tai sen läheisyydessä tapahtuva tulipalon sammutustyö johtaa liikennöinnin keskeyttämiseen. Tällöin poliisi tai pelastusviranomainen voi pyytää alueen liikennöinnistä vastaavaa liikenteenohjausta pysäyttämään liikennöinnin pyydytyllä alueella tai raiteilla.

## Vesi, jäte- tai energiahuolto

Laitoksen sijoituksessa vesi, jäte- tai energiahuoltoon nähden tulee ottaa huomioon, etteivät mahdollisen onnettomuuden lämpösäteily- tai painevaikutukset (myös heitteet) tai kemikaalien aiheuttama terveysvaara aiheuta näiden toimintojen huomattavaa häiriintymistä.

### *Vesihuolto*

Vesihuollon toimivuudelle on tärkeää jatkuva vedensaanti eli käytettävien pohja- tai pintavesien riittävyys ja puhtaus, energian saanti sekä vedentoimituksen tai viemäriveriesien vataanon toimivuus. Laitoksen sijoituksessa tulee ottaa huomioon mahdollisten onnettomuuksien (esim. vaarallisen kemikaalin pääsy vedenottamolle tai energian katkokset) vaikutukset näille toiminnoille. Kohdassa 4.5 on käsitelty tarkemmin pohjaveden suojelun huomioonottamista sijoituksessa.

Vesihuoltolain (117/2001) perusteluissa ei aseteta aikarajaa virheenä pidettävälle vedentoimituksen keskeytykselle, koska virheen arviointiin vaikuttavat myös keskeytyksen syy ja muut olosuhteet. Myös vesihuoltopalvelujen erityistilanteet, kuten poikkeuksellisista vesiolosuhteista aiheutuvat tilanteet, otetaan huomioon vesihuoltolaitoksen ja asiakkaan välisessä sopimuksessa. Vesihuoltolaitoksen vastuu veden laadusta ja toimitustavasta sekä jätevesien poisjohtamisesta erityistilanteissa määräytyy siten liittämäsopimuksen, palvelujen toimittamista ja käyttöä koskevan sopimuksen sekä näiden sopimusten osaksi tulevien vesihuoltolaitoksen yleisten toimitusehtojen mukaan.

Toimenpiteistä, joihin vesihuoltolaitos keskeytyksen vuoksi ryhtyy, määritellään vesihuoltolaitoksen ja asiakkaan välisessä sopimuksessa.

Yleisten mallitoimitusehtojen mukaan laitos ryhtyy vedentoimituksen ja viemäriveriesien vastaanoton keskeytyessä toimenpiteisiin, jotta katkos on kustannukset huomioon ottaen mahdollisimman lyhyt ja vähän haittaa tuottava. Yli 24 tuntia kestävien vedentoimituskatkojen aikana laitos järjestää mahdollisuuden veden ottamiseen tilapäisistä vesipisteistä. (Työryhmämuistio MMM 2005:7. Vesihuollon erityistilanteen työryhmän loppuraportti)

### *Energiahuolto*

Energia ja erityisesti sähkö on yhteiskunnallemme keskeisessä asemassa. Energian saatavuuden on oltava kunnossa, jotta muut toiminnot (esim. liikenne, vesihuolto, teollisuus- ja tuotantolaitosten toiminta) olisivat mahdollisia. Energiaa käytetään tavallisemmin sähköinä ja lämpönä.

Valtakunnallisesti merkittävillä voimajohdoilla tarkoitetaan suurvoimansiirron kantaverkkoa (päävoimansiirtoverkko), johon alueverkot liittyvät. Kantaverkkoon kuuluvat 400 kV:n ja 220 kV:n sekä tärkeimmät 110 kV:n johdot. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000. Opas 9. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden soveltaminen kaavoituksessa).

Laitoksen sijoituksessa tulee ottaa huomioon mahdollisten onnettomuuksien vaikutukset (lämpösäteily tai painevaikutukset) lähistössä oleviin päävoimansiirtoverkon ilmajohtoihin, muuntamoihin ja kytkinlaitoksiin sekä ilmajohtojen läheisyydessä tapahtuvan mahdollisen pelastustehtävän tarvitsema suojaetäisyys. Lisätietoa sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevista standardeista löytyy Tukes -ohjeesta S10-2012.

Laitoksen sijoitusta tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon myös, ettei mahdollinen onnettomuus aiheuta esim. liikenteen, vesihuollon, teollisuus-

ja tuotantolaitosten tai vastaavien toiminnan tarvitseman energian saannin huomattavaa häiriintymistä.

## Lähellä olevat muut teollisuus- ja tuotantolaitokset

Laitoksen sijoituksessa ympäröiviin teollisuus- ja tuotantolaitoksiin tai vastaaviin nähden tulee ottaa huomioon, etteivät onnettomuuden lämpösäteily- tai painevaikutukset (myös heitteet) tai kemikaalien aiheuttama terveysvaara ulotu näihin siten, että niistä aiheutuu näiden toiminnan huomattavaa häiriintymistä.

Laitoksen sijoituksessa ympäröiviin teollisuus- ja tuotantolaitoksiin tai vastaaviin nähden sovelletaan edellisissä kappaleissa esitettyjä periaatteita.

## Kulttuurihistorialliset arvokkaat rakennukset, rakennelmat ja puistot tai vastaavat kohteet sekä muinaismuistolaila suojellut kohteet

Kulttuurihistoriallisesti arvokkailla rakennuksilla, rakennelmissä ja puistoilla tarkoitetaan rakennettua kulttuuriympäristöä eli rakennusperintöä, jota pyritään säilyttämään eri keinoin.

Rakennusten ja ympäristöjen säilyminen voidaan turvata kaavoituksella maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti sekä suojelemalla rakennuksia muilla laeilla ja asetuksilla. Arvokkaiden piirteiden säilyttämiseksi voidaan kaavoissa antaa määräyksiä ja ohjeita. Lisäksi maankäyttöön liittyvissä suunnitelmissä ja hankkeissa on selvitettävä toteuttamisen vaikutukset rakennettuun ympäristöön. Valtakunnalliset alueiden-

käyttötavoitteet edellyttävät kulttuuriympäristön huomioon ottamista kaavoituksessa ja viranomaistoiminnassa.

Kaavoituksen avulla on suojeltu kymmeniätuhansia rakennuksia ja alueita. Suojellut kohteet ja niiden suojelumääräykset saa tietää kunnan kaavoitusviranomaiselta. Laeilla suojeltuja rakennuksia on Suomessa pari tuhatta: rakennussuojelulaille noin 250, kirkkolaille arviolta 800, asetuksella valtion omistamista rakennuksista noin 800 rakennusta ja 200 aluetta. Niiden suojelua valvoo mm. Museovirasto.

Kulttuuriympäristön tietojärjestelmään (<http://kulttuuriymparisto.nba.fi/netsovellus/rekisteriportaali/portti/default.aspx>) on tallennettu suojeluun liittyviä tietoja muinaisjäänöksistä, hyllyistä ja rakennetusta kulttuuriympäristöstä. Aineistoa saa sähköisessä muodossa käytettäväksi esimerkiksi paikkatietojärjestelmissä tai tietokannoissa. Käytettävissä on myös muinaisjäänösrekisteri ([http://kulttuuriymparisto.nba.fi/netsovellus/rekisteriportaali/mjreki/read/asp/r\\_default.aspx](http://kulttuuriymparisto.nba.fi/netsovellus/rekisteriportaali/mjreki/read/asp/r_default.aspx)). Muinaismuistolakia valvoo Museovirasto.

Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat rakennukset, rakennelmat, puistot sekä muinaismuistot voivat vahingoittua pysyvästi tai pitkäaikaisesti lähinnä joko tulipalojen tai räjähdysten seurauksena. Kulttuurihistoriallisesti arvokkaat puistot voivat vahingoittua myös vaarallisten kemikaalien ympäristöön pääsyn seurauksena.

Lämpösäteilyn ja painevaikutusten (myös heitteet) suuruuden arvioinnin jälkeen tarkastellaan kohteen mukaan mahdollista vahingoittumista. Sama pätee kemikaaleista aiheutuvan ympäristövaaran arviointiin.

## 5. Suojaetäisystaulukoita

Tässä luvussa on taulukoiden avulla esitetty palaville nesteille, hapelle, kylmälaitoksissa käytetylle ammoniakille sekä muille terveydelle tai ympäristölle vaarallisille aineille riittäviä suojaetäisyyksiä ulkopuolisiin kohteisiin. Lisäksi räjähd- ja nestekaasukohteille sekä maakaasuputkistoille on säädöksissä täsmällisiä suojaetäisyyksivaatimuksia.

Kemikaalivaraston (säiliö, siilo, kappaletavaravarasto tai vastaava) sijoituksessa on otettava huomioon *turvallisuusvaatimusasetuksen* yleiset periaatteet. Asetuksen 12 §:n mukaan kemikaalivaraston etäisyyden tuotantolaitoksen tontin rajasta tulee aina olla vähintään 5 metriä.

Maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999) kieltää palovaarallisen rakennuksen sijoittamisen 15 metriä lähemmäksi toisen omaa tai hallitsemaa maata ja 20 metriä lähemmäksi rakennusta. Haja-asutusalueella tavanomaista rakennusta ei saa pääsääntöisesti sijoittaa 5 metriä lähemmäksi naapurin rajasta. Kaavoitetulla alueella minimietäisyys määräytyy kaavan perusteella. Kemikaalivaraston sijoittaminen olemassa olevaan rakennukseen tai uuteen ulko-varastoon edellyttää rakennuslupaa, jota haetaan paikkakunnan rakennusvalvontavirastosta.

### Taulukko 3. Palavan nesteen varastosäiliöiden ja astiavarastojen suojaetäisyydet.

Varastointimäärä tai säiliön koko (m <sup>3</sup> )	Etäisyys 1 (m)	Etäisyys 2 (m)
1 ≤ V < 10	5	10
10 ≤ V < 50	10	20
50 ≤ V < 200	15	25

Etäisyys 1 = etäisyys tontin rajasta ja yleisestä liikenneväylästä sekä toimintaan kuulumattomista rakennuksista.

### Palavat nesteet

*Palavaa nestettä sisältävän säiliön tai kappaletavaravaraston suojaetäisyydet ulkopuoliseen toimintaan nähden määritetään niiden palamisessa syntyvän lämpösäteilyn vaikutusten perusteella. Suojaetäisyyksiä määritettäessä on otettava huomioon myös palavan nesteen ylikiehumisen mahdollisuus. (13 §)*

Standardeissa SFS 3350 (Palavien nesteiden varastopaikka ja siellä olevat palavan nesteen käsittelypaikat) ja SFS 3353 (Palavan nesteen valmistuslaitos ja teknillinen käyttölaitos) on annettu vähimmäisetäisyyksiä naapurin rajaan ja ulkopuolisiin kohteisiin. Näitä standardeja voidaan käyttää ohjeina määritettäessä suojaetäisyyksiä palavan nesteen varastoille.

Palavan nesteen varastosäiliöt ja astiavarastot sijoitetaan taulukon 3 mukaisesti. Yli 200 m<sup>3</sup>:n palavaa nestettä sisältävän varaston suojaetäisyyksiä esitetään standardissa SFS 3350. Standardissa on etäisyyksiä myös pienemmille varastoille ja erityyppisille toiminnallisille kohteille. Palavalla nesteellä tarkoitetaan nestemäistä kemikaalia, jonka leimahduspiste on enintään 100 °C.

Etäisyys 2 = etäisyys asuinrakennuksista, hoitolaitoksista, kouluista, päiväkodeista ja kokoontumistiloista.



## Palavia nesteitä sisältävät laitteet

Standardissa SFS 3350 on esitetty eräiden laitteiden suojaetäisyyksiä ulkopuolisiin kohteisiin nähden. Standardin mukaan soihdun, säiliöajoneuvojen täyttö- ja tyhjennyspaikan sekä polttoainehöyryjen (VOC-kaasujen) talteenotto-laitoksen etäisyyden tulee olla vähintään 30 metriä ulkopuolisista kohteista. Soihdusta aiheutuvan säteilyn jatkuva teho rajalla ei saa kuitenkaan ylittää  $3,0 \text{ kW/m}^2$  laskettuna SFS 3350, kohdassa 6.9 esitetyllä tavalla. Standardissa esitetään myös laitteistojen keskinäisiä vaara- ja suojaetäisyyksiä.

## Happi

*Hapettavia kemikaaleja sisältävät säiliöt ja kappalevaravarastot on sijoitettava siten, ettei niiden vuotamisen seurauksena pääse kemikaalia tuotantolaitoksen alueen ulkopuolelle sellaisia määriä tai pitoisuuksia, että siitä voisi aiheutua palavan materiaalin syttyminen. (15 §)*

Hapen pitoisuuden kasvaessa aiheutuu vaaraa ennen kaikkea siitä, että palavat materiaalit

sytyvät helpommin, palavat kiivaammin ja paloleviää nopeasti (tulipaloja ja vaatteiden syttyminen). Nestemäiset happiroiskeet saavat aikaan paleltumavammoja.

Paineistettu happi voi sytyttää jopa metallin esim. venttiilin avaamisen yhteydessä (paineisku). Suojaetäisyyttä (taulukko 4) määritettäessä on otettava huomioon myös säiliössä olevat putkiyhteet ja varoventtiilit, joista vuoto voi syntyä.

EIGAn (Euroopan teollisuuskaasuyhdistys) vuonna 2006 antaman suosituksen mukaan alle 25 % happipitoisuus ei ulkona ole vaarallinen. Nestehappilammikosta haihtuva kylmä höyry muodostaa näkyvän sumupilven (ilman kosteuden tiivistyminen). Hapen pitoisuus näkyvän pilven ulkopuolella on yleensä pienempi kuin 25 % eikä siis aiheuta vaaraa.

Happisäiliöitä ei saa sijoittaa palavasta materiaalista tehtyjen rakennusten seinustalle, lähelle palavaa materiaalia, syttymislähteitä tai sellaista palokuormaa, josta voi aiheutua voimakasta lämpösäteilyä. Tukes-oppaassa "Hapen turvallinen käsittely ja varastointi (2003)" on annettu lisäohjeita happea käyttäville ja varastoiville toiminnanharjoittajille.

### Taulukko 4. Nestehapen suojaetäisyydet

Varastointimäärä tai säiliön koko ( $\text{m}^3$ )	Etäisyys väkijoukon oleskelualueista, vilkkaasta liikenneväylästä tai vastaavanlaisista kohteista (m)
$1 \leq V < 10$	15
$10 \leq V < 20$	25
$20 \leq V < 35$	40

## Ammoniakkikylmälaitokset

*Terveydelle ja ympäristölle vaarallisia kaasuja tai helposti haihtuvia nesteitä sisältävien säiliöiden, ja kappalevaravarausten ja vastaavien suojaetäisyydet ulkopuoliseen toimintaan nähden määrätään niissä mahdollisesti tapahtuvien kemikaalivuotojen aiheuttaman terveys- ja ympäristövaaran perusteella. (16 §)*

Kylmälaitoksista voi vuotaa ammoniakkia ympäristöön tavallisesti varolaitteiden tai laiterikon (esim. putki- tai venttiilirikko) kautta. Harvinaisempia ovat laitteiston repeämiset, joissa voi vapautua äkillisesti suuria määriä ammoniakkia. Ammoniakki ärsyttää hengitysteitä ja ärsytys on suoraan verrannollinen ammoniakkipitoisuuteen. Nestemäisen ammoniakkin roiskeet voivat lisäksi aiheuttaa iholla syövytystä ja paleltuman.

Isompien elintarviketeollisuuslaitosten ammoniakkivaaraa on hahmoteltu VTT:n laatimassa ammoniakkitäyttöisten kylmälaitosten turvallisuusoppaassa. Oppaan mukaan suuret ammoniakkivuodot (useita kiloja sekunnissa) ovat kylmälaitoksilla epätodennäköisiä. Tällainen

vuoto tyhjentää laitoksen varaajasäiliön todennäköisesti ennen pelastuslaitoksen paikalle tuloa. Tämän jälkeen ulos vuotaa vain kylmälaitoksissa kiertävä ammoniakkivirtaus, joka on enintään noin 1 kg/s. Päästö voi sääolosuhteista riippuen aiheuttaa ärsytysoireita 300–1000 m etäisyydellä tuulen alapuolella. Kaasumaisen ammoniakkin ja kylmän nesteen vuodossa silloin, kun neste ei joudu kosketuksiin veden kanssa, riittää eristettäväksi alueeksi 100–300 m tuulen alapuolella.

Ammoniakkipäästön aiheuttama vaaraetäisyys riippuu useasta tekijästä kuten laitoksen tyyppistä, ammoniakkin määrästä ja sen lämpötilasta sekä höyrystimelle johtavan putkilinjan halkaisijasta.

Suojaetäisyydet on tässä annettu kahdelle laitostyyppille, jotka ovat:

### Tyyppi A

Lauhdutinta ja sen putkilinjoja lukuun ottamatta kaikki laitteistot ovat joko konehuoneessa tai tuotantotiloissa

### Tyyppi B

Muut kuin tyyppi A

**Taulukko 5. Ammoniakkikylmälaitosten suojaetäisyydet.**

ammoniakkimäärä (t)	Laitoksen tyyppi	Etäisyys 1 (m)	Etäisyys 2 (m)
$0,1 \leq m < 1,5$	A ja B	25	50
$1,5 \leq m < 3,0$	A ja B	40	100
$3,0 \leq m < 10$	Tyyppi A	40	150
	Tyyppi B	80	250

Etäisyys 1 = etäisyys tontin rajasta ja yleisestä liikenneväylästä sekä toimintaan kuulumattomista rakennuksista.

Etäisyys 2 = etäisyys asuinrakennuksista, hoitolaitoksista, kouluista, päiväkodeista ja kokoontumistiloista.

## Muut terveydelle tai ympäristölle vaaralliset (nestemäiset tai kiinteät) kemikaalit

*Muut terveydelle ja ympäristölle vaarallista nestemäistä tai kiinteää kemikaalia sisältävät varastot tulee sijoittaa niin, ettei kemikaalia pääse vuototilanteessa leviämään tuotantolaitoksen alueen ulkopuolelle. Etäisyyksissä tulee ottaa huomioon myös kemikaalien hajoamisesta ja muusta reagoimisesta tulipalotilanteissa syntyvät savukaasut. (16 §)*

Muut terveydelle vaaralliset kemikaalit ovat tyypillisesti ihoa, silmiä tai hengitysteitä ärsyttäviä tai herkistäviä kemikaaleja. Hapot ja emäkset ovat väkevinä liuoksina ihoa syövyttäviä ja laimeampina ärsyttäviä. Niistä aiheutuvia haittoja voidaan verrata palovammoihin ja vesistöissä ne voivat aiheuttaa haittoja veden happamuuden muutoksen johdosta.

Lisäksi erityisesti väkevien happojen höyryt aiheuttavat ärsytystä lähiympäristössä ja vaurioittavat kasveja. Syövyttävät kemikaalit voivat reagoida kiivaasti muiden aineiden kanssa aiheuttaen vaaraa.

Ympäristölle vaarallisten kemikaalien ominaisuudet vaihtelevat huomattavasti. Tärkeintä on varmistaa, etteivät ne pääse vuotamaan ympäristöön. Muut terveydelle tai ympäristölle vaarallisten nestemäisten tai kiinteiden kemikaalien säiliöt ja astiavarastot sijoitetaan taulukon 4. suojaetäisyyksiä noudattaen.

Erikseen on otettava huomioon kemikaalit, jotka voivat reagoinnin seurauksena muodostaa myrkyllisiä tai palovaarallisia kaasuja. Alla olevan taulukon etäisyydet eivät koske myöskään hapettavia kemikaaleja eivätkä räjähdysvaaralliseksi luokiteltuja peroksiedeja.

**Taulukko 4. Muiden terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien suojaetäisyydet.**

Varastointimäärä tai säiliön koko (m <sup>3</sup> )	Etäisyys 1 (m)	Etäisyys 2 (m)
$1 \leq V < 10$	5	10
$10 \leq V < 200$	10	20
$200 \leq V < 1000$	15	30
$1000 \leq V < 6000$	20	40

Etäisyys 1 = etäisyys tontin rajasta ja yleisestä liikenneväylästä sekä toimintaan kuulumattomista rakennuksista.

Etäisyys 2 = etäisyys asuinrakennuksista, hoitolaitoksista, kouluista, päiväkodeista ja kokoontumistiloista.

Mikäli oppaan taulukoissa esiintyville kemikaa leille voidaan määritellä useampia suojaetäisyyksiä, tulee käyttää suurinta etäisyyttä.

Taulukoissa esitettyjä suojaetäisyyksiä voidaan pienentää teknisillä tai toiminnallisilla ratkaisuilta, jos pystytään luotettavasti osoittamaan, että vastaava turvallisuus saavutetaan muilla keinoin. Suojaetäisyydestaulukoiden etäisyys 1. on kuitenkin

ns. minimietäisyys (vähimmäisetäisyys), joka on pienin sallittu etäisyys suojattavaan kohteeseen. Suojaetäisyys lasketaan säiliön vaipasta tai suojaaltaan reunasta.

Lisäksi on otettava huomioon, että tietyissä erityistapauksissa voidaan tarvita alan muita standardeja.

## LIITE 1: Oppaassa käytettyjä termejä

### AEGL

Kemikaalin terveysvaikutuksia kuvaava raja-arvo (ks. LIITE 2)

### Bleve (Boiling liquid expanding vapor explosion)

Ylipaineen alaisen nesteen räjähdysmäisen nopea höyrystyminen, kun neste pääsee laajenemaan äkillisesti esimerkiksi paineastian murtumisen seurauksena. Bleven syntymisen edellytyksenä on, että nesteen lämpötila on riittävän paljon sen kiehumislämpötilaa korkeampi. Blevessä vapautuvan mekaanisen energian (räjähdysenergian) määrä on tavallisesti huomattavasti (jopa kymmeniä kertoja) suurempi kuin vastaavan kaasusäiliön räjähdyksessä.

Bleve-räjähdyksessä säiliö repeää kappaleiksi, ja sen sisältö vapautuu yhdellä kerralla kokonaan ja laajenee voimakkaasti. Räjähdysmäisen höyrystymisen takia vapautuvan aineen tilavuus voi laajeta hetkessä yli satakertaiseksi. Jos höyrystyvä aine on syttyvää, kuten nestekaasu, se syttyy räjähdyksessä ja palaa lyhyessä ajassa erittäin suurella teholla. Syntyy ylös kohoava tulipallo. Jos säiliön tilavuus on suuri (100 m<sup>3</sup> luokkaa), tulipallon halkaisija voi olla satoja metrejä ja sen voimakkaan lämpösäteilyn tuhoetäisyys useita satoja metrejä.

### Boil-over (ylikiehuminen)

Boil-over tarkoittaa äkillistä ja voimakasta palavan nesteen kuohahdusta säiliöstä. Se on seurausta tilanteesta, jossa vettä on joutunut (esimerkiksi säiliöpalon sammutuksesta johtuen) kuumen palavan viskoosin hiilivedyn (esim öljy) alle. Palon edetessä öljyn

lämpö kuumentaa veden yli kiehumispisteensä, ja jossain vaiheessa vesi höyrystyy äkillisesti ja tunkeutuu kuplina öljyn läpi. Öljyn viskoosin luonteen vuoksi muodostuu laaja kuohunta, joka saavuttaessaan palavan pinnan syttyy ja voi aiheuttaa palon räjähdysmäisen kasvun ja levittää roiskeita jopa pariin sataan metriin asti.

### ERPG

Kemikaalin terveysvaikutuksia kuvaava raja-arvo, katso liite 1.

### Heijastusaalto

Paineaalto, joka seinämään tms. esteeseen osuessaan heijastuu siitä takaisin. Heijastusaallon suuruus ja suunta riippuvat paineaallon ja seinämän välisestä kohtauskulmasta. Kohtisuoraan seinämään osuessaan kaasun virtaus lakkaa kokonaan, ja paine nousee voimakkaimmin. Kohtisuoran shokkiaallon heijastusaallon ylipaine on aina vähintään kaksinkertainen alkuperäiseen shokkiaaltoon verrattuna.

### IDHL

Kemikaalin terveysvaikutuksia kuvaava raja-arvo, katso liite 1.

### Lähdetermi

Onnettomuusskenaarion laadinnan yhteydessä arvioidaan onnettomuudessa ulospääsevän vaarallisen kemikaalin määrää. Vuotomäärän arvioinnin jälkeen määritetään lähdetermi. Lähdetermin määritykseen aineen ominaisuuksien ja ympäristön olosuhteiden mukaan käytetään höyrystymismalleja (jos päästö muodostaa lammikon maahan tai veden pinnalle), suihkuvirtausmalleja (esimerkiksi paineenalaisen kaasun tai nesteytetyn kaasun vuoto putkista). Onnettomuuden yhteydessä tapahtuvan vuodon

lähdeparametrit ovat siten matemaattisia yhtälöitä, jotka määrittävät virtaus- ja höyrystymismäärän ja nopeuden.

### Lämpösäteily

Lämpösäteily on usein seurausta tulipalosta. Voimakas lämpösäteily voi levittää paloja ja aiheuttaa palovammoja. Lämpösäteilyn intensiteetti tarkoittaa säteilytehoa pinta-alaa kohden,  $(\text{kW}/\text{m}^2)$ .

### Lämpösäteilyannos (TDU)

Palovammojen vakavuus riippuu lämpösäteilyannoksen suuruudesta. Koska suuret intensiteetit ovat haitallisempia samassa aikayksikössä kuin pienet, lasketaan lämpösäteilyannos yleisesti käyttämällä kaavaa  $\text{TDU} = (\text{kW}/\text{m}^2)^{4/3} \times \text{s}$  (eikä suoraan kertomalla lämpösäteilyintensiteetti  $\times$  vaikutusaika).

### Natura 2000 -verkosto

Euroopan unionin luonnonsuojeluverkosto, joka turvaa luontodirektiivissä määriteltyjen luontotyyppien ja lajien elinympäristöjä. Suomessa on lähes 2000 Natura 2000 -verkostoon kuuluvaa aluetta, joista suurin osa on jo ennestään kansallisilla päätöksillä perustettuja luonnonsuojelualueita tai ne kuuluvat kansallisiin suojeluohjelmiin tai muilla tavoin suojeltuihin alueisiin. Natura-alueilla ei saa heikentää merkittävästi niitä luonnonarvoja, joiden vuoksi alue kuuluu Natura 2000 -verkostoon. Suojeluarvoja heikentävä toiminta on kiellettyä sekä alueella että sen rajojen ulkopuolella.

### Onnettomuusmallinnus, onnettomuus-skenaario

Mallintamisen tavoitteena on syvemmän kuvan saaminen keskeisimmistä onnettomuusmekanismeista. Mallinnuksen perusteella lasketaan ja määritetään onnetto-

muusskenaario, jossa onnettomuuden ajallinen ja alueellinen kehitys sekä vaikutusten suuruus esitetään perustuen käytettyihin menetelmiin.

### Paine

Paine on kaasun laajenemispyrkimyksen, nesteiden painon tai näiden virtauksen aiheuttama seinämään kohdistuva voima jaettuna seinämän pinta-alalla. Paineen suuruus voidaan esittää absoluuttisena paineena tai ylitai alipaineena. SI-järjestelmän mukainen paineen laatu on pascal (Pa), mikä tarkoittaa yhden newtonin voimaa neliömetrillä  $(\text{N}/\text{m}^2)$ . Tekniikan alalla esiintyy usein laatu baari (bar). Muutosuhde on: 1 bar = 100 kPa. Esimerkiksi normaalin ilmakehän paine on 1,01325 bar = 101325 Pa.

### Absoluuttinen paine

Todellinen paine. Absoluuttista painetta käytetään, kun tarkastellaan aineiden termodynaamisia ominaisuuksia ja virtausominaisuuksia.

### Ylipaine/alipaine

Todellisen paineen ja ympäristön ilmanpaineen erotus. Rakenteisiin ja muihin kohteisiin kohdistuvien rasitusten suuruudet ovat suoraan verrannollisia ylipaineen/alipaineen suuruuteen, ja niitä käytetään tavallisesti näiden paineenkestävyyden tarkastelussa.

### Paineaalto

Räjähdykskohdastaan ympäristöön laajeneva kaasun tilan hetkellinen muutos, jossa kaasun tiheys, paine ja virtausnopeus muuttuvat. Paineaallon etuosa voi olla joko jatkuva tai epäjatkuva. Aallon jatkuvaa etuosaa kutsutaan pehmeäksi tai vähittäiseksi paineaaloksi ja epäjatkovaa etuosaa shokkiaaloksi. Pehmeänä alkanut paineaalto voi myöhem-

min muuttua shokkiaalloksi. Paineaallon suuruus esitetään ylipaineena ja sen laatuna on tavallisesti kilopascal(kPa).

### **Suojaetäisyys**

Suojaetäisyydellä tarkoitetaan vaarallisen kohteen sallittua etäisyyttä ulkopuolisiin suojattaviin kohteisiin, kuten naapurin rajan tai asuinrakennukseen. Suojaetäisyys mitataan vaarallisen kohteen kuten kemikaalia sisältävän säiliön, vallitilan tai prosessiyksikön uloimman kohdan etäisyydestä suojattavaan kohteeseen.

### **Suuronnettomuus**

Huomattava päästö, tulipalo, räjähdys tai muu ilmiö, joka seuraa tuotantolaitoksen toiminnassa esiintyneistä hallitsemattomista tapahtumista, jotka voivat aiheuttaa ihmisen terveyteen, ympäristöön tai omaisuuteen kohdistuvaa vakavaa tai välitöntä tai myöhemmin ilmenevää vaaraa laitoksen sisä- tai ulkopuolella ja jossa on mukana yksi tai useampi vaarallinen kemikaali tai räjähdde (Kemikaaliturvallisuuslaki 390/2005).

### **Suuronnettomuusvaarallinen tuotantolaitos**

Kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) tarkoittama, turvallisuus selvitystä tai toimintaperiaateasiakirjaa edellyttävä tuotantolaitos. Em. velvoitteet määräytyvät laitoksen kemi-

kaalien määrien ja vaarallisuuden mukaan.

### **Tuotantolaitos**

Vaarallisten kemikaalien valmistus- tai käytölaitos taikka varasto (säiliö- tai kappaleta-varavarasto).

### **Vähimmäisetäisyys**

Vähimmäisetäisyydellä tarkoitetaan vaarallisen kohteen pienintä sallittua suojaetäisyyttä suojattavaan kohteeseen ts. vähimmäisetäisyyteen ei voi vaikuttaa teknisillä tai muilla ratkaisuilla.

### **Ylipaineimpulssi**

Paineaallolla on ylipaineen lisäksi ylipaineimpulssi. Sen suuruus riippuu ylipaineen suuruudesta ja sen kestoajasta. Ylipaineimpulssin tarkempi määritelmä on ylipaineen aikaintegraali, ja sen laatu on Pascal-sekunti (Pas). Paineaallon ylipaineimpulssi yhdessä ylipaineen kanssa aiheuttaa tuhoa rakenteille ja ihmisille luovuttamalla kohteeseen liikemääräänsä. Kohde tuhoutuu vasta, kun sekä ylipaine että ylipaineimpulssi ylittävät kohteen kriittiset rajat. Tyypillisessä teollisuusräjähdyksessä ylipaineimpulssiin ei kiinnitetä juurikaan huomiota, koska sen katsotaan ylittävän kriittiset rajat samalla, kun ylipaineekin ylittää ne. Ylipaineimpulssin vastakohta on **alipaineimpulssi**.

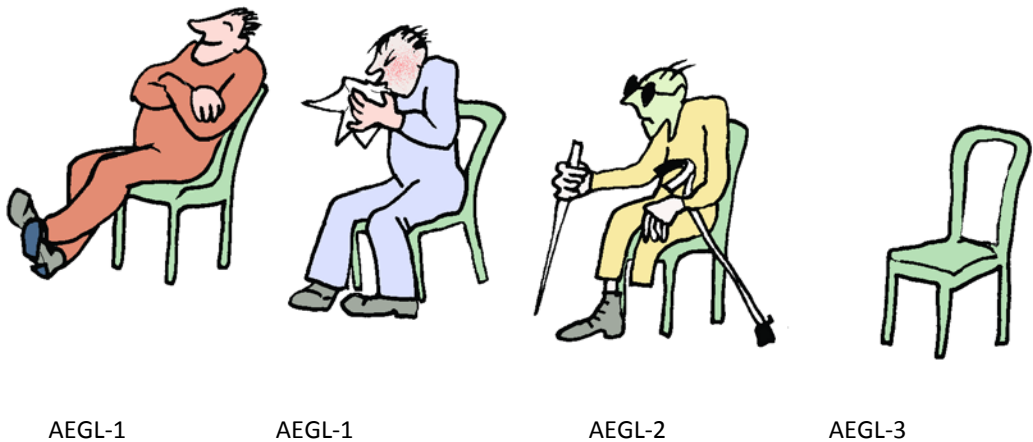
## LIITE 2: Terveysvaaraa kuvaavia raja-arvoja

### AEGL (Acute Emergency Guidance Levels)

AEGL-arvo kertoo asteikolla 1-3, minkälaisia haittavaikutuksia ihminen voi saada altistuttuaan tietyn ajan tietyllä kemikaalipitoisuudelle. Arvot on tarkoitettu normaaliväestölle niin, että myös herkät yksilöt olisi otettu huomioon ja siten niiden ajatellaan suojaavan lähes kaikkia ihmisiä.

AEGL-arvoja on määritelty kullakin 3 vaikutustasolla yhteensä 5 eri vaikutusajalle (10 minuuttia, 30 minuuttia, 1 tunti, 4 tuntia ja 8 tuntia).

- AEGL-1** Huomattavaa epämukavuutta, ärsytysoireita tai tiettyjä oireettomia, ei aistinvaraisia vaikutuksia.
- AEGL-2** Palautumattomia tai muita vakavia, pitkäkestoisia haitallisia terveysvaikutuksia tai heikentynyt kyky pelastautua.
- AEGL-3** Hengenvaarallisia vaikutuksia tai kuolema.



**Kuva 7. Kemikaalien terveysvaikutuksia**

Tietoa järjestelmästä sekä eri kemikaalien AEGL-arvoja saa esimerkiksi American Environmental Protection Agency:n nettisivuilta, <http://www.epa.gov/opptintr/aegl/>.



### ERPG (Emergency Response Planning Guidelines)

ERPG-arvo kertoo asteikolla 1-3 minkälaisia haittavaikutuksia ihminen voi saada altistuttuaan 60 minuutin ajan tietylle pitoisuudelle. ERPG-arvot eivät suojaa aivan kaikkia yksilöitä, vaan yliherkät ihmiset voivat reagoida jo paljon alhaisempiin pitoisuuksiin.

ERPG-arvoja löytyy esimerkiksi OVA-ohjeista <http://www.ttl.fi/ova/> sekä American Industrial Hygiene Associationin internet-sivuilta <http://www.aiha.org/insideaiha/volunteergroups/Documents/ERP-erpglevels.pdf>.

#### ERPG-arvot 1-3:

**ERPG-1** Pitoisuusvälillä ERPG-2 - ERPG-3 kemikaali ei aiheuta terveysriskiä, mutta kemikaalin läsnäolon aistii hajun tai lievien ärsytysoireiden perusteella.

Kaikille kemikaaleille ei ole saatavilla ERPG-1 arvoa, esimerkiksi kun aistihavaintokynnys on suurempi kuin aineen ERPG-2-arvo.

**ERPG-2** Tätä pitoisuutta alemmissa pitoisuuksissa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman vaaraa saada palautumattomia tai muita vakavia terveyshaittoja tai oireita, jotka heikentävät kykyä suojautua altistumiselta. Korkeammissa pitoisuuksissa (ERPG-2 - ERPG-3)

voi esiintyä esimerkiksi vakavia silmä- tai hengitystieärsytysoireita, lihasheikkoutta, keskushermostovaurioita/häiriöitä tai vakavia palautumattomia terveysvaikutuksia.

**ERPG-3** Tätä pitoisuutta alemmissa pitoisuuksissa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman hengenvaaraa. Korkeammissa pitoisuuksissa kuolemanvaara.

### IDLH (Immediately Dangerous for Life and Health)

IDLH-arvo on suurin pitoisuus, jolle terve työntekijä voi altistua 30 minuutiksi saamatta palautumattomia terveydellisiä vaurioita tai poistumista vaikeuttavia vammoja.

Nämä arvot on määritellyt NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health, USA, <http://www.cdc.gov/niosh>, <http://www.cdc.gov/niosh/idlh/intridl4.html>) IDLH-arvoja on saatavilla vajaalle 400 aineelle.

**LIITE 3: Ympäristöriskien seurausmatriisi**

<b>Ympäristöriskien seurausmatriisi</b>			
SEURAUUS	SEURAUUSLUOKKA		
	LIEVÄ	SUURI	VAKAVA
EKOLOGINEN Ilma	Haittaa eläin- ja kasvilajeille ja niiden elinympäristöille tehdasalueella.	Haittaa eläin- ja kasvilajeille ja niiden elinympäristöille tehdasalueen ulkopuolella. Vähäisiä määriä pysyviä, kertyviä tai ilmakehää muuttavia yhdisteitä.	Ekosysteemivaurioita laajalla alueella. Suuria määriä pysyviä, kertyviä tai ilmakehää muuttavia yhdisteitä.
Maaperä	Haitallinen päästö rajoittuu pienelle rajatulle alueelle, päästö ei ole kulkeutuva, pitoisuudet maaperässä ovat tavoitteen ja alemman ohjearvon välillä (Ympäristöministeriö 2005) . Maaperän puhdistustarve vähäinen.	Haitallinen päästö leviää enintään n. 0,5 ha teollisuusalueen ulkopuolelle, päästö on kulkeutuva ja/tai pysyvä, pitoisuudet ovat alemman ja ylemmän ohjearvon välillä (Ympäristöministeriö 2005). Maaperän puhdistustarve suuri, laajuus arvioitava.	Haitallisen päästön vaikutuksen laajuus >0,5 ha, pitoisuudet ylittävät ylemmän ohjearvon (Ympäristöministeriö 2005). Massiivinen maaperän puhdistustarve.
Vesistö	Haitalliset päästöt vähäisiä, seurauksena tilapäinen vedenlaadun heikkeneminen pienellä rajatulla alueella, vesistö korjaa tilanteen itsestään.	Haitalliset päästöt merkittäviä, vastaanottavan vesistön herkkyys tai arvo huomioonottaen, vesistössä pitoisuuksien tilapäinen, mutta selvästi mitattavissa oleva nousu, rantojen likaantuminen, pienet kalakuolemat. Päästön aiheuttama lämpötilan nousu aiheuttaa selviä muutoksia ekosysteemissä. Pieniä määriä pysyviä tai kertyviä aineita vapautuu vesistöön.	Päästöt aiheuttavat pitkäkestoisen ja laajalajaisen haitan, eliöstön toimeentulo häiriintynyt, kalakuolemat. Suuria määriä pysyviä tai kertyviä aineita vapautuu vesistöön.

Ympäristöriskien seurausmatriisi			
SEURAUUS	SEURAUUSLUOKKA		
	LIEVÄ	SUURI	VAKAVA
YHTEIS- KUNNALL- LINEN Terveys	Aiheutuu hajua, melua, tärinää, tai terveyskeskuskäyntejä (vain tarkastuksia).	Yksi tai useampi ihminen saa välittömästi tai välillisesti vammaan, johon tarvitaan hoitoa (vamman hoidettavissa). Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen ylityksiä ympäristössä.	Yksi tai useampi ihminen saa vakavan vammaan, aiheutuu vaikutuksia perimään, syöpätapauksia, ym. Aiheutuu terveysperusteisten raja-arvojen pitkäaikaisia ylityksiä ympäristössä.
Maankäyttö	Saastunut maa-alue on teollisuusalueella. Rakennukset yms. likaantuvat, tienkäyttö estyy lyhyeksi aikaa jne.	Haitallinen päästö voi levitä teollisuusalueen ulkopuolelle, esim. viher- ja ulkoilualueille.	Haitallinen päästö leviää asutusalueelle, maatalousmaalle, pohjavesi- tai luonnonsuojelualueille.
Pohjavedet ja vedenotto	Päästöillä ei ole vaikutusta pohjaveden laatuun teollisuusalueen ulkopuolella, pieni riski pohjaveden pilaantumisesta on olemassa, ei vaikutusta vedenottoon (pinta- ja pohjavesistä).	Pohjavesi pilaantunut pienellä teollisuusalueen ulkopuolisella alueella, vedenotto suljettava, kunnostus mahdollinen, vedenottoon käytetty pintavesi pilaantunut.	Pohjavesialue on laajasti pilaantunut, vedenotto (pinta – tai pohjavesistä) suljettava pitkäaikaisesti, vaikeasti kunnostettavissa.
IMAGO	Ympäristössä tapahtuneista muutoksista aiheutuu valituksia ja syntyy yleistä keskustelua yhteisöissä ja/tai paikallismedioissa. Paikallinen tai aluetason viranomaisen reagoi tilanteeseen.	Aihe on esillä valtakunnan mediassa. Aluetason viranomaisen reagoi tilanteeseen.	Aihe on esillä valtakunnallisessa ja kansainvälisessä mediassa. Tuotannon jatkamisen mahdollisuudet ovat uhattuina.
TALOUS	Yrityksen itsensä määriteltävissä.	Yrityksen itsensä määriteltävissä.	Yrityksen itsensä määriteltävissä.

Lähde: Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi, Suomen ympäristö 2/2006. Päivitetty matriisi [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi).

## LIITE 4: Pohjavesialueiden luokitus

Pohjavesialueet jaetaan kolmeen luokkaan:

### I luokka

Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue. Alue, jonka pohjavettä käytetään tai tullaan käyttämään 20 - 30 vuoden kuluessa tai muutoin tarvitaan esimerkiksi vesihuollon erityistilanteissa varavedenottoon vedenhankintaa varten liittyjämäärältään vähintään 50 ihmisen tarpeisiin tai enemmän kuin keskimäärin 10 m<sup>3</sup>/d. Erityisperustein pienempiäkin vedenottamoita palvelevia alueita voidaan merkitä tähän luokkaan kuuluviksi. Luokkaan I kuuluva alue voi käsittää koko pohjavesialueen tai vedenhankinnan kannalta tarpeellisen osa-alueen.

### II luokka

Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue. Alue, joka soveltuu yhteisvedenhankintaan, mutta jolle toistaiseksi ei ole osoitettavissa käyttöä yhdyskuntien, haja-asutuksen tai muussa vedenhankinnassa. Luokkaan II kuuluva alue voi käsittää yleensä yhtenäisen pohjavesialueen tai suojelun kannalta tarpeelliset osa-alueet.

### III luokka

Muu pohjavesialue. Alue, jonka hyödyntämiskelpoisuuden arviointi vaatii lisätutkimuksia vedensaantiedellytysten, veden laadun tai likaantumisen- tai muuttumisuhan selvittämiseksi.

**LIITE 5: Valtioneuvoston asetuksen 342/2009 liite I****N:o 342 vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun asetuksen muuttamisesta***Liite 1*

-----  
E) Pohjavedelle vaaralliset aineet ja aineryhmiin kuuluvat vaaralliset aineet, joita ei saa päästää pohjaveteen

1. Organohalogeniyhdisteet ja aineet, jotka vesiympäristössä voivat muodostaa sellaisia yhdisteitä;
2. orgaanofosforyyhdisteet;
3. orgaaniset tinayhdisteet;
4. aineet ja valmisteet tai niiden hajoamistuotteet, joilla osoitetaan olevan karsinogeenisia tai mutageenisia ominaisuuksia tai ominaisuuksia, jotka voivat vaikuttaa steroidien tuotantoon, kilpirauhaseen, lisääntymiseen tai muihin sisäeritykseen liittyviin toimintoihin vesiympäristössä tai sen välityksellä;
5. hiilivedyt sekä pysyvät, kertyvät ja myrkylliset orgaaniset aineet;
6. syanidit;
7. metallit ja niiden yhdisteet;
8. arseeni ja sen yhdisteet;
9. biosidit ja kasvinsuojeluaineet;
10. suspendoituneet aineet;
11. rehevöitymistä aiheuttavat aineet (erityisesti nitraatit ja fosfaatit);
12. happitasapainoon epäedullisesti vaikuttavat aineet (jotka ovat mitattavissa muuttujilla kuten BHK ja KHK);
13. piiyhdisteet;
14. fluoridit;
15. aineet, joilla on haitallinen vaikutus pohjaveden makuun tai hajuun, ja yhdisteet, jotka mahdollisesti vedessä muodostavat tällaisia aineita ja tekevät vedestä ihmisen käyttöön soveltumatonta.

## LIITE 6: Sääolojen stabiilisuusluokat

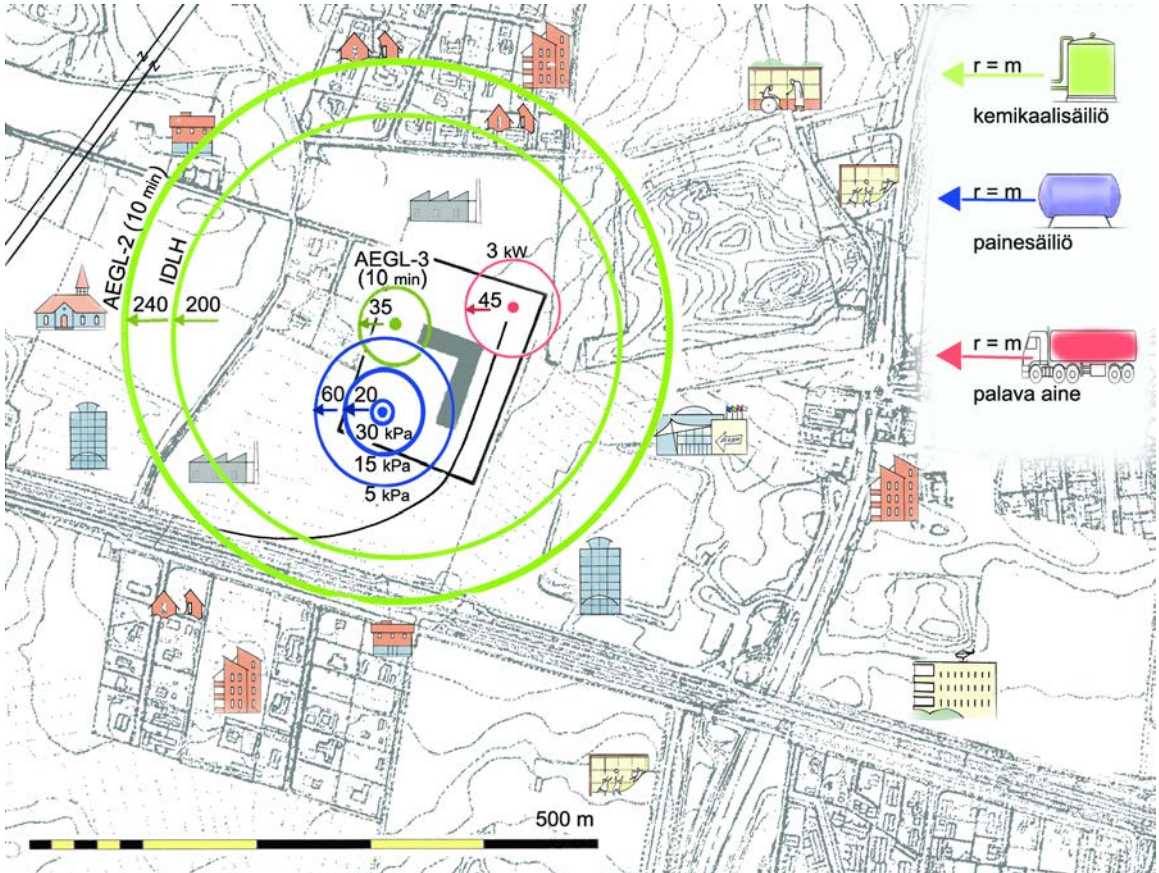
Kemikaalien leviämiseen ilmakehässä vaikuttaa monta sääoloihin liittyvää tekijää, kuten tuulen suunta, nopeus, ilman lämpötilaerot eri korkeuksilla tai auringon säteilyn määrä. Ilmakehän sääoloja kuvaamaan on kehitetty stabiilisuusluokkia joilla tietyn tyyppiset ilmakehän sääolot

voidaan sijoittaa omiin luokkiinsa. Periaatteessa jako tehdään kolmeen luokkaan: epästabiili, neutraali ja stabiili. Käytännössä jakoa on tihennetty siten, että luokkia on kuusi tai seitsemän (A; B; C; D; E; ja F sekä mahdollisesti G).

### Pasquillin stabiilisuusluokat

tuulen nopeus m/s	Saapuva lyhytaaltainen säteily			yöaikainen pilvipeite (kahdeksasosina)	
	voimakas	kohtalainen	heikko	ohutta pilveä tai pilvipeite < 4/8	pilvipeite < 4/8
<2	A	A-B	B		
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	D
5-6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

## LIITE 7: Terveys-, lämpösäteily- ja painevaikutusten esittäminen kartalla



Kuva 8. Terveys-, lämpösäteily- ja painevaikutusten esittäminen kartalla

tukes  
Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

HELSINKI PL 66 (Opastinsilta 12 B) 00521 Helsinki

TAMPERE Kalevantie 2, 33100 Tampere

ROVANIEMI Valtakatu 2, 96100 Rovaniemi

PUHELIN 029 50 52 000 | [www.tukes.fi](http://www.tukes.fi)