



*gaia*

*Innovative Solutions  
for Sustainability*

# Oy Forcit Ab:n ja Fermion Oy:n konsultointi- vyöhykkeiden turvallisuusriskikartoitus maankäy- tön suunnittelua varten - Loppuraportti

31.5.2010

Anu Vaahtera, Riikka Lehti, Tuomas Raivio  
Gaia Consulting Oy





## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	4
2	Suuronnettomuudet ja maankäytön suunnittelu .....	5
	2.1 Mikä on suuronnettomuus? .....	5
	2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä muut määräykset ja ohjeet .....	5
	2.3 Seveso II -direktiivi.....	7
3	Toimijoiden yleiskuvaus .....	9
	3.1 Fermion Oy .....	9
	3.2 Oy Forcit Ab .....	9
	3.3 Keskeiset käsiteltävät vaaralliset aineet sekä niihin liittyvät keskeiset raportoidut riskit 10	
4	Toimijoita ympäröivien alueiden yleiskuvaus ja keskeiset maankäytön muutokset.....	14
	4.1 Toimijoita ympäröivien alueiden kuvaus .....	14
	4.2 Maankäytön muospaineet kaava-alueella.....	14
5	Tarkastellut suuronnettomuusskenaariot ja niiden vaikutusalueet .....	16
	5.1 Menetelmä .....	16
	5.2 Skenaarioiden valinta .....	17
	5.3 Skenaarioiden vaikutukset .....	18
	5.4 Pelastustoimen mahdollisuudet toimia onnettomuudessa .....	23
6	Todennäköisyyksistä .....	24
	6.1 Todennäköisyyksien tarkastelu .....	24
	6.2 Suuronnettomuuksien todennäköisyys tarkastelluissa laitoksissa .....	24
7	Tehdasalueiden lähiympäristön haavoittuvuuden tarkastelu .....	27
8	Maankäytön suositukset .....	29





Yhteenveto.....	31
Liite 1. Haastatellut tahot sekä loppuraportin kommentointiin osallistuneet.....	32
Liite 2. Lähteet .....	33
Liite 3. Skenaarioiden kvantitatiiviset määritelmät.....	34
Liite 4. Ainekuvaukset.....	36
Liite 5. Gaia Zoner -menetelmä .....	37



# 1 Johdanto

Hangossa on käynnissä yleiskaavatyö. Yleiskaavatyötä sekä mahdollisia maankäytön muutoksia varten on haluttu selvittää yleiskaava-alueella olevien suuronnettomuusvaarallisten laitosten sekä yleiskaava-alueen lähistöllä olevien laitosten suuronnettomuusriskit. Varsinaisella yleiskaava-alueella sijaitsee Fermion Oy:n lääketehdas. Yleiskaava-alueelle saattavat lisäksi ulottua Oy Forcit Ab:n räjähdetehtaan toiminnan suuronnettomuusvaikutukset. Molemmat laitokset ovat turvallisuusselvitysvelvollisia.

Turvallisuusselvityslaitoksille on määrätty konsultointivöhykkeet. Kaavamuutokset konsultointivöhykkeen sisällä edellyttävät lausuntoa alueelliselta pelastustoimelta ja tarvittaessa Tukesilta.

Maankäytön suunnittelussa on huomioitava suuronnettomuuden mahdollisuus siten, että maankäyttö- ja rakennuslainsäädännön vaatimus terveellisestä, turvallisesta ja viihtyisästä elinympäristöstä täyttyy. Tässä hankkeessa on selvitetty Oy Forcit Ab:n ja Fermion Oy:n teollisesta toiminnasta aiheutuvien suuronnettomuusriskien vaikutuksia Hangon kaupungin yleiskaava-alueella. Työssä sovelletaan aiemmin kehitettyä kvantitatiiviseen riskianalyyysiin perustuvaa menetelmää<sup>1</sup>, jonka menettelytavat on haettu laajalla viranomaisyhteistyöllä ja sitomalla tarkastelu olemassa oleviin säädöksiin ja lainkäytön linjauksiin.

Tämän hankkeen tavoitteena on tuottaa kaavavalmisteluun riittävän arviointipohjan antava perusteltu näkemys Oy Forcit Ab:n ja Fermion Oy:n teollisesta toiminnasta aiheutuvien mahdollisten suuronnettomuusriskien ulottuvuuksista ja vaikutuksista laitosten konsultointivöhykkeillä maankäytön suunnittelun pohjaksi.

Hankkeen tarkastelut perustuvat tämänhetkiseen ja lähitulevaisuudessa odotettavissa olevaan turvallisuustilanteeseen. Tarkastelut perustuvat laajapohjaisiin toimija- ja viranomaishaastatteluihin. Viranomaisista työssä ovat olleet mukana mm. Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos, Turvatekniikan keskus sekä Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Haavoittuvuutta on arvioitu laitosten lähiympäristössä.

Suuronnettomuuden vaikutusten määrittelyssä on paljon epävarmuustekijöitä. Tämän vuoksi vyöhykkeiden vaikutusalueet on tuotettu suhteellisen karkealla resoluutiolla. Mm. maastomuotojen ja puuston vaikutuksia on tarkasteltu vain rajallisesti. Tulipalojen savuntuotanto on jätetty tarkastelujen ulkopuolelle, koska tarkasteltavien onnettomuuksien mittakaavassa se on luonteeltaan lähes kaukokulkeutumisen omaista.

Selvitys ei ota kantaa toimijoiden riskienhallintamenettelyjen oikeellisuuteen tai riittävyyteen.

---

<sup>1</sup> Raivio, Tuomas & Gilbert, Ylva & Lonka, Harriet (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella. Itä-Uudenmaan liiton julkaisu; sekä Gilbert, Ylva ja Raivio, Tuomas (2007) YRTTI – Yhteiset riskiarviointiperusteet turvallisuusselvityksille.

## 2 Suuronnettomuudet ja maankäytön suunnittelu

### 2.1 Mikä on suuronnettomuus?

Suuronnettomuus määritellään lainsäädännössä hieman vaihtelevasti. Tässä hankkeessa suuronnettomuus ymmärretään tapahtumaksi, joka on vakava uhrien määrän, vammojen laadun, paikallisten resurssien tai ympäristö- ja omaisuusvahinkojen perusteella. Tapahtumalla on vaikutuksia välittömän onnettomuutta aiheuttaneen alueen ulkopuolelle, joko onnettomuuden seurauksien laajuudella tai evakuointi- tai suojautumistarpeiden tai liikennejärjestelyjen muodossa.

Teolliseen toimintaan ja kuljetuksiin liittyy normaalitoimintaan liittyviä ilmiöitä. Näitä ovat esimerkiksi melu, värinä, valo, noki ja erilaiset satunnaispäästöt. Nämä vaikutukset kuuluvat muiden selvitysten piiriin eikä niitä käsitellä tässä.

### 2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä muut määräykset ja ohjeet

Suomessa maankäytön suunnittelujärjestelmään kuuluvat valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan<sup>2</sup> kaavojen tulee yleisesti perustua riittäviin selvityksiin.

Onnettomuusriskin huomioon ottaminen kaavoituksessa yleisesti sisältyy valtakunnalliseen alueidenkäyttötavoitteeseen 4.3: ”Eheytyvä yhdyskuntarakenne ja elinympäristön laatu”<sup>3</sup>. Se ohjaa suuronnettomuusriskin huomioinnin suhteen osaltaan mm. maakuntakaavan laadintaa.

Yleiskaavan sisältövaatimusten<sup>4</sup> mukaisesti on yleiskaavaa laadittaessa otettava huomioon mahdollisuudet turvalliseen ja terveelliseen ja eri väestöryhmien kannalta tasapainoiseen elinympäristöön ja ympäristöhaittojen vähentäminen.

Asemakaavan sisältövaatimuksissa puolestaan esitetään<sup>5</sup>: ”Asemakaava on laadittava siten, että luodaan edellytykset terveelliselle, turvalliseen ja viihtyisälle elinympäristölle, palvelujen alueelliselle saatavuudelle ja liikenteen järjestämiselle.”

Vaaraa aiheuttavien kohteiden ympäristön maankäytössä huomioon otettavista suojaetäisyyksistä säädetään maankäyttö- ja rakennusasetuksen 57§:ssä seuraavasti: Harkittaessa rakennushankkeen sijoittamista ja rakennuspaikan soveltuvuutta on huolehdittava vaarallisista aineista aiheutuvan suuronnettomuusvaaran torjumiseksi riittävistä suojaetäisyyksistä.

---

<sup>2</sup> MRL; 132/1999 9 §

<sup>3</sup> ”Alueidenkäytössä kiinnitetään erityistä huomiota ihmisten terveydelle aiheutuvien haittojen ja riskien ennalta ehkäisemiseen ja olemassa olevien haittojen poistamiseen.”

<sup>4</sup> MRL 39 § 2. momentin kohdat 5 ja 7

<sup>5</sup> MRL 54 § 2. ja 3. momentti

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

KHO:n päätökset 2323/1/05 ja 3589/1/08 linjaavat lainkäyttöä mm. seuraavasti:

- Tarkasteltavia vaaranaiheuttajia ei ole rajattu hallinnollisin perustein
- Suuronnettomuuden vaikutukset ovat merkittävämmässä roolissa kuin todennäköisyys – pelkkä suuronnettomuuden mahdollisuus riittää.
- Suojaetäisyyksien vähimmäisvaatimuksen täytyminen ei riitä.

Suuronnettomuuksien mahdollisuus on siis otettava huomioon maankäytön suunnittelussa mahdollisuuden aiheuttajasta riippumatta kaikilla kaavatasoilla, ja maankäyttösuunnitelmien tulee perustua riittäviin selvityksiin myös onnettomuusmahdollisuuden osalta.

Räjähdysaineiden osalta suojaetäisyydet on määritelty Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä räjähdystarvikkeista<sup>6</sup>. Maanpäällisen pysyvän räjähddevaraston suojaetäisyydet vaarallisuusluokkaan 1.1<sup>7</sup> kuuluville räjähdystarvikkeille lasketaan kertomalla räjähdysaineen massan kuutiojuuri kertoimella  $k$  ( $I = k \cdot m^{(1/3)}$ ), joka on

- 40, kun kyseessä on etäisyys sairaalasta, vanhainkodista, lastentarhasta, koulusta tai vankeinhoitolaitoksesta tai muusta vastaavasta laitoksesta; 30, kun kyseessä on etäisyys asutustaajamasta;
- 22, kun kyseessä on etäisyys yksittäisestä asutusta rakennuksesta, tehtaasta, kokoon-tumisaikasta tai -huoneistosta, jossa ihmisiä tavallisesti oleskelee, julkisesta rakennuksesta tai yli 1 000 m<sup>3</sup>:n palavan nesteen varastosta;
- 15, kun kyseessä on etäisyys yleisestä liikenneväylästä kuten rautatiestä, maantiestä tai laivaväylästä, yleisestä satama-alueesta, lentokentän kiitoradasta tai yli 100 m<sup>3</sup>:n palavan nesteen varastosta; sekä
- 10, kun kyseessä on etäisyys yksittäisestä tilapäiseen asumiseen käytettävästä rakennuksesta tai vähän liikennöidystä yleisestä liikenneväylästä kuten rautatiestä tai maantiestä.<sup>8</sup>

Jos maaston muoto tai metsä antaa siihen perusteltua aihetta, voi Turvatekniikan keskus pienentää edellä tarkoitettuja suojaetäisyyksiä enintään 50 prosenttia<sup>9</sup>.

Ammoniumnitraatin osalta tarvittavat suojaetäisyydet on määritelty Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä ammoniumnitraatista<sup>10</sup>. Päätöksessä tarkoitettu etäisyys asutustaajamasta on mitattava rakennetun tai kaavaan merkityn tonttialueen rajasta ja etäisyys varastosuojasta yksittäiseen rakennukseen mitataan kummankin rakennuksen toisiaan lähimpinä olevista ulkoseinistä. Esimerkiksi varastosuojan, missä on yli 100 000 kg ammoniumnitraattia, tulee olla vähintään 400 metrin etäisyydellä rakennuksista ja ulkokokoon-tumisalueista, joissa

---

<sup>6</sup> 25.2.1980/130; 51-52 §

<sup>7</sup> Oy Forcit Ab:n valmistamat räjähdysaineet kuuluvat luokkaan 1.1.

<sup>8</sup> Pysyvän räjähdystarvikevarastosuojan suojaetäisyydet erilaisista kohteista on määritelty KTMP:n liitteessä 3.

<sup>9</sup> 54 §

<sup>10</sup> 10.2.1984/172; 4 §, 17 §

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

muutoin kuin tilapäisesti oleskelee tai työskentelee henkilöitä, sekä yli 1 000 m<sup>3</sup> palavan nesteen varastosta ja yli 75 m<sup>3</sup> palavan kaasun varastosta.

## 2.3 Seveso II -direktiivi

EU:n neuvosto on antanut ns. Seveso II -direktiivin 96/82/EY vaarallisista aineista aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen torjunnasta. Maankäytön suunnittelua ja tuotantolaitosten turvallisuutta koskeva osuus on Suomessa saatettu voimaan kemikaali- sekä maankäyttö- ja rakennuslainsäädännöllä.

Onnettomuuksien vaara on otettava huomioon suunniteltaessa alueidenkäyttöä ja rakentamista olemassa olevien tuotantolaitosten läheisyydessä. Erityisesti tämä vaara on otettava huomioon, jos teolliseen käsittelyyn liittyy suuronnettomuusvaara. Teollisuuskemikaaliasetuksen (59/1999) mukaan suuronnettomuudella tarkoitetaan huomattavaa päästöä, tulipaloa, räjähdystä tai muuta ilmiötä, joka seuraa vaarallisia kemikaaleja käsittelevän tai varastoivan tuotantolaitoksen toiminnassa esiintyneistä hallitsemattomista tapahtumista, jotka voivat aiheuttaa ihmisen terveyteen tai ympäristöön kohdistuvaa vakavaa välitöntä tai myöhemmin ilmenevää vaaraa laitoksen sisä- tai ulkopuolella ja jossa on mukana yksi tai useampi vaarallinen kemikaali tai räjähdde.

Direktiivin alaiset tuotantolaitokset ovat Turvatekniikan keskuksen (Tukes) valvonnassa. Kaa-voitus- ja rakennusvalvontaviranomaisten tehtävänä on huolehtia siitä, ettei riskille alttiita toimintoja sijoiteta liian lähelle vaaraa aiheuttavia laitoksia ja varastoja. Tällaisia riskialttiita toimintoja ovat esimerkiksi asuinalueet, vilkkaat liikenneväylät, yleisölle tarkoitetut kokoontumistilat ja -alueet, sairaalat, koulut, hoitolaitokset ja majoitusliikkeet.

Direktiivin alaisille tuotantolaitoksille tai varastoille on määritelty nk. konsultointivyöhyke, jolla tapahtuvaan kaavoitukseen ja rakentamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Vyöhykkeet on muodostettu laitosten riskeistä yleisesti tiedossa olevan, karkean arvion perusteella eikä kyseisiä tuotantolaitoksia koskevien tarkkojen analyysien perusteella, joten niitä ei voi suoraan käyttää suojaetäisyyksinä tuotantolaitoksen ja muun toiminnan välillä. Ne ilmaisevat sen etäisyyden laitoksesta, jonka sisällä toimittaessa turvallisuuden varmistamiseen tähtäävä asiantuntijalausuntomenettely on tarpeen.

Jos tuotantolaitosta ympäröivän, nk. konsultointivyöhykkeen sisäpuolelle jäävälle alueelle laaditaan kaava tai sen muutos, jonka toteuttaminen saattaisi merkitä suuronnettomuusriskille altistuvien henkilöiden määrän vähäistä merkittävämpää kasvamista, kaavaa laadittaessa on tarpeen selvittää tuotantolaitoksen toimintaan liittyvät riskit onnettomuusvaaran kannalta (MRL 9 § ja MRA 1§). Nämä vaikutukset on otettava huomioon laadittaessa kaavan osallistumis- ja arviointisuunnitelmaa (MRL 63 §). Tuloksista raportoidaan kaavaselostuksessa ja tarvittaessa annetaan haitallisten vaikutusten vähentämiseksi kaavamääräyksiä.

Tavanomaisten kaavoitukseen osallistuvien tahojen lisäksi vaarallisia kemikaaleja käsittelevien tai varastoivien laitosten läheisyyteen sijoittuvissa kaavoitushankkeissa osallisia ovat ne asiantuntijaviranomaiset, joiden tehtävänä on kemikaalivalvonta (Tukes) ja palo- ja pelastustoimi.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

### **Turvallisuusselvitys ja toimintaperiaateasiakirja**

Tuotantolaitoksessa, jossa vaarallisten kemikaalien käsittelystä ja varastoinnista voi aiheutua suuronnettomuus, toiminnanharjoittajan on laadittava asiakirja, jossa selostetaan toimintaperiaatteet suuronnettomuuksien ehkäisemiseksi (nk. toimintaperiaateasiakirja), tai turvallisuusselvitys, jossa toiminnanharjoittaja osoittaa toimintaperiaatteensa suuronnettomuuksien ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi sekä antaa tarvittavat tiedot niiden toteuttamiseksi tarvittavasta organisaatiosta ja turvallisuusjohtamisjärjestelmästä.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005) edellyttää turvallisuusselvityksen toimittamista Turvatekniikan keskukselle tuotantolaitoksen toimenpiteiden riittävyyden arviointia varten. Kahden tai useamman toisiaan lähellä sijaitsevan tuotantolaitoksen toiminnanharjoittajien on toimittava yhteistoiminnassa suuronnettomuuksien torjumiseksi ja onnettomuuksien leviämisen estämiseksi.<sup>11</sup>

Vaarallisten kemikaalien teollinen käsittely ja varastointi voi olla joko vähäistä tai laajamittaista. Vähäinen teollinen käsittely ja varastointi on ilmoituksenvaraista. Laajamittainen teollinen käsittely ja varastointi on luvanvaraista. Laajamittaisuus on määritelty asetuksen 59/1999 liitteessä I. Liitteessä I on ilmoitettu ne vähimmäismäärät, joiden perusteella teollisen toiminnan ilmoituksen- tai luvanvaraisuus määräytyvät. Lisäksi toiminnanharjoittajan tulee laatia joko toimintaperiaateasiakirja tai turvallisuusselvitys, jos liitteessä mainitut vähimmäismäärät täyttyvät. Näiden lisäksi toiminnanharjoittajan tulee laatia tuotantolaitosta koskeva sisäinen pelastussuunnitelma, jos teollinen käsittely ja varastointi on laajamittaista.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> 30 § Toimenpiteet vaarallisista kemikaaleista aiheutuvien suuronnettomuuksien ehkäisemiseksi; Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/390

<sup>12</sup> 3 luku Luvan- ja ilmoituksenvaraisuuden sekä suuronnettomuusvaaran torjuntaa koskevien velvoitteiden määräytyminen; Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista 29.1.1999/59



## 3 Toimijoiden yleiskuvaus

### 3.1 Fermion Oy

Fermion Oy on kemiallisesti lääkeaineita valmistava tehdas. Tehdas sijaitsee noin 3 km Hangon keskustasta. Tuotannossa on yhteensä 10-20 erilaista lääkeainetta, joiden valmistamiseen tarvitaan useiden välituotteiden syntetisointia. Tuotantomäärä vuositasolla on noin 150 t valmiita lääkeaineita. Fermionilla on kolme tuotantolaitosta sekä useita säiliöosastoja, joissa kussakin useita säiliöitä vaarallisia kemikaaleja. Vaarallisia kemikaaleja käytetään tehtaalla sekä synteetin raaka-aineina että liuottimina.

Henkilöstön määrä Fermionilla on noin 160 henkilöä. Fermionille määritelty konsultointivähyke on 1,5 km.

Fermionin tehdasalueen koillispuolella sijaitsee noin 200 m:n etäisyydellä rekkaparkki, jossa lähinnä venäläiset autonkuljetusrekat odottelevat autojensa lastausta. Alueella myös yövytään. Alueella saattaa olla jopa satoja rekkoja samanaikaisesti. Hankoon vievä valtatie kulkee noin 200-300 metrin etäisyydellä säiliöalueista. Fermionista lähin asutus sijaitsee noin 500 m:n etäisyydellä valtatie pohjoispuolella.

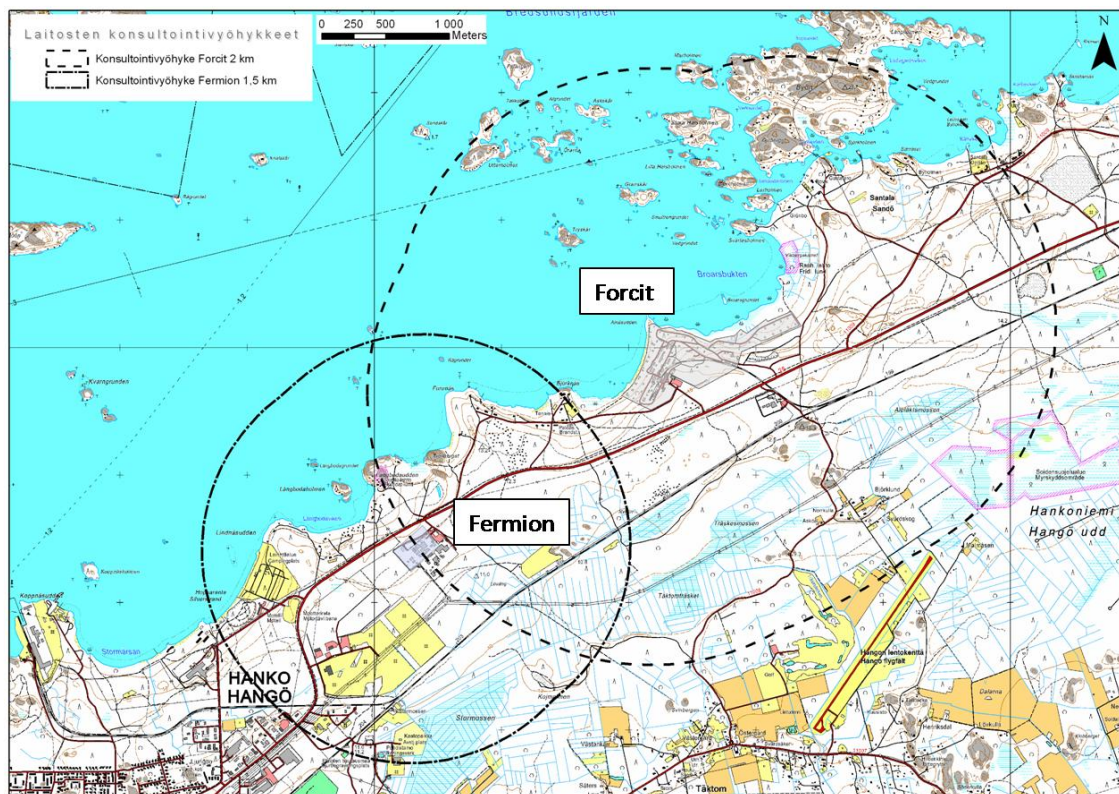
### 3.2 Oy Forcit Ab

Oy Forcit Ab on Hangon keskustasta noin 5 km:n päässä sijaitseva räjähdetehtas. Tehtaalla valmistetaan louhintatöissä käytettäviä räjähdysaineita (dynamiitti, Aniitti, ANFOt), räjähtäviä tulilankoja sekä räjähteitä sotilastarkoituksiin. Forcitille määritelty konsultointivähyke on 2 km.

Noin 500 m tehdasalueesta kulkee valtatie, jota pitkin suurin osa Hangon liikenteestä kulkee. Forcitia lähimmät omakotitalot sijaitsevat noin 2 km:n etäisyydellä. Lisäksi Forcitin tontilla on asuinalue lähinnä tehtaan omille työntekijöille. Alueella asuu noin 50 henkilöä. Alueella ei ole voimassa olevaa kaavaa. Forcitin lounaispuolella, valtatie pohjoispuolella sijaitsee kaupunkilaisten suosima virkistysalue.

Kuvassa 1 on esitetty laitosten sijainti sekä niille määritellyt konsultointivähykkeet.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.



Kuva 1. Selvityksen kohteena olevat laitokset ja niiden konsultointivähykkeet

### 3.3 Keskeiset käsiteltävät vaaralliset aineet sekä niihin liittyvät keskeiset raportoidut riskit

#### 3.3.1 Toiminnan yleiskuvaus - Fermion

Fermionin Hangon tehdas muodostuu kolmesta tuotantolaitoksesta. Alueella on lisäksi Ekokem Oy:n höyryvoimalaitos, jossa tuotetaan tuotannossa tarvittava energia. Liuottimet ja nestemäiset pääraaka-aineet varastoidaan allastetuilla säiliöalueilla. Säiliöalueita on neljä (osastot 3000, 3400, 3500 ja 3600). Muut raaka-aineet, välituotteet ja tuotteet varastoidaan joko sisävarastoissa tai katetussa ulkovarastossa. Nestemäiset raaka-aineet saapuvat alueelle rekoilla joko säiliöautoissa tai konteissa. Varastoitavien raaka-aineiden ja liuottimien määrät vaihtelevat tuotannon mukaan.

Fermionin tuotannossa yleisesti käytössä olevia liuottimia ovat mm. (suluissa esimerkkejä):

- alifaattiset hiilivedyt (erikoisbenssiini 80/110 ja sykloheksaani)
- alkoholit (metanoli, etanoli ja isopropanoli)
- amidit (dimetyyliformamidi)
- aromaattiset hiilivedyt (tolueeni ja ksyleeni)
- esterit (etyyliasetatti) sekä
- ketonit (asetoni ja metyylietyyliketoni).

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

Käytössä olevia reagensseja ovat:

- amiinit (ammoniakki, pyridiini ja trietyyliamiini)
- emäkset (kaliumkarbonaatti, kalium- ja natriumhydroksidi, natriummetylaatti)
- hapot (etikka-, fosfori-, rikki- ja suolahappo) sekä
- halogeeni- ja rikkiyhdisteet (aminotiofenoli).

Lämmönsiirtoaineina käytetään mineraaliöljyä, monoetyleeniglykolia sekä etyleeniglykolia ja suojakaasuna typpeä.

Lääkeaineet tuotetaan synteesin avulla reaktoreissa. Synteesivaiheen alussa lähtöaineet, liottimet ja mahdolliset apuaineet panostetaan reaktoriin. Synteesivaiheiden lisäksi reaktoreissa tehdään mm. tislauksia ja uuttoja. Synteesin loputtua tuote kiteytetään jäädyttämällä tai saostamalla, erotetaan, kuivataan, jauhetaan ja pakataan. Reaktorien lisäksi tuotantolaitteistoon kuuluu hydraamo, jossa tehdään paineistettuja reaktioita, sekä tislaamo liuottimien regenerointia varten. Kemikaaleja voidaan käsitellä turvallisesti laitteistoja avaamatta.

### 3.3.2 Keskeiset raportoidut riskit - Fermion

Tuotannon monimuotoisuuden takia mahdollisia räjähdys- ja tulipalotilanteita eikä mahdollista dominoilmiötä ole voitu kuvata yksityiskohtaisesti järjestelmällisen seurausanalyysin mahdollistaen. Dominoilmiön mahdollisuutta ja onnettomuuden seurausten lisääntymistä ei kuitenkaan voida sulkea pois reaktoreiden keskinäisestä läheisestä sijainnista johtuen. Keskeisiä toimintaan liittyviä riskejä ovat:

- Räjähdys tuotantotiloissa. Riskit on pyritty minimoimaan sillä, että kaikissa tuotantotiloissa on ns. paineenpurtuseinä, joka antaa periksi paineen noustessa, sekä automaattiset sammutusjärjestelmät.
- Säiliön räjähdys ulkoisen tekijän (esim. tulipalo) tai inhimillisen virheen seurauksena (esim. aineiden sekoittuminen ja räjähdyskelpoisen seoksen syntyminen). Säiliön räjähdys saattaa vaurioittaa myös muita osastolla sijaitsevia säiliöitä ja johtaa säiliöosaston paloon.
- Säiliöaluepalo. Säiliöaluepalo voi johtua esimerkiksi säiliövuodosta ja ulkoisesta kipinästä. Suurimman säiliön tilavuus on 50 m<sup>3</sup>. Yhden säiliön palo, sisällön valuminen suoja-altaaseen sekä mahdollinen allaspalo saattavat johtaa koko säiliöosaston tuhoutumiseen tulipalossa.
- Myrkyllisten kemikaalien leviäminen onnettomuustilanteessa. Herkästi haihtuvan aineen säiliövuoto voi aiheuttaa altistumista myrkyllisille höyryille ja kaasuille säiliöalueiden lähistöllä. Vaikutukset jäävät paikallisiksi.
- Myrkyllisten savukaasujen leviäminen onnettomuustilanteessa. Säiliöalueen palo johtaa myrkyllisten savukaasujen muodostumiseen. Asukkaiden suojautumistoimenpiteet (sisäsuojautuminen, evakuointi) ovat tarpeen savukaasujen leviämisalueella.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

### 3.3.3 Toiminnan yleiskuvaus - Forcit

Forcitin alueella on tuotantoalue sekä varastoalue. Varastoalueella sijaitsee yli 30 varastorakennusta. Suurimmassa osassa varastoja saa säilyttää max. 50 tonnia räjähdysainetta. Lisäksi on yksi 70 tonnille mitoitettu rakennus. Tuotanto on pitkälle automatisoitua. Räjähdysaineiden valmistusta tapahtuu seuraavilla osastoilla:

- Happon osastolla käsitellään suuria määriä happoja, pääasiassa rikkihappoa ja väkevää typpihappoa. Hapoista sekoitetaan nitraushappoa.
- Nitrausosastolla nitrataan glykolia, josta muodostuu nitroglykolia, joka on dynamiitin valmistuksessa käytettävä öljymäinen räjähtävä aine.
- Dynamiittiosastolla valmistetaan dynamiittia aineiden sekoittamisesta lähtien valmiiksi patruunoiksi ja kuljetettaviksi eriksi saakka. Osastolla käsiteltäviä vaarallisia aineita ovat mm. ammoniumnitraatti, natriumnitraatti, nitroselluloosa ja nitroglykoli.
- Aniittiosastolla valmistetaan aniittia ammoniumnitraatista ja TNT:stä (trinitrotolueeni).
- ANFO-osastolla valmistetaan ANFOa ammoniumnitraatista ja polttoöljystä.
- Tulilankaosastolla valmistetaan räjähtävää tulilankaa pentriitistä.

Forcit valmistaa myös sotilasräjähteitä. Lisäksi alueella käsitellään ja varastoidaan suuria määriä ammoniumnitraattia (yht. noin 800 t). Ammoniumnitraatti varastoidaan 100 tonnin pinoissa.

### 3.3.4 Keskeiset raportoidut riskit - Forcit

Keskeisiä toimintaan liittyviä riskejä ovat:

- Väkevän typpihapon vuoto ja typpihapon höyrystyminen. Typpihappo muodostaa höyrystyessään myrkyllisiä typen oksideja. Muodostuva kaasupilvi voi olla haitallinen muutaman sadan metrin säteellä, äärimmäisessä tapauksessa vaikutus voi ulottua jopa 2-3 km:n päähän.
- Räjähdysonnettomuudet tuotantoalueella aiheuttaisivat mahdollisesti vakavia materiaalisia vahinkoja ja vakavia henkilövahinkoja muutaman kymmenen metrin etäisyydellä räjähdyspaikasta. Tuotantoalueella käytettävien räjähteiden määrät ovat muutamia tuhansia kiloja. Räjähdysten vaikutukset jäänevät tällöin tuotantoalueelle. Räjähdysten syynä voi olla mm. tulipalo, staattinen sähkö, tulipalo, ylikuumeneminen, poikkeava toimenpide tai väärä kemikaali prosessissa.
- Räjähdysonnettomuudet varastoalueella. Räjähdys voi aiheutua tulipalosta (esim. metsäpalo), salamasta, varomattomasta käsittelystä tai liikenteestä (joka aiheuttaisi räjähteet koville iskuille tai hankaukselle). Varistorakennuksen (50 t tai 70 t räjähdettä) räjähdysten vaikutukset ulottuisivat lähes koko tehdasalueelle aiheuttaen lähimmissä rakennuksissa suurta tuhoa ja muuallakin jonkinlaisia vaurioita. Henkilövahingot tehdasalueella aiheutuisivat lähinnä heitteistä ja sirpaleista.
- Laajamittainen tulipalo. Tulipalossa ammoniumnitraatti voi syttyä palamaan ja tulipalon jatkuessa aine voi myös räjähtää. Myös ANFO voi räjähtää tulipalossa.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

- Ammoniumnitraatin räjähdys nitraattiasemalla tai varastossa aiheuttaisi mahdollisesti vakavia materiaalisia vahinkoja ja vakavia henkilövahinkoja muutaman kymmenen metrin etäisyydellä räjähdyspaikasta. Räjähdys voimasta vaarallisia heitteitä saat-  
taa lentää useiden satojen metrien etäisyydelle<sup>13</sup>. Räjähdys saattaa vaurioittaa myös  
väkevän typpihapon varastosäiliötä, mistä voi syntyä vaarallinen kaasupilvi. Huomioi-  
tavaa on, että ammoniumnitraatin räjähtävyys on huomattavasti pienempi kuin varsi-  
naisten räjähdysaineiden räjähtävyys.

Sotilasräjähdeiden valmistukseen liittyvät riskit sisältyvät edellä mainittuihin. Myös sotilasrä-  
jähdeiden varastoinnin suojaetäisyydet mahtuvat toiminnalle asetettujen suojaetäisyyksien  
sisälle.

### 3.3.5 Maankäytön kannalta keskeisimmät riskit

Maankäytön kannalta keskeisimmät riskit sekä tehdasalueilla käsiteltävät vaaralliset kemikaalit  
on esitelty toimijoittain taulukossa 1.

Taulukko 1. Maankäytön kannalta keskeisimmät riskit

Toimija	Kons. vyöhy.	Vaaralliset kemikaalit alueella (tonnia)	Maankäytön kannalta keskeiset riskit
Fermion Oy	1,5 km	Syttyvät aineet 500-1000 t Myrkylliset aineet 100-500 t Syövyttävät aineet 100-500 t Haitalliset aineet 500-1000 t Ärsyttävät aineet 100-500 t	Säiliöalueen (os. 3500 tai os. 3000) ja siitä seuraava mahdollinen toisen säiliöalueen (os. 3400) palo sekä palossa muodostuvat myrkylliset savukaasut
Oy Forcit Ab	2 km	Tuotannossa: Ammoniumnitraatti noin 800 t Typpihappo (89/99%) 300 m3 Räjähteitä noin 40 t  Varastoissa: Räjähdysaineita 1 125 t	Räjähdevarastojen räjähdysriskit  Ammoniumnitraattivaraston palo ja räjähdys sekä palosta seuraava myrkyllisten savukaasujen leviäminen  Typpihapposäiliön vaurioituminen ja typpihapon höyrystymisestä leviävät myrkylliset kaasut

<sup>13</sup> Kokemusten mukaan valtaosa sirpaleista jää 200 m etäisyydelle räjähdyspisteestä.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

## 4 Toimijoita ympäröivien alueiden yleiskuvaus ja keskeiset maankäytön muutokset

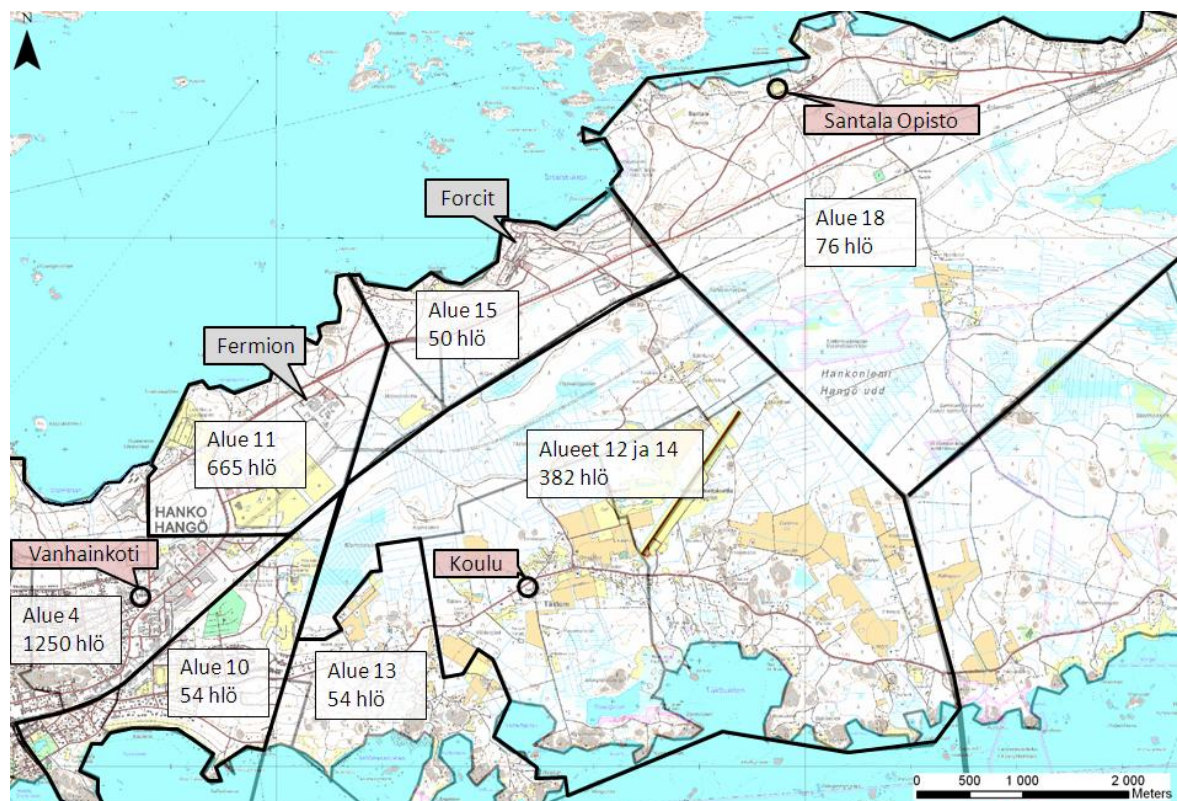
### 4.1 Toimijoita ympäröivien alueiden kuvaus

Forcitin tehdasalueesta noin 1,5 km koilliseen on Santalan asuinalue ja noin 0,5 km lounaaseen sijaitsee Björknäsin asuinalue Forcitin tontilla. Fermionia lähimmät omakotitalot sijaitsevat valtatie pohjoispuolella rannassa noin 500 m tehdasalueesta.

Haavoittuvista kohteista mainitsemisen arvoisia ovat valtatie pohjoispuolella sijaitsevat leirintäalue ja motelli sekä rekkaparkki Fermionin itäpuolella. Fermionista noin 2 km kaupunkiin päin on vanhusten palvelutalo. Molempia tehdasalueita ympäröi luonnollinen suojavyöhyke, joka halutaan jatkossakin säilyttää.

Hankoniemellä yleisimmät tuulensuunnat ovat kaikkina vuodenaikoina lounainen ja länsi.

Kuvassa 2 on esitetty toimijoiden lähiympäristöjen asukasmäärät.



Kuva 2. Tehdasalueiden lähiympäristön asukasmäärät

### 4.2 Maankäytön muutospaineet kaava-alueella

Valtatien pohjoispuolella oleva viheralue halutaan säilyttää. Suunnitelmia alueen kaavoittamiseksi ei ole. Alueella sijaitsee 9 omakotitaloa ja huvilaa. Osa huviloista haluttaisiin muuttaa ympärivuotiseen käyttöön.



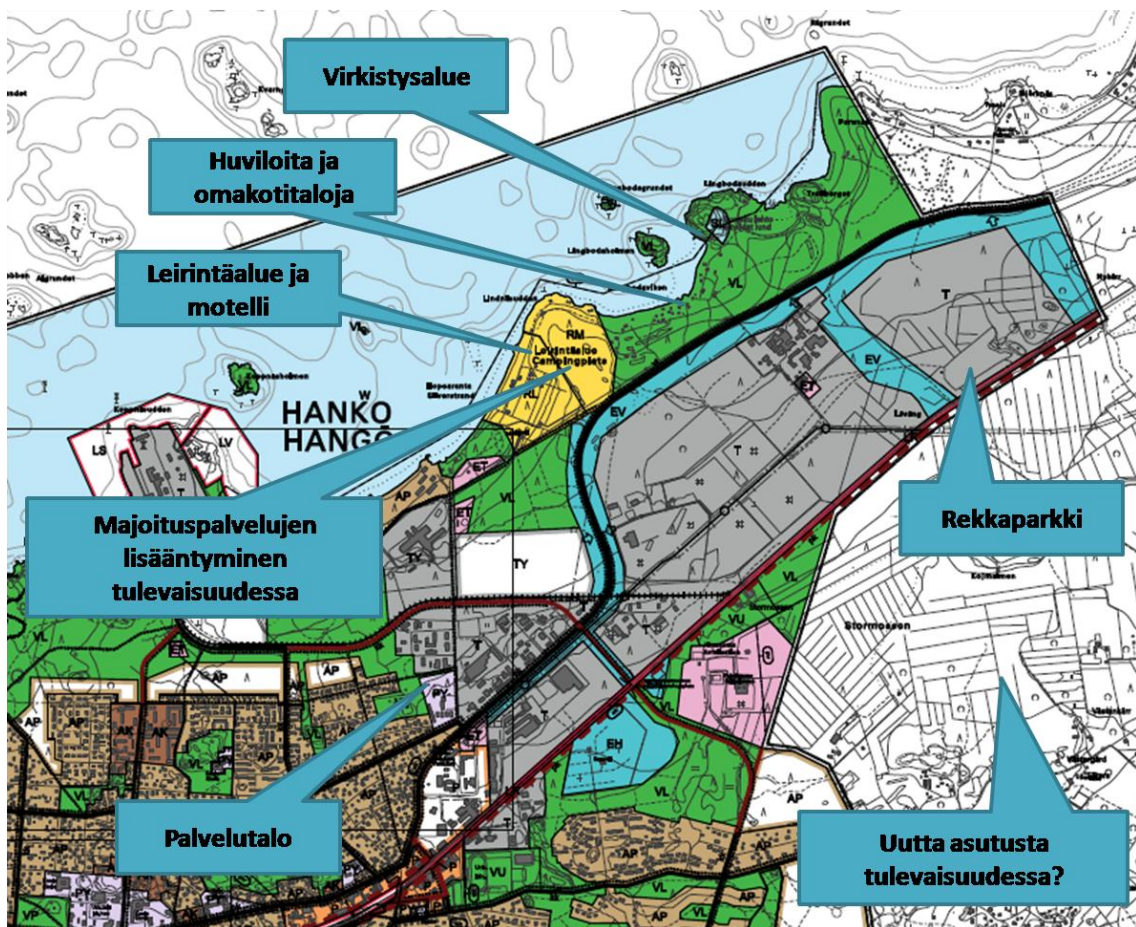
Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

Valtatien pohjoispuolella sijaitsee matkailupalvelujen alue. Alueella sijaitsee leirintäalue sekä motelli. Kaupungilla on kiinnostusta kehittää aluetta ja mahdollisesti lisätä loma-asutusta siellä (esim. mökkien vuokrausta tms.)

Kaupunki laajentuu tulevaisuudessa kaakkois-itäsuuntaan, esimerkiksi Fermionista 1,5-2 km kaakkoon on suunnitteilla uutta asutusta. Nämä suunnitelmat eivät kuulu tämän yleiskaava-työn piiriin, mutta ne on kuitenkin hyvä huomioida.

Hangon kaupungilla ei ole tarvetta kaavoittaa tehtaiden konsultointiväyhykkeillä.

Alla olevassa kuvassa (kuva 3) on ote Hangon kaupungin yleiskaavaluonnoksesta (2009). Maankäytön muutospainoiden alla olevat kohteet on merkitty kuvaan.



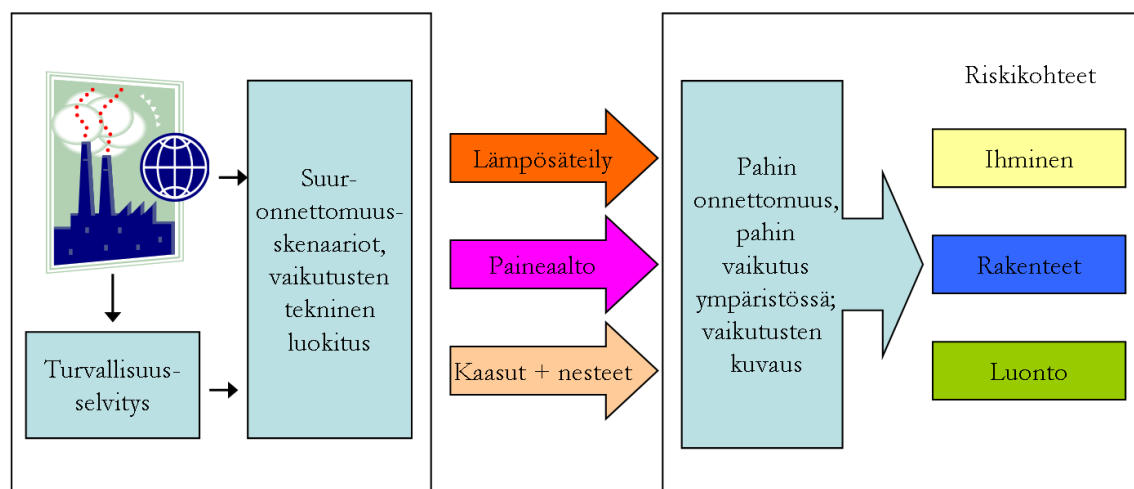
Kuva 3. Maankäytön muutospainoiden yleiskaava-alueella toimijoiden läheisyydessä

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

## 5 Tarkastellut suuronnettomuusskenaariot ja niiden vaikutusalueet

### 5.1 Menetelmä

Tässä selvityksessä suuronnettomuuksien vaikutukset on arvioitu ja kuvattu aiemmin kehitetyllä<sup>14</sup> menetelmällä, jossa suuronnettomuuksien vaikutukset ympäröiviin alueisiin on jaoteltu lämpösäteilyyn, räjähdysen paineaaltoon ja kaasutai nestepäästön pitoisuuteen ilmassa, maassa tai vedessä. Kullekin vaikutustyyppille on haettu laajassa viranomaisyhteistyössä kolme kynnysarvoa siten, että suurin arvo on ihmisille mahdollisesti tappava, rakenteet tuhoava tai luonnolle peruuttamatonta haittaa aiheuttava, keskimäinen arvo on ihmiselle mahdollisesti pysyvän haitan aiheuttava, rakennuksille vaurioita tai ympäristölle pitkäaikaista haittaa aiheuttava ja pienin arvo on korkeintaan ohimeneviä tai pieniä haittoja aiheuttava. Vastaavat vaikutusalueet on nimetty korkean, merkittävän ja kohonneen riskin alueiksi ja merkitty tulostarkentoihin punaisella, oranssilla ja keltaisella. Lopulliset tulokset esitetään yhdistämällä vaikutukset pahimman tapauksen mukaan. Menetelmä on kuvattu tarkemmin liitteessä 5. Yhteenvedo menettelystä on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Yhteenvedo menettelystä.

On erittäin tärkeä huomioida, että menetelmän pohjalta esitetyt tulokset edustavat teoreettista suuntaa-antavaa haitan mahdollisuutta suuronnettomuuden tapahtuessa eri paikoissa mahdollisella alueella. **Suuronnettomuuden todennäköisyys on siis hyvin pieni.** Suomalaisessa turvallisuustilanteessa esimerkiksi lottovoiton saaminen tai liikenneonnettomuudessa kuole-

<sup>14</sup> Raivio, Tuomas & Gilbert, Ylva & Lonka, Harriet (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella. Itä-Uudenmaan liiton julkaisu; sekä Gilbert, Ylva ja Raivio, Tuomas (2007) YRTTI – Yhteiset riskiarviointiperusteet turvallisuusselvityksille.



Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

minen voidaan karkeasti arvioida todennäköisemmäksi tapahtumaksi kuin suuronnettomuuteen joutuminen. Seveso II -direktiivi ja KHO:n tulkinta lähtevät kuitenkin siitä, että määräävää on pelkkä suuronnettomuuden mahdollisuus.

Räjähdeaineiden suojaetäisyyksien määrittämisessä on käytetty lainsäädännössä (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös räjähdystarvikkeista 25.2.1980/130, Liite 3) määriteltyjä suojaetäisyyksiä räjähdystarvikkeen vaarallisuusluokalle 1.1. Ammoniumnitraatin suojaetäisyydet on määritelty Kauppa- ja teollisuusministeriön ammoniumnitraatista antaman päätöksen (10.2.1984/172) mukaisesti.

Suuronnettomuuksien vaikutusten arvioinnin antamat tulokset ovat suosituksia. Lainsäädännössä määritellyt suojaetäisyydet räjähdysaineille ja ammoniumnitraatille ovat sitovia määräyksiä.

## 5.2 Skenaarioiden valinta

Seuraavassa on esitelty Oy Forcit Ab:n ja Fermion Oy:n osalta ne suuronnettomuusskenaariot, jotka on selvityksen yhteydessä todettu maankäytön suunnittelun kannalta merkittävimmiksi. Lisäksi tarkastellaan sellaisia skenaarioita, joilla on paikallisempia vaikutuksia ympäröiviin alueisiin. Onnettomuuden mahdollisuudet on johdettu toimivaltaisen viranomaisen (Tukes) hyväksymistä turvallisuusselvityksistä ja toimintaperiaateasiakirjoista, joissa onnettomuusskenaariot on esitetty toimijoiden teettämien riskinarviointien pohjalta. Suuronnettomuuksien todennäköisyydet ovat pieniä, mutta onnettomuuden mahdollisuutta ei voida sulkea pois. Hallinnollisessa mielessä sen, mikä viime kädessä on mahdollista ja mikä ei, määrittelee toimivaltainen viranomainen.

### 5.2.1 Valitut suuronnettomuusskenaariot

#### Räjähdevaraston räjähdys

Forcitin osalta laajavaikutteinen skenaario on räjähdevaraston räjähdys. Alueella on yli 30 varastoa, joihin räjähdystarvikkeita voidaan varastoida. Suurin varasto on kooltaan 70 tonnia ja loput 50 tonnia. Ulkoinen lähde kuten tulipalo voi aiheuttaa detonaation. Salamoiden varalta on varastorakennukset on varustettu ukkosenjohdattimilla. Suurilla räjähdemäärillä painevaiikutukset erityisesti varastojen läheisyydessä ovat mittavat ja vielä kilometrien päässä ikkunoita saattaa särkyä. Varastot on sijoitettu merenrantaan suojavallien taakse sellaisilla suojaetäisyyksillä, että välittymistä varastojen välillä ei voi tapahtua.

#### Ammoniumnitraattivaraston räjähdys

Toinen mahdollinen räjähdyskenaario on alueella sijaitsevien ammoniumnitraattivarastojen räjähdys. Ammoniumnitraatti varastoidaan maksimissaan 100 tonnin pinoihin ja pinot sijoitetaan vähintään 2 metrin päähän toisistaan 75 cm irti seinistä. Mahdollisen räjähdyskennan sattuessa yhden pinon detonaatio ei välity muihin pinoihin. Tapahtuneiden onnettomuuksien perusteella ammoniumnitraatti ei räjähdä tulipalotilanteessa välittömästi, vaan 20-30 minuuttia syttymisestä, jolloin aikaa tilanteeseen reagoimiseen on hyvin.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

### **Ammoniumnitraatin palo**

Vaikutusetäisyyksien osalta vaarallisimpia on ammoniumnitraatin palo varastossa 118 ja nitraattiasemalla. Palaessaan se vapauttaa ilmaan myrkyllisiä typen oksideja, jotka voivat ajautua tuulen mukana kohti asutusta. Ammoniumnitraatti itsessään palaa huonosti, mutta herkistyy mikäli joukkoon pääsee epäpuhtauksia, kuten orgaanisia aineita. Ainoa palava materiaali varastoissa on pakkausmateriaali, joten tulipalon todennäköisyys on pieni. Mahdollisen tulipalon sattuessa vallitsevalla säätilalla ja aineen palonopeudella on suuri vaikutus leviämiseen.<sup>15</sup>

### **Typpihapposäiliön vaurioituminen**

Räjähdysaineiden lisäksi mahdollinen suuronnettomuus on alueella sijaitsevien typpihapposäiliöiden vaurioituminen ja siitä seuraava väkevän typpihapon leviäminen myrkyllisenä pilvenä. Alueella varastoidaan väkevää typpihappoa 100 m<sup>3</sup> säiliöissä ja aineen kuljetus suoritetaan rautateitse. Mahdollisessa vuotoskenaariossa 100 m<sup>3</sup> typpihappoa pääsee leviämään valuma-altaaseen säiliöalueella tai junasäiliöistä aiheutuu vuoto purkupaikalla. Typpihappo ei ole syttyvää, mutta vuototilanteessa höyrystyvät typen oksidit ovat myrkyllisiä. Riippuen vuodon suuruudesta ja vallitsevasta säätilanteesta muodostuva pilvi voi saavuttaa ärsyttäviä pitoisuuksia jopa kilometrien päässä päästökohdasta.

### **Säiliöalueen allaspalo**

Fermionin osalta vaarallisimpia skenaarioita ovat säiliöalueella sijaitsevien säiliöiden valuma-aldien palot. Säilöttävistä aineista suurin osa on määritelty palaviksi nesteiksi, jolloin vuototilanteessa allaspalo on mahdollinen. On todennäköistä, että yhdenkin säiliön vuodon aiheuttama allaspalo murtaa saman altaan muita säiliöitä, mikäli sammutustoimenpiteet jäävät riittämättömiksi. Tällöin muodostuu kombinaatio erilaisia herkästi palavia nesteitä samaan altaaseen. Lämpövaikutukset ovat paikallisia eivätkä aiheuta vaaraa ulkopuolisille. Selvityksen perusteella on tarkasteltu osastoilla 3000 ja 3500 metanolin ja osastolla 3400 epikloorihydriinin lämpövaikutuksia, mutta säiliöissä on myös kuumemman liekin muodostavia aineita. Tulipalo saattaa myös levitä altaasta toiseen alaiden lyhyen välimatkan vuoksi.

Palossa voi kuitenkin syntyä erittäin vaarallisia myrkyllisiä savukaasuja (mm. taistelukaasu fosgeenia), jotka voivat levitä tehdasalueen ulkopuolelle. Kuumuutensa vuoksi savukaasut nousevat ylöspäin, jolloin ne voivat säätilanteesta riippuen kulkea pitkiäkin matkoja ja aiheuttaa ärsytysoireita.<sup>16</sup>

## **5.3 Skenaarioiden vaikutukset**

Seuraavassa on esitetty Gaia Zoner -menettelytavan mukaiset vaikutusetäisyydet keskeisille skenaarioille. Tarkastelu on teoreettinen ja tehty maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Skenaarioiden kvantitatiivinen tausta on selostettu liitteessä 4. Vaarallisten aineiden kuvaus on annettu liitteessä 3.

<sup>15</sup> Palokaasujen leviämistä ei ole mallinnettu toimijan turvallisuusselvityksessä.

<sup>16</sup> Myrkyllisten savukaasujen leviämistä ei ole mallinnettu toimijan turvallisuusselvityksessä.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

Sääolot ja maastonmuodot vaikuttavat skenaarioissa kuvattujen kaasupilvien leviämiseen ja hajaantumiseen. Mallinuksissa sääolot käsittävät ilmanlämpötilan, ilmankosteuden, tuulen nopeuden sekä nk. ilmakehän stabiilisuusluokan. Suojaetäisyydet räjähdyksille on arvioitu ilman maaston esteitä. Maastolla (mm. metsä) on vaikutuksia heikentävä vaikutus.

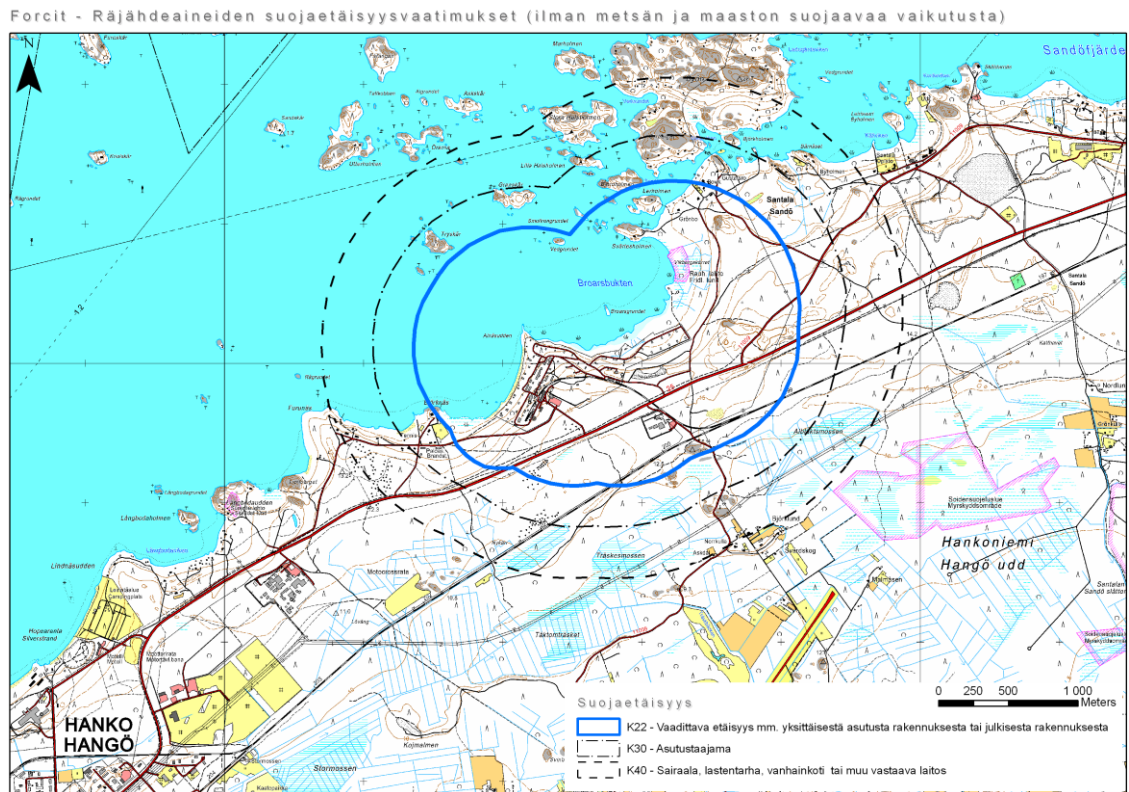
### 5.3.1 Räjähdevaraston räjähdys

Kuvassa 5 on havainnollistettu räjähdystarvikkeiden varastoiden osalta tarvittavat suojaetäisyydet. Selvityksen kannalta olennaisimmat suojaetäisyydet ovat K22 (yksittäinen asuttu rakennus, tehdas, kokoontumispaikka tai -huoneisto, jossa ihmisiä tavallisesti oleskelee, julkinen rakennus tai yli 1000 m<sup>3</sup> palavan nesteen varasto), K30 (asutustaajama) ja K40 (sairaala, vanhainkoti, lastentarha, vankeinhoitolaitos tai muu vastaava laitos). Suojaetäisyydet on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Pysyvän räjähdystarvikevarastosuojan suojaetäisyyksiä

K-arvo	Kuvaus	Varasto 50 t	Varasto 70 t
K 5	0.4 bar painevaikutus - henkilö- ja materiaalivahingot todennäköisiä	184 m	206 m
K 10	Yksittäinen tilapäiseen asumiseen käytettävä rakennus, vähän liikennöity liikenneväylä kuten rautatie tai maantie	368 m	412 m
K 15	Yleinen liikenneväylä, yleinen satama-alue, lentokentän kiitorata tai yli 100 m <sup>3</sup> palavan nesteen varasto	553 m	618 m
K22	Yksittäinen asuttu rakennus, tehdas, kokoontumispaikka tai -huoneisto, jossa ihmisiä tavallisesti oleskelee, julkinen rakennus tai yli 1000 m <sup>3</sup> palavan nesteen varasto	810 m	907 m
K 30	Asutustaajama	1105 m	1236 m
K 40	Sairaala, vanhainkoti, lastentarha, vankeinhoitolaitos tai muu vastaava laitos	1474 m	1696 m

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

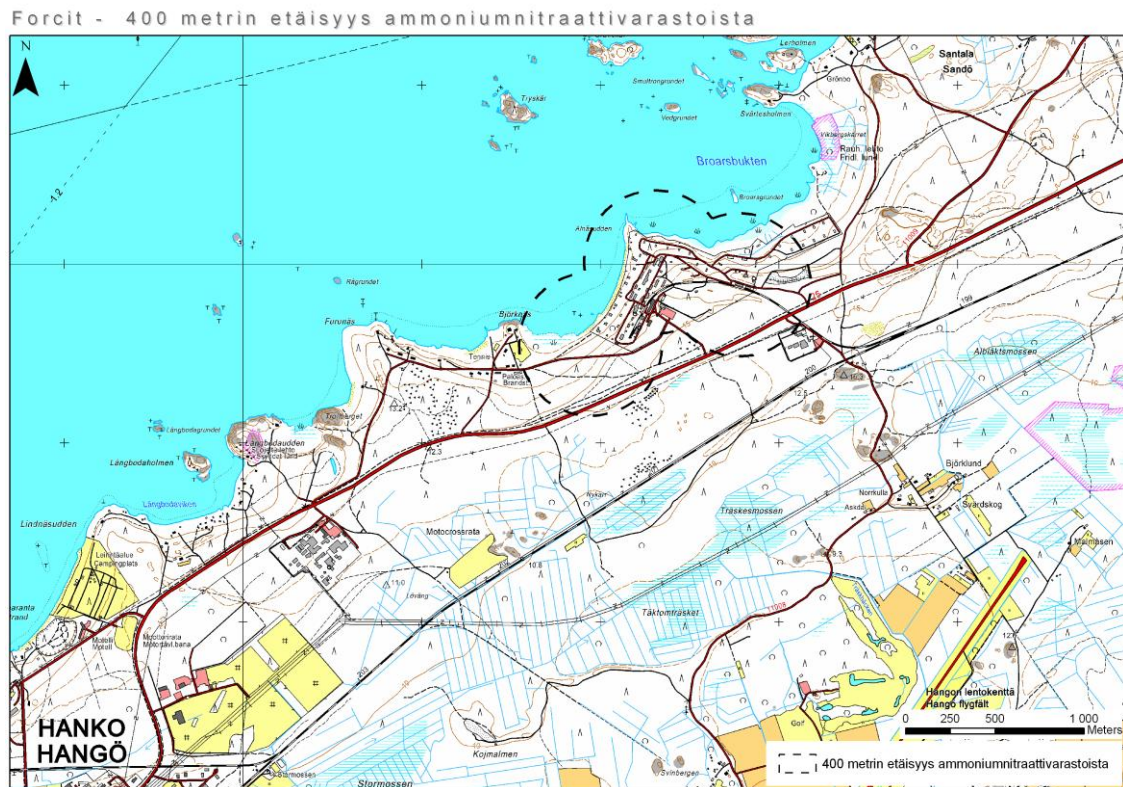


Kuva 5. Räjähdeaineiden suojaetäisyysvaatimukset (ilman metsän ja maaston suojaavaa vaikutusta)

### 5.3.2 Ammoniumnitraattivaraston räjähdys

Räjähdyksen suojaetäisyydet KTM:n päätöksen 172/1984 nojalla on esitetty kuvassa 6. Tämän selvityksen kannalta olennaisin on etäisyys asutustaajamasta, joka on mitattava rakennetun tai kaavaan merkityn tonttialueen rajasta (4 §). 17 §:n mukaan ammoniumnitraattivarastosuojan suojaetäisyyden rakennuksista ja ulkokokoontumisalueista, joissa muutoin kuin tilapäisesti oleskelee tai työskentelee henkilöitä, sekä yli 1 000 m<sup>3</sup> palavan nesteen varastosta ja yli 75 m<sup>3</sup> palavan kaasun varastosta tulee olla vähintään 400 m kun varastoitavan ammoniumnitraatin määrä on yli 100 000 kg (nitraattiasema ja varasto 118).

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.



Kuva 6. Ammoniumnitraattivaraston suojaetäisyys (ilman metsän ja maaston suojaavaa vaikutusta)

### 5.3.3 Ammoniumnitraatin palosta leviävät savukaasut

Ammoniumnitraatin tulipalossa muodostuvien savukaasujen määrää ja myrkyllisten typen oksidien pitoisuutta voidaan arvioida suhteessa ammoniumnitraattia sisältäviin lannoitepaloihin. Tällöin suuronnettomuuksien vaikutuksia arvioivan menetelmän mukaiset savukaasujen vaikutusalueet typen oksideille tuulen alapuolella olisivat korkean riskin alueella (ERPG-3, 30 ppm) n. 700 m, merkittävän riskin alueella (ERPG-2, 15 ppm) n. 1100 m ja kohonneen riskin alueella (1.5 x ERPG-2 et.) n. 2200 m. Tämä on suuntaa-antava karkea arvio eikä sitä voida suoraan hyödyntää maankäytön suunnittelun näkökulmasta.

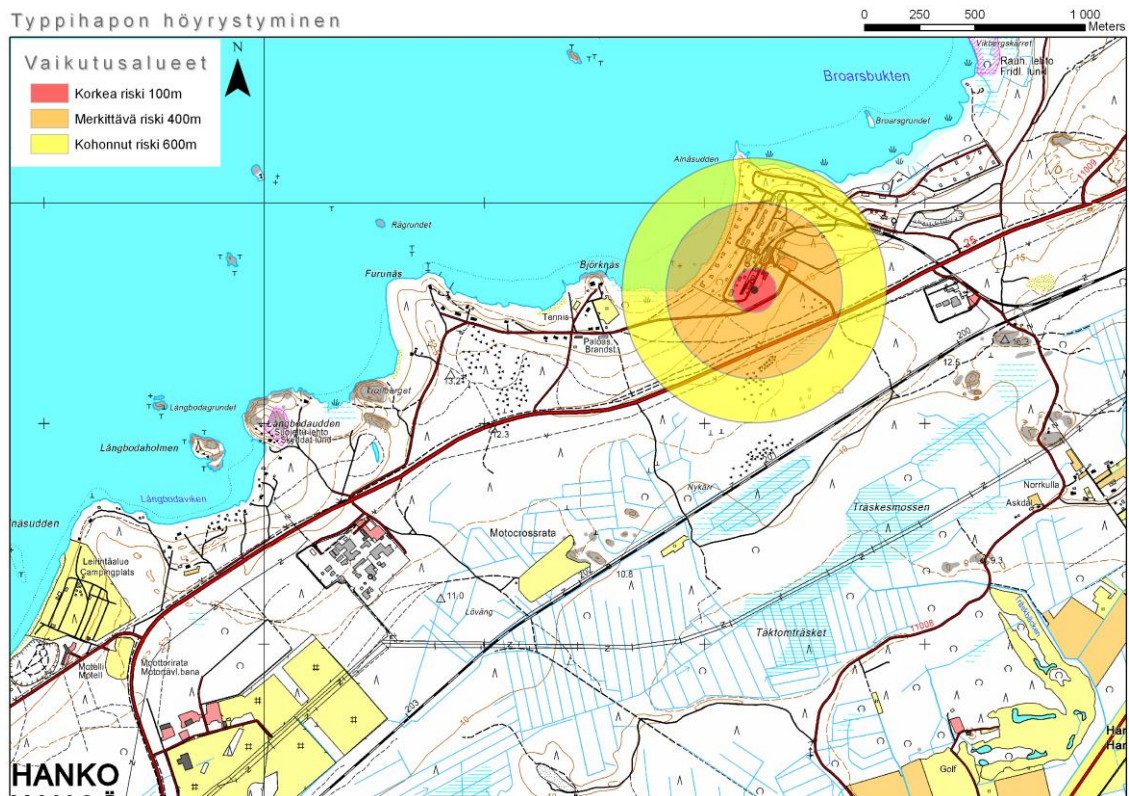
### 5.3.4 Typpihapposäiliön vaurioituminen ja höyrystyvän kaasun leviäminen

Typpihappovuodon ( $100 \text{ m}^3$ ) valuma-altaasta muodostaman kaasupilven leviäminen tuulen alapuolella on havainnollistettu kuvassa 7. Gaia Zoner -menetelmän mukaiset luokitusetäisyydet ovat:

Korkea riski (ERPG-3, 78 ppm):	n. 100 m
Merkittävä riski (ERPG-2, 6 ppm):	n. 400 m
Kohonnut riski (1.5 x ERPG-2 et.):	n. 600 m



Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.



Kuva 7. Typpihapon höyrystymisskenaario

### 5.3.5 Säiliöalueen allaspalo

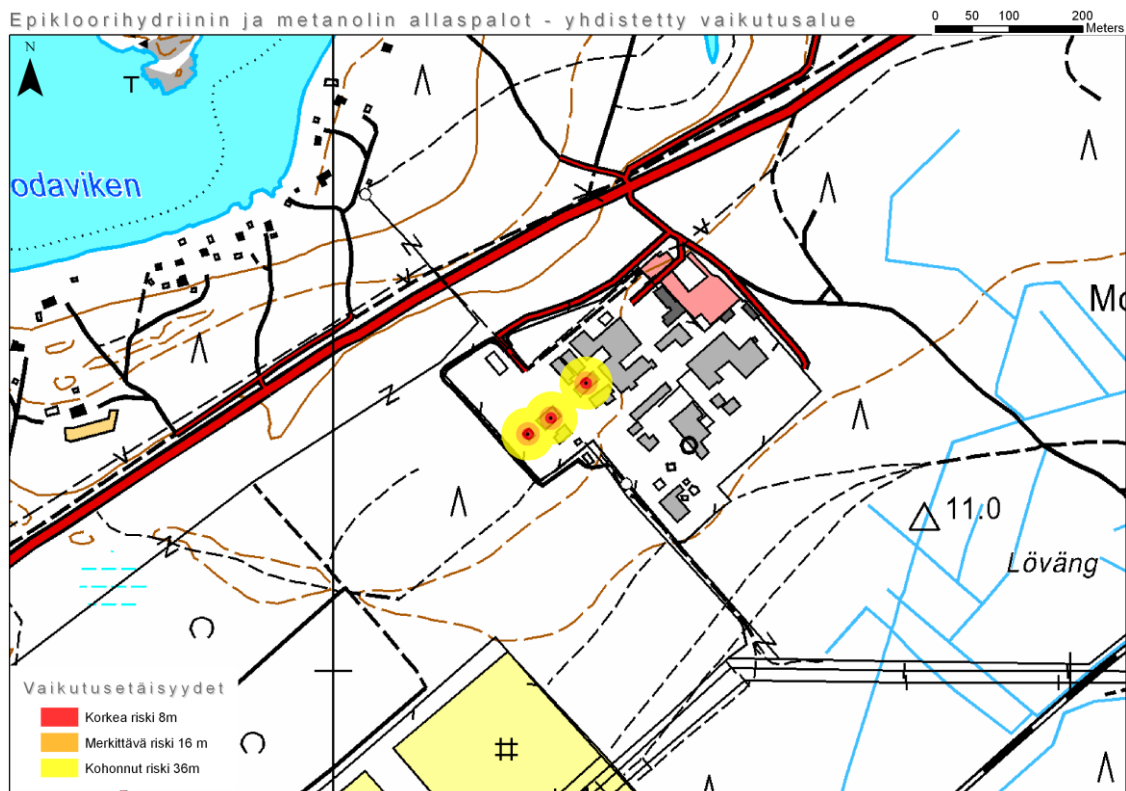
Fermionin tehdasalueen osastojen 3000, 3400 ja 3500 yhteispalon lämpövaikutukset on esitetty kuvassa 8. Yhdestä altaasta muodostuva lämpösäteily saavuttaa seuraavat raja-arvot metanolin tai epikloorihydriinin palaessa<sup>17</sup>:

Korkea riski (ERPG-3, 10 kW/m <sup>2</sup> ):	8 m
Merkittävä riski (ERPG-2, 6 kW/m <sup>2</sup> ):	16 m
Kohonnut riski (1.5 x ERPG-2 et., 2 kW/m <sup>2</sup> ):	36 m

Säiliöalueen allaspalon lämpösäteilyä haitallisemmat vaikutukset ovat palossa syntyvillä myrkyllisillä savukaasuilla, jotka pahimmillaan saattavat aiheuttaa ärsytysoireita muutamankin kilometrin etäisyydellä. Savukaasujen tarkkoja pitoisuuksia saati vaikutusten ulottuvuutta ei kuitenkaan ole mahdollista arvioida käytettävissä olevien tietojen perusteella.

<sup>17</sup> Säiliöissä on myös kuumemman liekin muodostavia aineita, mutta niiden lämpösäteilyvaikutuksia ei ole mallinnettu toimijan turvallisuusselvityksessä.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.



Kuva 8. Säiliöalueen allaspalosskenaario

## 5.4 Pelastustoimen mahdollisuudet toimia onnettomuudessa

Vasteajat hälytyksenannon jälkeen Hangon paloasemalta ovat Fermionille 8 min ja Forcitille 10 min. Mikäli Lappohjan VPK:sta vasteaikoihin tulee noin 2-3 min lisää. Vahvistettu joukkue lähtö saadaan paikalle noin puoli tuntia hälytyksestä (johtoyksikkö, 2 vakinaista pelastusyksikköä, 1 säiliöyksikkö ja 2 sopimuspalokuntaa (VPK)). Suuronnettomuuksissa tarvittavaan komppanialähtöön menee aikaa lähes tunti. Tällöin keskitytään seurausten rajoittamiseen. Mahdollisuudet rajoittaa tulipalojen ja räjähdysten vaikutuksia liittyvät lähinnä siihen, miten vielä palamattoman aineen syttyminen saadaan estettyä.

Selvityksen kohteena olevilla toimijoilla ei ole virallisia tehdaspalokuntia. Forcitilla on yksi paloauto. Hangon, Tammissaaren ja Karjaan vakinaisissa yksiköissä on kemikaalisukellusvalmiudet. Valmius riittää noin 20 min kestäviin ensitoimenpiteisiin. Pitempiaikaiseen toimintaan tuodaan kemikaalikontti Lohjalta. Allaspalon varalta riittävän sammutusvaahdomäärän keräämiseen menee noin 40 min. Sammutusvaahtoa on vain pelastuslaitoksella, Fermionilla ei ole sitä omasta takaa. Kemikaalitorjuntavalmiutta on parannettu Uudellamaalla hankkimalla yhteinen kemikaaliyksikkö. Sijoituspaikka on Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen lentoaseman paloasema, josta ajo-aika Hankoon on 1,5 h.

Väestön evakuointi on hankalaa. Onnettomuustilanteessa pelastustoiminta keskittyisi väestön varoittamiseen ja toimintaohjeiden antamiseen. Kaasupilveen jääneiden ihmisten pelastuksen mahdollisuudet perustuvat lähinnä sisäsuojautumiseen. Vakavan räjähdysvaaran uhatessa väestö tarvittaessa evakuoidaan. Liikenne voidaan tarvittaessa ohjata Tvärminneen Lappohjan kautta.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

Väestöhälytinten kuuluvuusalueiden katveeseen jäävät rekkaparkki ja leirintäalue. Näillä alueilla ei myöskään ole sisäsuojautumismahdollisuutta. Alueiden turvallisuuteen suuronnettomuuden varalta tuleekin kiinnittää huomiota.

## 6 Todennäköisyyksistä

### 6.1 Todennäköisyyksien tarkastelu

Todennäköisyyksiä on tarkasteltu teoksen *Guideline for quantitative risk assesment, "Purple Book"*, avulla. Purple Book on Hollannin turvallisuusviranomaisen käyttämä teos vaarallisten aineiden riskianalyyksien muodostamiseen. Hollannissa toiminnanharjoittajat on veloitettu arvioimaan toiminnastaan aiheutuvien onnettomuusskenaarioiden todennäköisyydet. Mikäli parempaa tietoa ei ole käytettävissä, on käytettävä Purple Bookissa esitettyjä todennäköisyyksiä. Teoksessa esitetyt todennäköisyydet perustuvat kokemukseen, erilaisiin tutkimuksiin sekä asiantuntijalausuntoihin.

Tapahtumien todennäköisyys on selvityksen kohteena olevien laitosten osalta ilmoitettu yhtä vuotta kohden. Mikäli alueella useita samanlaisia säiliöitä tai varastoja on riskiskenaarion kokonaistodennäköisyys yksittäisten todennäköisyyksien summa.

### 6.2 Suuronnettomuuksien todennäköisyys tarkastelluissa laitoksissa

#### 6.2.1 Fermionin todennäköisyyksistä

Mahdollisen allaspalon osalta todennäköisyyksiä on arvioitu säiliöosastoittain suhteessa palavien nesteiden säiliöiden määrään. Osastolla 3000 on 20 säiliötä palavaa nestettä, tällöin allaspalon todennäköisyys on  $1 \times 10^{-4}$  (kerran 10 000 vuodessa). Osastolla 3400 on 3 säiliötä palavaa nestettä ja allaspalon todennäköisyys  $2 \times 10^{-5}$  (kerran 50 000 vuodessa). Osastolla 3500 on 15 säiliötä palavaa nestettä ja allaspalon todennäköisyys  $1 \times 10^{-4}$  (kerran 10 000 vuodessa).

Allaspalon leviämisen arvioiminen todennäköisyyspohjalta ei ole mahdollista.

#### 6.2.2 Forcitin todennäköisyyksistä

Forcitin osalta arvioidut suuronnettomuuksien todennäköisyydet liittyvät typpihapon vuotokenaarioon, räjähdetaraston räjähdykseen sekä ammoniumnitraattivaraston tulipaloon.

Typpihapposäiliön vuodon todennäköisyys, kun alueella on 3 typpihapposäiliötä, on  $3 \times 10^{-4}$  (kerran 3 000 vuodessa). Todennäköisyys sille, että typpihappovuoto tapahtuisi säiliövaunusta (n. 50 m<sup>3</sup>), on yhdelle käsitellylle vaunulle vuodessa  $5 \times 10^{-5}$  (kerran 20 000 vuodessa). Lopullinen todennäköisyys saadaan suhteutettuna vaunujen ja kuljetusten määrään. Jos vaunuja on esimerkiksi 100 vuodessa, jonkunlaisen vuodon todennäköisyys on kerran 200 vuodessa.

Räjähdetaraston räjähdysten todennäköisyys, kun alueella sijaitsee 30 varastoa, on  $3 \times 10^{-4}$  (kerran 3 000 vuodessa).



Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

Ammoniumnitraattivaraston tulipalon todennäköisyys, kun alueella sijaitsee kolme varastoa, on  $5 \times 10^{-4}$  (kerran 2 000 vuodessa). Varaston (jonkin kolmesta) räjähdysten todennäköisyys on  $3 \times 10^{-5}$  (kerran 30 000 vuodessa).

Todennäköisyyden arviointi typpihapposäiliön vuodelle nitraattiaseman räjähdyksestä olisi arvioitava seurausanalyysin pohjalta.

### 6.2.3 Onnettomuudessa kuoleminen todennäköisyys

Taulukossa 3 on listattu kuolinsyitä Suomessa sekä väkiluvun yli keskiarvotettu todennäköisyys (P) kuolla näihin.

Taulukko 3. Kuolinsyitä Suomessa 2007 (Tilastokeskus) ja väkiluvun yli keskiarvotettu todennäköisyys kuolla näihin

Koko väkiluku v.2007	5300000	P
02 Immuunikato	11	$2,1 \times 10^{-6}$
31 Influenssa	17	$3,2 \times 10^{-6}$
42 Maaliikennetapaturmat	358	$6,8 \times 10^{-5}$
44 Vesikuljetustapaturmat	54	$1,0 \times 10^{-5}$
46 Tapaturmaiset kaatumiset ja putoamiset	1 112	$2,1 \times 10^{-4}$
47 Hukkumistapaturmat	143	$2,7 \times 10^{-5}$
50 Itsemurhat	995	$1,9 \times 10^{-4}$
51 Murha, tappo tai muu tahallinen pahoinpitely	116	$2,2 \times 10^{-5}$

Jos oletetaan, että ulkopuolisia kuolee joka sadannessa onnettomuudessa, todennäköisyys sille, että ulkopuolisia kuolee jossakin Forcitin toiminnasta aiheutuneessa onnettomuudessa, on n.  $1 \times 10^{-5}$  (kerran 100 000 vuodessa). Tämä on suuruusluokaltaan sama kuin liikenneonnettomuudessa kuoleminen ja pienempi kuin todennäköisyys kuolla kotitapaturmassa. Todennäköisyys sille, että ulkopuolisia kuolee jossakin Fermionin toiminnasta aiheutuneessa onnettomuudessa, on n.  $2 \times 10^{-6}$  (kerran 500 000 vuodessa). Tämä on suuruusluokaltaan sama kuin influenssaan kuoleminen ja pienempi kuin todennäköisyys kuolla liikenneonnettomuudessa.

Riskin subjektiivinen kokeminen riippuu riskin luonteesta. Riskin kokemusta suurentavat mm.:

- Riskin vapaaehtoisuus – pakotettu riski koetaan suuremmaksi kuin itse otettu
- Vaihtoehtojen olemassaolo – jos vaihtoehtoja ei ole, riski koetaan suuremmaksi

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

- Kauhistuttavuus – ihmisen omiin pelkoihin liittyvät riskit koetaan todellista suuremmiksi
- Katastrofaalisuus – seurauksiltaan katastrofaaliset riskit koetaan suuremmiksi
- Tieto riskistä – tuntematon pelottaa ja riski koetaan suuremmaksi
- Riskin jakautuminen – laajalle leviävät vaikutukset ja herkkiin ihmisiin kohdistuvat riskit koetaan suurempina
- Väärinkäytön mahdollisuus – mikäli riskinaiheuttaja on väärin käytettynä erityisen riskialtis, myös normaalikäytön riskit koetaan suurempina
- Se, kuka riskistä hyötyy – riskit, joista saatavat hyödyt menevät jollekulle muulle, koetaan suurempina kuin itseä hyödyttävät riskit

Muun muassa näistä syistä teollisuuden suuronnettomuudet koetaan usein suurempina riskeinä kuin omaan elämään liittyvät riskit. Voidaan varovasti arvioida, että näiden laskelmien pohjalta yleisön kokema suuronnettomuuden riskitaso olisi suurin piirtein yhtä suuri kuin muiden elämään vaikuttavien riskien taso.

Hallinnollisessa mielessä on kuitenkin muistettava, että kahdessa aihepiiriin liittyvässä KHO:n päätöksessä todennäköisyyksillä ei ole ollut mitään painoarvoa, vaan pelkkä onnettomuuden mahdollisuus on riittänyt.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

## 7 Tehdasalueiden lähiympäristön haavoittuvuuden tarkastelu

Tehdasalueiden läheisyydessä ei ole suurta määrää asutusta. Tehdasaluetta ympäröiviä alueita ja niiden haavoittuvuutta on tarkasteltu taulukossa 4. Taulukossa on myös arvioitu alueita, jonne joko paineaallon tai savukaasujen vaikutukset saattavat ulottua. Nykytilanteen kannalta haastavia alueita ovat Forcitin tontilla sijaitseva asuinalue sekä leirintäalue ja Fermionin itäpuolella sijaitseva rekkaparkki. Forcitin toiminnasta mahdollisesti aiheutuvien suuronnettomuuksien vaikutusten (paineaalto) kannalta haavoittuvin on Forcitin omistama asuinalue tehdasalueen lounaispuolella. Asukkaita alueella on noin 50. Leirintäalueella ja rekkaparkissa alueilla oleskelee ja yöpyy suurehko joukko ihmisiä vailla sisäsuojautumismahdollisuutta.

Myrkyllisten savukaasujen osalta jossain määrin haavoittuvia alueita ovat alueet noin 2,5 km tehdasalueista. Sisäsuojautuminen on tärkein keino suojautua myrkyllisiltä savukaasuilta.

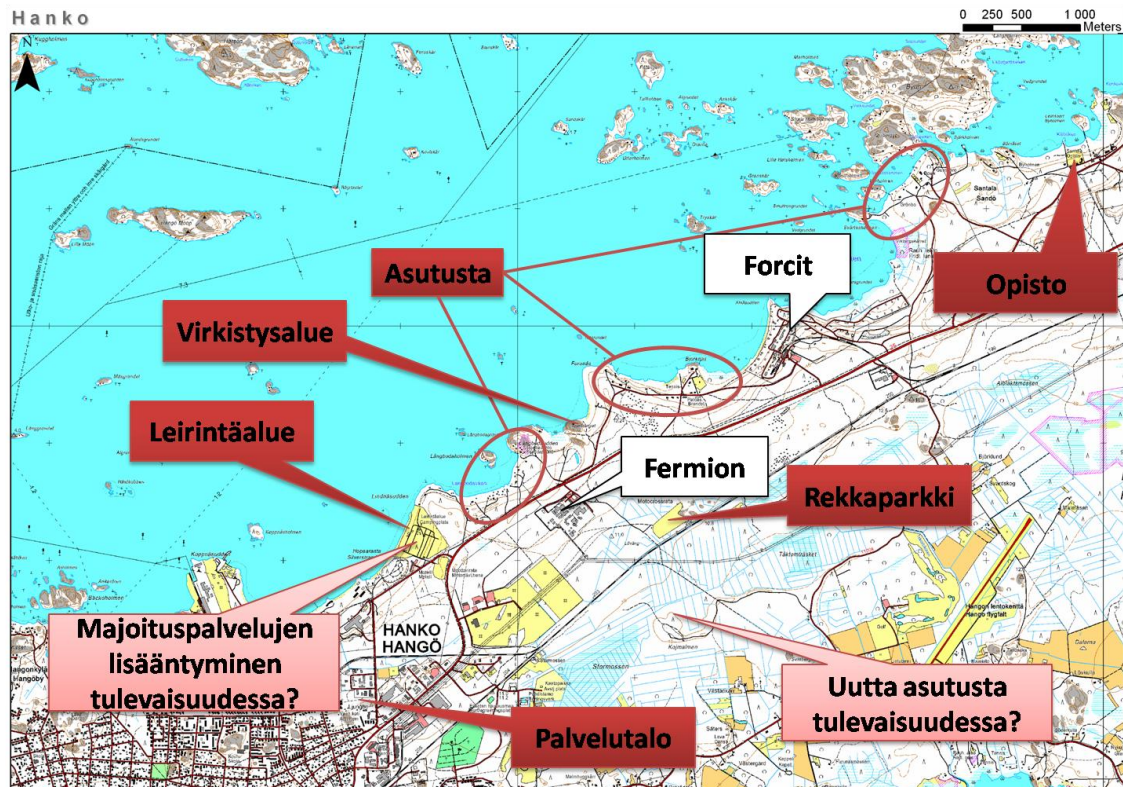
Taulukko 4. Toimijoiden lähiympäristön asuinalueiden kuvaus

Asuinalue	As. määrä (2010)	Alueen kuvaus	Paineaallon vaikutukset	Savukaasujen vaikutukset
Forcitin tehdasalueelta noin 1,5 km säteelle ulottuva alue (alue 15)	50	Asuinalue Forcitin tehdasalueen lounaispuolella, rekkaparkki Fermionin itäpuolella	Forcitin asuinalueella mahdollisia	Tuulen suunnasta riippuen todennäköisiä
Fermionin tehdasaluetta ympäröivä alue (alue 11)	665	Suurin osa asutuksesta noin 1 km ja kauempana tehdasalueesta, leirintäalue, virkistysalue	Ei	Tuulen suunnasta riippuen todennäköisiä
Keskusta-alueen idänpuoleisin kaupunginosa, rajautuu niemen pohjoisrantaan (alue 4)	1250	Palvelutalo noin 2 km päässä Fermionin tehdasalueesta, kauempana kouluja ja sairaala	Ei	Tuulen suunnasta riippuen mahdollisia
Keskusta-alueen idänpuoleisin kaupunginosa, rajautuu niemen etelärantaan (alue 10)	54		Ei	Tuulen suunnasta riippuen mahdollisia
Etelärannikkoa, Brorödjan, Långören (alue 13)	54		Ei	Tuulen suunnasta riippuen mahdollisia

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

Täktomin ympäristö etelärannikolta rautatielle (alueet 12 ja 14)	382	Koulu noin 2 km päässä Fermionin ja noin 3 km päässä Forcitin tehdas-alueesta	Ei	Tuulen suunnasta riippuen mahdollisia
Forcitin tehdasalueelta itään ulottuva laaja-alue (mm. Santalan asuinalue) (alue 18)	76	Opisto Santalassa noin 3 km päässä Forcitin tehdasalueelta	Mahdollisia alueen länsiosissa	Tuulen suunnasta riippuen mahdollisia alueen länsiosissa

Leirintäalueen ja sen ympäristön kehittäminen tuo tulevaisuudessa alueelle lisää majoituspalveluita. Lisäksi Fermionin tehdasalueesta kaakkoon, Täktomin luoteispuolelle tullaan mahdollisesti sijoittamaan uutta asutusta. Nämä ja muut haavoittuvat kohteet on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Tehdasalueita ympäröivien alueiden haavoittuvat kohteet

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

## 8 Maankäytön suositukset

Ohjauskeinona kaavoitus katsoo pääsääntöisesti tulevaisuuteen. Vaikka negatiivisen rakennusoikeuden määrittäminen on periaatteessa mahdollista, johtaa se monimutkaisiin kysymyksiin mm. korvausvaatimuksista.

Kauppa- ja teollisuusministeriön räjähdystarvikkeita ja ammoniumnitraattia koskevat päätökset määrittelevät suojaetäisyydet rakennuksista, taajamista ja muista kohteista. Maankäytön suositukset näiltä osin ovat:

K22-ajan sisäpuolelle ei sallita: yksittäisiä asuttuja rakennuksia, tehdasta, kokoontumispaikkoja tai -huoneistoja, jossa ihmisiä tavallisesti oleskelee, julkisia rakennuksia tai yli 1000 m<sup>3</sup> palavan nesteiden varastoa, asutustaajamaa, sairaalaa, vanhainkotiä, lastentarhaa, vankeinhoitolaitosta tai muuta vastaavaa laitosta.

K22- ja K30-rajojen väliin ja K30-ajan sisäpuolelle ei sallita: asutustaajamaa, sairaalaa, vanhainkotiä, lastentarhaa, vankeinhoitolaitosta tai muuta vastaavaa laitosta. Alueelle sallitaan: yksittäinen asuttu rakennus, tehdas, kokoontumispaikka tai -huoneisto, jossa ihmisiä tavallisesti oleskelee, julkinen rakennus tai yli 1000 m<sup>3</sup> palavan nesteiden varasto.

K30- ja K40-rajojen väliin ja K40-ajan sisäpuolelle ei sallita: sairaalaa, vanhainkotiä, lastentarhaa, vankeinhoitolaitosta tai muuta vastaavaa laitosta. Alueelle sallitaan: yksittäinen asuttu rakennus, tehdas, kokoontumispaikka tai -huoneisto, jossa ihmisiä tavallisesti oleskelee, julkinen rakennus tai yli 1000 m<sup>3</sup> palavan nesteen varasto, asutustaajama.

Ammoniumnitraatin osalta vaadittava suojaetäisyys jää miltei kokonaan K22-etäisyyden sisäpuolelle. Typpihappo-onnettomuusskenaarion edellä esitellyn menetelmän avulla arvioidut vaikutukset jäävät myös miltei kokonaan edellä määriteltujen räjähteitä ja ammoniumnitraattia koskevien suojaetäisyyksien sisäpuolelle. Lainsäädännössä määritellyt etäisyydet määräävät maankäytön suunnittelun tältä osin.

Fermionin toiminnasta aiheutuvien onnettomuuksien vaikutukset savukaasuja lukuun ottamatta ovat hyvin paikallisia savukaasujen leviämistä lukuun ottamatta.

Ammoniumnitraatin palossa tai säiliöosaston palossa vapautuvien myrkyllisten savukaasujen vaikutukset ulottuvat pahimmillaan jopa 2-3 km päähän tehdasalueista. Savukaasujen pitoisuudet saattavat aiheuttaa ohimenevän haitan, jolta voidaan suojautua esimerkiksi siirtymällä sisätiloihin. Savukaasut eivät kehity hetkessä ja suojautumiseen on aikaa. Tehdasalueita 2-3 km säteellä ympäröivä nykyinen ja tuleva asutus tulisi huomioida kaupungin ulkoisessa pelastussuunnitelmassa sekä myrkyllisten savukaasujen riski mahdollisissa kiinteistöjen pelastussuunnitelmissa. Olemassa olevan asuinrakentamisen kohdalla suositellaan rakenneturvallisuutta parantavia määräyksiä, kuten pysäytettävä ilmanvaihto. Tällä alueella ei suositella uusia asutustaajamia eikä loma-asutuksen muuttamista ympärivuotiseksi ennen kuin savukaasujen vaikutuksia on selvitetty tarkemmin. Alueella sallitaan muu maankäyttö ja vähäinen täydennysrakentaminen tilannekohtaisen harkinnan mukaan; suunnittelutarvekynnys ei saa ylittyä ilman kaavaa tapahtuvassa rakentamisessa. Nämä suositukset koskevat myös typpihapon raja-arvoetäisyyksistä kohonneen riskin aluetta niiltä osin, kun se ylittää K22-ajan. Lainsäädännössä asetettuja vähimmäissuojaetäisyyksiä räjähteille tulee tarkoin noudattaa. **Muutokset teh-**

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

**dasalueita ympäröivien alueiden maankäytössä edellyttävät näin ollen tarkempia selvityksiä myrkyllisten savukaasujen aiheuttamien vaarojen ja leviämisen osalta.**

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

## Yhteenveto

Tässä selvityksessä on teoreettisesti arvioitu Oy Forcit Ab:n tai Fermion Oy:n tehdasalueilla tapahtuvien suuronnettomuuksien vaikutuksia erityisesti käynnissä olevan kaavatyön alueella. Menettelytapana on arviointia varten kehitetty menetelmä, jossa on tunnistettu keskeiset suuronnettomuusskenaariot sekä mallinnettu niiden vaikutukset. Työ perustuu toimijoiden turvallisuusselvityksiin sekä muihin riskiselvityksiin. Selvitys ei suoranaisesti ota kantaa riskienhallintatoimien riittävyteen eikä sillä ole vaikutusta alueen yritysten toimintaan.

Räjähteiden ja ammoniumnitraatin osalta esitetyt suojaetäisyydet perustuvat lainsäädännössä määriteltuihin etäisyyksiin.

Keskeiset suuronnettomuusskenaariot selvityksen kohteena olevien toimijoiden osalta ovat räjähdeonnettomuudet sekä joko ammoniumnitraatin tai säiliöosaston tulipalosta leviävät myrkylliset savukaasut. Näillä skenaarioilla on vaikutuksia ympäröiville alueille satojen metrien päähän tehdasalueesta. Nykytilanteessa haavoittuvimpia alueita olisivat onnettomuuden sattuessa Forcitin tontilla sijaitseva asuinalue sekä leirintäalue ja rekkaparkki. Myrkyllisten savukaasujen leviäminen onkin otettava huomioon leirintäalueen sekä rekkaparkin pelastussuunnitelmissa.

Esille tulleen yritysnäkökulman mukaan teollisuuden pitäminen Hangossa edellyttää laajenemismahdollisuuksien varaamista niille kaavatasolla. Kaavoituksessa tulisi huomioida ja voida tukea mahdollisesti tulevaisuudessa laajenevaa teollisuutta.

Arvioituihin suuronnettomuuksien vaikutuksiin sisältyy epävarmuuksia lähtötilanteen ja mallien oletusten suhteen (ks. liite 5), mutta näiden epävarmuuksien merkitys korostuu lähinnä suurilla etäisyyksillä. Melko kiistatonta on, että usean sadan metrin säteellä suuronnettomuusskenaarioiden vaikutukset ovat merkittäviä. Maankäyttö- ja rakennuslainsäädännön sekä olemassa olevan laintulkinnan valossa haavoittuvien toimintojen tai kokoontumistilojen sijoittaminen näille alueille näyttäisi olevan nykytilanteessa hyvin haastavaa.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

## Liite 1. Haastatellut tahot sekä loppuraportin kommentointiin osallistuneet

Nimi	Organisaatio
Tuomas Autere	ELY-keskus
Ulla Räihä	FCG
Martti Rytönen	Fermion Oy
Sten Öhman	Hangon kaupunki
Jan-Peter Sundberg	Hangon kaupunki
Saija Kajala	Hangon kaupunki
Heli Vauhkonen	Hangon kaupunki
Leif Juselius	Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos
Marcus Hinderesson	Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos
Jukka Kaikkonen	Oy Forcit Ab
Aki Wiinamäki	Oy Forcit Ab
Björn Granqvist	Oy Forcit Ab
Anne-Mari Lähde	Turvatekniikan keskus
Tanja Heinimaa	Turvatekniikan keskus
Tor-Erik Ekberg	Turvatekniikan keskus
Elina Kuusisto	Uudenmaan liitto



Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

## Liite 2. Lähteet

### Kirjallisuus

American Industrial Hygiene Association, ks. [www.aiha.org](http://www.aiha.org); ks. myös <http://www.aiha.org/1documents/Committees/ERP-SOPs2006.pdf>

Gilbert, Ylva ja Raivio, Tuomas (2007) YRTTI – Yhteiset riskiarviointiperusteet turvallisuusselvityksille. Tukes. Luettavissa: [www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset\\_aineet/esitteet\\_ja\\_oppaat/Yrttihanke\\_loppuraportti.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/Yrttihanke_loppuraportti.pdf)

Kansainväliset kemikaalikortit <http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit/>

Korkeimman hallinto-oikeuden päätös (2323/1/05). Asemakaavan ja asemakaavan muutoksen hyväksymistä koskeva valitus. Antopäivä 17.7.2006.

Korkeimman hallinto-oikeuden päätös (3589/1/08) Asemakaavan hyväksymistä koskeva valitus. Antopäivä 28.1.2010.

Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet -turvallisuusohjeet (OVA-ohjeet)

Raivio, Tuomas & Gilbert, Ylva & Lonka, Harriet (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella. Itä-Uudenmaan liiton julkaisuja. Luettavissa: [liitto.ita-uusimaa.fi/files/Tiedostot/Kilpilahti\\_loppuraportti\\_22052007%20\(suomi\).pdf](http://liitto.ita-uusimaa.fi/files/Tiedostot/Kilpilahti_loppuraportti_22052007%20(suomi).pdf)

Toimijoiden turvallisuusselvitykset, toimintaperiaateasiakirjat, seurausanalyysit

Ympäristöministeriö (2001) Kemikaaleja käsittelevät ja varastoivat tuotantolaitokset - onnettomuusvaaran huomioon ottaminen kaavoituksessa ja rakentamisessa. Ympäristöministeriön kirje 26.9.2001 (Dnro 3/501/2001). Uusittu liite (8.10.2009) Direktiivin 96/82/EY mukaiset laitokset Suomessa; Tukes.

### Lainsäädäntö

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös ammoniumnitraatista 10.2.1984/172

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös räjähdystarvikkeista 25.2.1980/130

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/390

Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

Seveso II -direktiivi (96/82/EY)

Teollisuuskemikaaliasetus 59/1999

## Liite 3. Skenaarioiden kvantitatiiviset määritelmät

Kunkin skenaarion yhteydessä on esitetty suuntaa-antava periaatekuva yhden onnettomuuden vaikutuksista sekä teoreettinen yhdiste kaikissa tarkasteltavan alueen pisteissä tapahtuvista onnettomuuksista kaikilla tuulen suunnilla.

### Räjähdevaraston räjähdys

Räjähdevarastojen suojaetäisyydet on laskettu KTM:n päätöksen 25.2.1980/130 esittämällä metodilla, jossa etäisyys vaarallisuusluokan 1.1 aineille määritellään kaavalla  $l = k \cdot m^{1/3}$ , missä m on räjähdystarvikkeen määrä ja k-kerroin seuraavasti:

K 5	0.4 bar painevaikutus - henkilö- ja materiaalivahingot todennäköisiä
K 10	Yksittäinen tilapäiseen asumiseen käytettävä rakennus, vähän liikennöity liikenneväylä kuten rautatie tai maantie
K 15	Yleinen liikenneväylä, yleinen satama-alue, lentokentän kiitorata tai yli 100 m <sup>3</sup> palavan nesteen varasto
K 22	Yksittäinen asuttu rakennus, tehdas, kokoontumispaikka tai -huoneisto, jossa ihmisiä tavallisesti oleskelee, julkinen rakennus tai yli 1000 m <sup>3</sup> palavan nesteen varasto
K 30	Asutustaajama
K 40	Sairaala, vanhainkoti, lastentarha, vankeinhoitolaitos tai muu vastaava laitos

Toimijan selvityksen perusteella kaikki varastoitavat aineet kuuluvat vaarallisuusluokkaa 1.1. Etäisyydet ovat laissa määriteltyjä suojaetäisyyksiä, joten tässä ei sovelleta Gaia Zonerimenetelmän mukaista tarkastelua.

### Ammoniumnitraattivaraston räjähdys

Myös ammoniumnitraatin varastoinnille on tehty päätös (KTMp 172/1984), jonka perusteella suojaetäisyydet tarkastelluille varastointimäärille (100 t ammoniumnitraattia) ovat 400 m asutustaajamasta. Asutustaajaman etäisyys lasketaan varaston tonttialueen reunalta.

### Ammoniumnitraatin tulipalo

Ammoniumnitraatin palaessa muodostuu myrkyllisiä typen oksideja, joista tässä on tarkasteltu NO<sub>2</sub> päästöjä. Toimijan selvityksessä ei ollut tarkasteltu palokaasujen leviämistä, joten tässä on hyödynnetty erään lannoitetehtaan tulipalon kaasujen leviämisen tarkasteluun käytettyä mallia. Puhdas AN sisältää 35 % typpeä, kun lannoitteissa yleensä noin 20 %. Tämän perusteella on arvioitu, että mallin antamat arviot ovat käyttökelpoisia suuntaa-antavina arvioina. Mallissa käytettiin ilman lämpötilana 15 °C, tuulen nopeutta 5 m/s ja ilman stabiilisuusluokkaa D. Palonopeutena ammoniumnitraatille käytettiin 100 t/h (27.8 kg/s), mikä vastaa typpipäästöiltään 20 % lannoitteen palossa käytettyä palonopeutta 150 t/h. Tulokseksi saadaan etäisyydet 700m (ERPG-3, 56 mg/m<sup>3</sup>), 1100 m (ERPG-2, 28 mg/m<sup>3</sup>) ja 2200 m (1.5xERPG-2 et.).

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

### **Typpihapposäiliön vaurioituminen**

Onnettomuusskenaariossa on tarkasteltu 100 m<sup>3</sup> 99 % typpihapposäiliön vuotoa valuma-altaaseen säiliön vaurioituessa. Altaan pinta-ala on 340 m<sup>2</sup>, jolloin vuoto rajoittuu lammikoksi siihen. Tällöin typpihappo höyrystyy lammikosta ja leviää tuulen mukana ympäristöön. Toimijan selvityksessä ei ole käsitelty typpihappopäästöjä. Leviämistä on pyritty karkeasti mallintamaan valmiilla ohjelmistolla. Käytetyllä säätilanteella lämpötila 15 °C, tuulen nopeus 5 m/s ja stabiilisuusluokka D, saadaan suojaetäisyyksiksi 100 m (ERPG-3, 78 ppm), 400 m (ERPG-2, 6 ppm) ja 600 m (1.5xERPG-2 et.). Nämä ovat karkeita arvioita, joita ei ole tarkistutettu virallisella taholla.

### **Säiliöalueen allaspalo**

Palava neste vuotaa valuma-altaaseen ja syttyy muodostaen allaspalon. Toimijan selvityksessä on arvioitu palon seurauksia metanolille (40 m<sup>3</sup>) ja epikloorihydriinille (20 m<sup>3</sup>). Osastolla 3400 epikloorihydriinin valuma-allas on 74 m<sup>2</sup>. Metanolilla osastolla 3000 altaan koko 540 m<sup>2</sup> ja osastolla 3500 440 m<sup>2</sup>. Allaspalon lämpövaikutukset ovat molemmille aineille suunnilleen samat: 10 kW/m<sup>2</sup> (8 m), 6 kW/m<sup>2</sup> (16 m) ja 2 kW/m<sup>2</sup> (36 m), eikä metanolin valuma-altaiden alojen erolla ole merkittävää vaikutusta. Epikloorihydriinin palo kestää noin 1.5 h kun metanolin allaspalon kesto on vain 17 minuuttia 540 m<sup>2</sup> altaalle.

Allaspalo saattaa levitä muihin altaisiin, mikäli sammutustoimet eivät ole riittävät. Tällöin muodostuvan monen altaan palon lämpövaikutukset on tässä arvioitu olevan samat kuin yhden altaan palossa.

### **Skenaarioihin liittyviä epävarmuuksia**

Jokaisen skenaarion pohjaksi on jouduttu oletamaan tiettyjä asioita. Näihin ns. **lähtötietoihin** liittyy paljon epävarmuuksia. Lähtötietojen suuruusluokka on kuitenkin todennettu asiantuntijahaastatteluin. Lisäksi esimerkiksi kaasuvuotoskenaariot ovat tässä hyvin maltillisia. Skenaarioiden **mallintamiseen** liittyy joitakin epävarmuuksia. Esim. ilmiöitä mallintavat matemaattiset kaavat on yleensä jouduttu johtamaan melko vähäisen datan perusteella.

Mallien **oletuksiin** liittyy epävarmuuksia. Mm. näissä malleissa ei ole otettu huomioon maastonmuotoja eikä rakennusten lämpösäteilyltä suojaavaa vaikutusta. Leviämismalleissa kaupunkiympäristö on huomioitu. Huomiotta jättämisen seuraukset ovat kuitenkin kaksisuuntaisia, sillä esimerkiksi rakennuksen sortumisesta seuraavia heitteitä ja ihmishenkien menetyksiä ei ole myöskään mallinnettu.

Mallintamisen epävarmuudet ovat suuruusluokaltaan pienempiä kuin lähtötietoihin tai mallien oletuksiin liittyvät epävarmuudet. Varsinkin suhteelliset epävarmuudet kasvavat sitä enemmän mitä pienempiä vaikutuksia kauempana kohteesta arvioidaan. Yhteenvetona voidaan todeta, että mallit antavat käsityksen ilmiöiden suuruusluokasta, mutta yksityiskohtaisia tuloksia metrien tai kymmenien metrienkään tarkkuudella ei voida saada.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

## Liite 4. Ainekuvaukset<sup>18</sup>

**Syttyviä aineita (F+, F)** ovat mm. etanoli, n-propanoli, etyyliasetaatti, metanoli, tolueeni, asetoni. Ne ovat helposti syttyviä, palavia nesteitä ja syttyvät herkästi lämmön, kipinöiden ja liekkien vaikutuksesta. Reaktio voimakkaiden hapettimien kanssa aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaran.

**Myrkyllisiä aineita (T+, T)** ovat esim. metanoli ja epikloorihydriini. Tulipalossa epikloorihydriini vapauttaa myrkyllisiä ja ärsyttäviä kaasuja kuten fosgeenia ja kloorivetyä. Hengitysteitse altistuminen voi aiheuttaa yskimistä, päänsärkyä, hengitysvaikeuksia ja keuhkopöhön. Metanolihöyrypitoisuudet aiheuttavat päänsärkyä, väsymystä, pahoinvointia ja limakalvojen ärsytystä. Altistuminen suurille pitoisuuksille aiheuttaa huumausta, keskushermosto-oireita ja ohimeneviä tai pysyviä näköhäiriöitä.

**Syövyttäviin aineisiin (C)** kuuluu esim. dietyyliamiini. Aine ja höyry syövyttävät silmiä, ihoa ja hengitysteitä. Tästä aineesta voi syntyä hyvin nopeasti haitallinen pitoisuus haihtumalla 20°C:ssa. Höyryn hengittäminen voi aiheuttaa keuhkopöhön.

**Haitallisia aineita (Xn)** ovat esim. tolueeni ja metyleenikloridi. Tulipalon kuumentama metyleenikloridisäiliö voi repeytyä. Korkeissa lämpötiloissa (yli 120 °C) metyleenikloridin myrkyllisiä palamis- ja hajoamistuotteita ovat mm kloorivety, fosgeeni ja kloori. Tolueeni voi imeytyä elimistöön hengitysteitse, ihon läpi ja nieltynä. Aine ärsyttää silmiä ja hengitysteitä. Aineelle altistumisesta voi seurata vaikutuksia keskushermostossa. Tolueenista voi syntyä melko nopeasti haitallinen pitoisuus ilmaan haihtumalla 20°C:ssa.

**Ärsyttäviä aineita (Xi)** ovat mm. isopropanoli, asetoni ja metyylietyyliketoni. Suuret pitoisuudet höyryjä aiheuttavat voimakasta ärsytystä mm. hengitysteissä.

**Ammoniumnitraatti** on voimakas hapetin, joka kiihdyttää muiden aineiden palamista. Sekoitessaan palavien ja orgaanisten aineiden kanssa se muodostaa seoksen, joka voi räjähtää kuumuuden tai iskun vaikutuksesta. Ammoniumnitraatin tulipalossa muodostuu myrkyllisiä savukaasuja, mm. typen oksideja. Typpidioksidi (NO<sub>2</sub>) syövyttää ihoa ja hengitysteitä. Kaasun tai höyryn hengittäminen voi aiheuttaa keuhkopöhön.

**Väkevä typpihappo (89/99%)** hajoaa lämmitessään, jolloin muodostuu myrkyllisiä typen oksideja. Typpihappo aiheuttaa vakavia paikallisia vaikutuksia kaikkein altistumisteiden (hengitystiet, iho, nieltynä) kautta. Typpihaposta syntyy hyvin nopeasti haitallinen pitoisuus ilmaan haihtumalla 20°C:ssa. Aine syövyttää silmiä, ihoa ja hengitysteitä. Aineen hengittäminen voi aiheuttaa keuhkopöhön.

**Räjähteet** voivat tuottaa erittäin lyhyessä ajassa suuren määrän kaasuja ja lämpöä, joka synnyttää valtavan paineen, joka etenee räjähdysnomaisen nopeasti hajottaen ympäristöä.

---

<sup>18</sup> OVA-ohjeet ja kansainväliset kemikaalikortit

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

## Liite 5. Gaia Zoner -menetelmä

Onnettomuuksien vaikutukset vaihtelevat paljon. Erilaiset skenaariot johtavat erilaisiin tilanteisiin, joiden vaikutukset ympäröiville alueille ovat erilaisia. Maankäytön suunnittelun aikajänne on useita kymmeniä vuosia joten selvityksissä on syytä huomioida myös pahin realistisesti ajateltavissa oleva skenaario. Tällä tarkoitetaan tilannetta, jossa tapahtuu iso onnettomuus, mutta jossa esimerkiksi prosessilaitteet ovat tyypillisessä käyttötilassaan ja säiliöt tyypilliseen täyttöasteeseen täytetty.

Lainsäädännön kannalta oleellinen kysymys on, missä kulkee ”turvallisen” elinympäristön raja. Periaatteessa lain kirjain tulisi näiltä osin täytettyä rajaamalla vaaraa aiheuttavan kohteen ympärille tarpeeksi suuri alue, jonka ulkopuolella suuronnettomuusvaara ei oleellisesti poikkea normaaliolojen vaaroista. Kehitetyssä menetelmässä<sup>19</sup> on päädytty astetta hienojakoisempaan menettelyyn, jossa alueelliset vaikutukset on luokiteltu kolmeen luokkaan:

- **III luokka** muodostuu sellaisista alueista, joilla suuronnettomuus aiheuttaisi suojautumattomalle ihmiselle hyvin todennäköisesti kuoleman, tuhoaisi rakennuksia tai aiheuttaisi ekologisen ympäristön pitkäkestoisen ja merkittävän turmeltumisen jonka korjaaminen vaatii laajoja ja pitkäkestoisia toimia.
- **II luokka** muodostuu sellaisista alueista, joilla suojautumaton ihminen saisi suuronnettomuudesta hyvin todennäköisesti pysyvän haitan, rakennukset vaurioituisivat tai ekologiselle ympäristölle koituisi merkittävää välittömiä toimenpiteitä vaativaa laajamittaista haittaa
- **I luokka** muodostuu sellaisista alueista, joilla ihminen saisi suuronnettomuudesta hyvin todennäköisesti ohimenevän haitan, rakennukset kärsisivät satunnaisia vahinkoja tai ekologiselle ympäristölle koituisi lyhytaikainen itse palautuva haitta.

Luokkien rajaamat alueet on nimetty **korkean, merkittävän ja kohonneen riskin** alueiksi.

Yllä kuvattujen luokitusten vaikutukset syntyvät pääasiassa kolmella eri tavalla: **tulipalon lämpösäteilyn, räjähdysen paineaallon tai suuren ainepäästön (neste tai kaasu)** seurauksena. Taulukossa L.1 on kuvattu näiden vaikutusmekanismien vaikutuksia yleisellä tasolla ihmisiin, rakennuksiin ja ekologiseen ympäristöön.

Maankäytön suunnittelun kannalta ei ole keskeistä tietää, mikä vaikutusmekanismi vaaran annetulla alueella aiheuttaa. Tämän vuoksi vaikutukset voidaan yhdistää luokittain. Suuronnettomuuksien vaikutusmekanismien luokitukset ja niitä vastaavat tekniset raja-arvot on kuvattu taulukossa L.2. Taulukko on tarkoitettu tulosten tulkintaan ja tulosten tuottamiseen suuronnettomuuksien arvioitujen vaikutusten perusteella laskennallisesti. **Taulukoiden sisältö on tuotettu laajassa viranomais- ja yritys yhteistyössä.**

---

<sup>19</sup> Raivio, T., Gilbert Y., ja Lonka, H., ” Suuronnettomuusriskin huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella”, Itä-Uudenmaan liiton julkaisuja, 2007.

Tämä selvitys on teoreettinen tarkastelu maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Esitetyt tulokset on yhdistetty kaikista suuronnettomuusvaikutuksista. Vaikutusalueet ovat suuntaa antavia. Yksittäisen onnettomuuden vaikutusalue on pienempi. Suuronnettomuuden todennäköisyys on erittäin pieni.

Taulukko L.1 Suuronnettomuuden vaikutusmekanismien vaikutukset ihmiseen, rakennuksiin ja ekologiseen ympäristöön.

Vaikutusmekanismi/ vaikutuksen kohde	Tulipalon tulipallon <sup>20</sup> lämpösäteily	Räjähdyksen painealto	Kaasuvuodon pitoisuus	Nestevuoto
Ihminen	Palovammoja	Painevammoja, ruhjeita heitteistä	Vammoja altistuksesta	Vammoja altistuksesta
Rakennukset	Vaurioita; syttyminen	Sortumia, rakenteellisia vaurioita	Ei vaikutusta	Vaikutuksia lähimpiin rakennuksiin
Ekologinen ympäristö	Paikallisia vaurioita, kasvillisuus voi syttyä	Paikallisia vaurioita (esim. puut kaatuvat)	Mahdollinen maaperän, veden tai pohjaveden pilaantuminen	Mahdollinen maaperän, veden tai pohjaveden pilaantuminen

<sup>20</sup> Tulipallolla viitataan tässä yleisesti kaasupilviräjähdykseen tai humahdukseen, jossa ilmaan päässyt kaasupilvi palaa kiivaasti tuottaen erittäin voimakasta lämpösäteilyä lyhyen ajan (maksimissaan kymmeniä sekunteja). Tulessa oleva pilvi voi olla useita satoja metrejä halkaisjaltaan ja on usein pallomainen muodoltaan. Ilmiö voi syntyä esimerkiksi höyryräjähdyksestä (BLEVE) tai kaasuvuodon jälkisyttymästä.

Taulukko L.2. Menetelmän vaikutusluokat

Onnettomuus skenaario	Mittayksiköt+ vaikutuskategoriat	Luokat		
		III - Korkea riski	II - Merkittävä riski	I - Kohonnut riski
Tulipalo/ tulipallo	Jatkuva lämpösäteily kW/m <sup>2</sup> (aurinko = n. 1kW/m <sup>2</sup> )	yli 10	yli 6	yli 2
	Lämpösäteilyannos TDU (kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> s	yli 1000 TDU (n. 46 sekuntia 10kW/m <sup>2</sup> )	yli 300 TDU (n. 27 sekuntia 6kW/m <sup>2</sup> )	yli 100 TDU (n. 40 sekuntia 2 kW/m <sup>2</sup> )
	Vaikutus ihmisiin	Vähintään 3. asteen palovammoja (hiiltyneitä kudoksia) tai savumyrkytys	2. asteen palovammoja (rakkoja) 20-60 s altistuksesta tai savumyrkytysoireita	Mahdollisesti 1. asteen palovammoja (punoitusta) tai lieviä savumyrkytysoireita
	Vaikutus rakenteisiin	Kasvillisuus (12 kW/m <sup>2</sup> ) voi syttyä, tavalliset rakennukset (14 kW/m <sup>2</sup> ) voivat syttyä	Vähäisempiä vaurioita rakenteille (esim. hiiltyminen), käytetään mm. poistumisteiden suunnitteluarvona (30 s)	Erilaisia yksittäisiä haittoja, esim. muovirakenteet vaurioituvat, maali kuoriutuu, deformaatioita
Räjähdyk	Paineaallon ylipaine bar tai muu vaikutus	yli 0.3 bar tai heitteitä	0.29-0.1 bar	0.1-0.03 bar
	Vaikutus ihmisiin	Keuhkot voivat vaurioitua (yli 1 bar) tärykalvot voivat vaurioitua (0,35 bar), välillisiä vaikutuksia heitteistä, sortuvista rakennuksista ja lasinsiruista	Hetkellinen kuulovaurio, mahdollinen kuulon alenema, välillisiä vaikutuksia lasinsiruiltä ja rikkoutuvista rakenteista	Lähinnä välillisiä vaikutuksia esim. ikkunoiden sirpaleista
	Vaikutus rakenteisiin	Vakavia vaurioita rakenteille (sortuvat tai syntyy sortumavaara)	Korjattavissa olevia vaurioita rakenteille, mahdollinen sortumavaara	Ikkunoista n. 50 % hajoaa (0,03), sirpaleet voivat tunkeutua ihoon (0,04)
Kaasuvuoto	Haitallisen aineen pitoisuus	ERPG -3	ERPG - 2	A x ERPG-2-etäisyys
	Vaikutus ihmisiin	Pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman hengenvaaraa (mutta saaden vakavia haittoja)	Pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman vaaraa saada palautumattomia tai muita vakavia terveyshaittoja tai oireita, jotka heikentävät kykyä suojautua altistumiselta (mutta saaden palautuvia haittoja)	A valitaan ainekohtaisesti, kuitenkin vähintään 1.5, jolloin päästään suuruusluokkaan 0.5 x ERPG-2.
Nestevuoto	Vaikutus ihmisiin	Ihmishenkiä välittömästi vaarantava kemikaalivuoto	Kemikaalivuoto josta ihmisille vakavan haitan mahdollisuus joka vaatii sairaalahoitoa tai pitkäaikaista sairaalomaata	Väliaikaista pienimuotoista haittaa ihmisille, lääkäriässä käynti tai lyhyt sairausloma

Kaasu- tai nestevuoto	Vaikutus ekologiseen ympäristöön / vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan	Vesistön pysyvä pilaantuminen, kasvillisuuden tuhoutuminen, maaperän pilaantumien, kunnostus teknisesti ja taloudellisesti mahdotonta/ Pohjavesiesiintymän pilaantuminen >1000 henkeä altistuu ja vedenhankinta estyy lopullisesti. Elintarviketuotanto estyy lopullisesti.	Vesistön tilapäinen pilaantuminen, palautuminen n. 5 vuodessa, kasvillisuus vaurioituu, maaperä pilaantuu, kunnostus mittava mutta mahdollinen / Pohjavesiesiintymän pilaantuminen, 100-1000 henkeä altistuu, vedenhankinta estyy mutta palautuu 10 vuodessa. Elintarviketuotanto keskeytyy 5 vuodeksi	Vesistön pilaantuminen, palautuu itsestään tai kohtuullisilla toimenpiteillä. Maaperän pilaantuminen, kunnostus kohtuullista / Pohjavesiesiintymän lievä tilapäinen pilaantuminen, altistuvia <100, ei hengenvaaraa. Elintarviketuotanto keskeytyy 1 vuodeksi
-----------------------	--	---	--	---

Tekniset raja-arvot pystytään tuottamaan melko suoraviivaisesti tulipalojen vaikutuksille ja räjähdyksille, joskin erityisesti ihmisvaikutuksen osalta raja-arvoissa on suurta vaihtelua datan vähyyden vuoksi. Ekologisen ympäristön monimuotoisuuden vuoksi ympäristövaikutuksille ei pystytä antamaan samanlaisia raja-arvoja, vaan vaikutukset joudutaan selvittämään aine- ja paikkakohtaisesti. Nestepäästöjen vaikutusten layout-riippuvuuden vuoksi myös nämä on käsiteltävä tapauksittain.

Kaasupäästöjen vaikutusten raja-arvoissa on valinnan vapauksia. Menetelmässä II ja III luokan vaikutuksia kuvataan yhdysvaltalaisen ERPG-(Emergency Response Planning Guide) -järjestelmän<sup>21</sup> mukaisesti. Siinä kullekin aineelle on määritetty asiantuntijamenettelyin kolme pitoisuutta seuraavasti:

- ERPG-3: pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman hengenvaaraa (mutta saaden vakavia haittoja)
- ERPG-2: pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman vaaraa saada palautumattomia tai muita vakavia terveyshaittoja tai oireita, jotka heikentävät kykyä suojautua altistumiselta (mutta saaden palautuvia haittoja)
- ERPG-1: pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan saaden enintään vähäistä, tilapäistä terveyshaittaa tai tuntien pahaa hajua

Pitoisuusrajat ovat hyvin saatavilla monille kemikaaleille ja ne sopivat luokitteluun ERPG-3- ja ERPG-2-pitoisuusmäärittelyjen osalta. ERPG-1 -pitoisuuden määritelmä on kuitenkin liian lähellä normaaliolojen näkökulmaa; esimerkiksi pahaa hajua ei voida pitää tässä sovelletun näkökulman mielessä suuronnettomuuden seurauksena. Tämän vuoksi menetelmässä I luokan rajaamiseen käytetään A x ERPG-2 -pitoisuutta vastaavaa etäisyyttä, jossa A valitaan ainekohtaisesti ja on vähintään 1,5. Samantyyppinen menettely on Tukesilla käytössä mm. räjähdysvaarallisten tilojen luokittelussa. Arvolla 1,5 päädytään tyypillisissä päästöskenaarioissa suuruusluokkaa 0,5 x ERPG-2 -pitoisuuteen. Etäisyyksien ollessa pidemmät väestöllä on myös enemmän aikaa kuulla hälytys ja siirtyä sisätiloihin.

<sup>21</sup> American Industrial Hygiene Association, ks. [www.aiha.org](http://www.aiha.org); ks. myös <http://www.aiha.org/1documents/Committees/ERP-SOPs2006.pdf>