

Joni Niiranen

# Kemikaalivuotojen hallinta Loviisan ydinvoimalaitoksella

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Kemiantekniikan koulutusohjelma  
Insinöörityö  
12.4.2011

Tekijä(t) Otsikko	Joni Niiranen Kemikaalivuotojen hallinta Loviisan ydinvoimalaitoksella
Sivumäärä Aika	70 sivua + 3 liitettä 12.4.2011
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kemiantekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Ympäristötekniikka
Ohjaaja(t)	DI Kimmo Heikkinen Lehtori Timo Laitinen
<p>Tässä insinöörityössä on kartoitettu ja selvitetty Loviisan ydinvoimalaitoksen nykyistä kemikaalivuotojen hallintaprosessia ja siihen osallistuvien eri yksiköiden toimintaa kemikaalionnettomuuksissa.</p> <p>Työn tavoitteena on ollut parantaa kemikaalivuotojen kokonaisvaltaista hallintaa ja laatia runko uudelle kemikaalivuotojen tunnistus- ja hallintaohjeelle. Rungon pohjalta kehitetään ohjetta edelleen laajemmaksi ja yksityiskohtaisemmaksi tämän insinöörityön jälkeen. Työn aihealueen laajuuden ja työmäärän kannalta tässä insinöörityössä käsitellään ainoastaan Loviisan voimalaitoksella käytettäviä prosessikemikaaleja ja -kaasuja.</p> <p>Nykyiseen kemikaalivuotojen hallintaprosessiin perehdyttiin tutustumalla laitoksen ohjeistoon sekä haastatteleamalla vuotojenhallintaan osallistuvia työntekijöitä. Työssä käytettiin hyväksi olemassa olevaa aineistoa, vuototilanteiden raportteja, prosessikuvauksia ja keskusteluja. Tutustuttiin myös käytössä oleviin prosessikemikaaleihin ja -kaasuihin sekä verrattiin hallintaprosessia voimassa oleviin kemikaalilakeihin ja -asetuksiin sekä viranomaisohjeisiin.</p> <p>Työn tuloksena havaituista kehityskohteista tärkeimmiksi nousivat putkistomerkintöjen kehittäminen sekä kemikaalihuonetilaluettelon laatiminen. Henkilöhaastatteluissa ja kehityskeskusteluissa nousi kemikaalikoulutuksen parantaminen esiin yhtenä tärkeimpänä kokonaisvaltaisen kemikaaliturvallisuuden kehityskohteena.</p> <p>Työn yhteydessä tehtiin erityisesti Loviisan ydinvoimalaitokselle suunniteltu kemikaalionnettomuuksien ensitietolomake sekä ilmoitusmenettely- ja vuodohallintakaaviot. Näiden tarkoituksena on helpottaa ja selkeyttää toimintaa ja ilmoitusten tekoa kemikaalivuodoissa sekä toimia runkona kokonaisvaltaiselle kemikaalivuotojen tunnistus- ja hallintaohjeelle.</p> <p>Tätä insinöörityötä tullaan hyödyntämään Loviisan ydinvoimalaitoksella kemikaaliturvallisuuden jatkuvassa kehityksessä ja jo ennestään korkean turvallisuuskulttuurin tason parantamisessa.</p>	
Avainsanat	kemikaalivuoto, vuodohallinta, kemikaaliturvallisuus

Author(s) Title	Joni Niiranen Chemical leak management at Lovisa Power Plant
Number of Pages Date	70 pages + 3 appendices April 12 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Chemical Engineering
Specialisation option	Environmental Technology
Instructor(s)	Kimmo Heikkinen M.Sc. (Eng.) Timo Laitinen Lecturer
<p>The research questions studied in this thesis concern the management process of chemical leak accidents at the Lovisa Nuclear Power Plant and the different units involved.</p> <p>The goal of this thesis was to improve the overall chemical leak management process and to compose a model for the new chemical leak identification and control guideline. To keep the scope of the study manageable, the focus was solely on the process chemicals and gases used at Lovisa Power Plant.</p> <p>In order to answer the research questions, plant guidelines were studied and personnel participating in the leak management process were interviewed. This resulted in an understanding of the current chemical leak management process. Existing material, leak reports, process descriptions and discussions were used to further study the phenomena. In addition, process chemicals and gases used at the power plant were explored, and the management process was compared to current chemical laws, ordinances and official regulations.</p> <p>Results showed that the most important improvement targets were the development of the labelling of pipes and drafting of the chemical room catalogue. Interviews and development discussions revealed chemical training as one of the biggest factors in improving the overall chemical safety on the power plant.</p> <p>Concurrently with this study, a process for chemical accident reporting was drafted for the Lovisa Powerplant. The process involved a form for firsthand information as well as leak management and reporting charts. The goal of these documents was to facilitate and clarify reporting and activities when an accident occurs and to function as a framework for a holistic identification and control guideline in chemical accidents.</p> <p>The result of this thesis will be used in the ongoing process of further improving the level of chemical safety at the Lovisa Power Plant.</p>	
Keywords	chemical leak, spill control, chemical safety

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Sähkön tuotanto Suomessa	1
1.2	Työn taustaa	1
1.3	Työn tavoitteet	2
1.4	Työn rajaus	3
2	Loviisan ydinvoimalaitos	4
3	Kemikaaliturvallisuus	7
3.1	Vaaralliset kemikaalit	7
3.2	Kemikaalilainsäädäntö	7
3.3	Vaaralliset kemikaalit teollisuudessa	9
3.4	Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi	10
3.5	Vaarallisten kemikaalien käytön valvonta	11
3.6	Työturvallisuuslaki	11
4	Kemikaaliturvallisuus Loviisan ydinvoimalaitoksella	13
4.1	Kemikaalit ja kaasut	13
4.2	Turvallisuusluokitellut tarveaineet (TLTA)	13
4.3	Käyttöturvallisuustiedote (KTT)	15
4.4	Kemikaaliturvallisuusryhmä	16
4.5	Chemsoft	17
4.6	Laboratorio	17
4.7	Kemikaalin käytönvalvoja	18
4.8	Suojeluyksikön kemikaalitiedonlähteet	19
4.8.1	TOKEVA-ohjeet	19
4.8.2	OVA-ohjeet	19
4.8.3	Farligt gods -ohjeet	20
5	Laitoksella käytettävät prosessikemikaalit ja kaasut	21
5.1	Kemikaalit	21
5.1.1	Hydratsiinihydraatti ( $N_2H_4$ )	21
5.1.2	Boorihappo ( $H_3BO_3$ )	22
5.1.3	Ammoniakkivesi	24
5.1.4	Kaliumhydroksidi (KOH)	25
5.1.5	Natriumhydroksidi (NaOH)	26

5.1.6	Rikkihappo (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	27
5.1.7	Typpihappo (HNO <sub>3</sub> )	27
5.2	Kaasut	29
5.2.1	Vety (H <sub>2</sub> )	29
5.2.2	Typpi (N <sub>2</sub> )	30
5.2.3	Ammoniakki (NH <sub>3</sub> )	31
5.3	Kemikaalien säilöntäpaikat	32
6	Kemikaalivuodon luonteeseen ja laajuuteen vaikuttavia tekijöitä	34
6.1	Yleisesti	34
6.2	Aineen tunnistaminen ja tiedon saaminen	35
6.3	Vuotoon vaikuttavia fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia	36
6.3.1	Ulkonäkö	36
6.3.2	Haju	36
6.3.3	Syttymisalue	37
6.3.4	Laimahduspiste	37
7	Kemikaalivuotojen hallintaan osallistuvia voimlaitoksen yksiköitä	39
7.1	Suojeluyksikkö	39
7.1.1	Organisaatio ja tehtävät	39
7.1.2	Toiminta kemikaalionnettomuudessa	40
7.2	Valvomo	42
7.2.1	Organisaatio ja tehtävät	42
7.2.2	Toiminta kemikaalionnettomuudessa	44
7.3	Hälytyskeskus	46
7.3.1	Organisaatio ja tehtävät	46
7.3.2	Toiminta kemikaalionnettomuudessa	46
7.4	Päivystävä turvallisuusinsinööri (PTI)	47
7.5	Forhelp-järjestelmä	48
7.6	Turvahenkilöt	49
8	Kehityskohteita	50
8.1	Henkilöstön tehtävät kemikaalionnettomuudessa	50
8.2	Kemikaaliputkistot ja -säiliöt	52
8.3	Viestintä	54
9	Havaitut puutteet ja ongelmatilanteet	55
9.1	Ilmoitusmenettely ja asiantuntija-avun hälyttäminen	55

9.2	Huonetilakohtaiset ohjeet	56
9.3	Kemikaalikoulutus	57
9.4	Kemikaalin kulkeutuminen	58
9.5	Ohjeiden päällekkäisyydet ja puutteet	59
9.6	Suojeluyksikön jälkitarkastus	60
9.7	Varotoimet Lomaxissa	60
9.8	Kemikaalionnettomuusohje	61
9.9	Suojeluyksikön hälyttäminen	61
10	Muita esiinnousseita ongelmia	63
10.1	TB-kemikaaliasema	63
10.2	Hydratsiinikuljetus	63
10.3	Säiliöautolla laitosalueelle tuotavat kemikaalit	64
11	Ratkaisumalleja kemikaalivuotojen hallinnalle	65
11.1	Ensitietolomake	65
11.2	Ilmoitusmenettelyohje	65
11.3	Vuodonhallintakaavio	66
11.4	Kunnossapitopäivystäjä	66
12	Yhteenvedo	68
13	Johtopäätökset	70
Liitteet		
Liite 1. Ilmoitusmenettelykaavio		
Liite 2. Ensitietolomake		
Liite 3. Vuodonhallintakaavio		

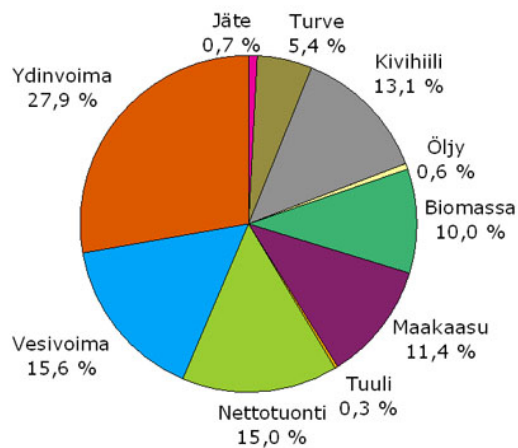
## LYHENNELUETTELO

CLP	Classification, labelling and packaging of substances and mixtures (EU: n asetus kemikaalien merkitsemisestä)
Doris	Dokumenttien hallintajärjestelmä
KTT	Käyttöturvallisuustiedote
LOMAX	Loviisan voimalaitoksen tietohallintajärjestelmä
OVA	Onnettomuudenvaaraa aiheuttavat aineet
PTI	Päivystävä turvallisuusinsinööri
PWR	Pressurised water reactor (painevesireaktori)
REACH	Registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals (kemikaalien rekisteröinti-, arviointi-, rajoitus ja lupamenettely)
SAM	Serious accident management, vakavien reaktorionnettomuuksien hallintajärjestelmä
STUK	Säteilyturvakeskus
TB-järjestelmä	Primääripiirin kemikaalien valmistus-, varastointi- ja syöttöjärjestelmä
TLTA	Turvallisuusluokitellut tarveaineet
TOKEVA	Torjuntaohjeet kemikaalien vaaratilanteille
TPK	Loviisan voimalaitoksen palokunta
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
VG-järjestelmä	Suljettu jäähdytyspiiri turbiinisalin pumppujen laakereille ja tiivistelaipoille
VIRVE	Suomen viranomaisradioverkko
VVER	Vodo-Vodjanyi Energetiseskij Reaktor, venäläinen kevytvesijäähdytteinen reaktori
UH-järjestelmä	Kemikaalien varastointi- laimennus- ja annostelujärjestelmä lauhteenpuhdistus- ja täyssuolanpoistolaitosten ioninvaihtohartsien regeneroimiseen

## 1 Johdanto

### 1.1 Sähkön tuotanto Suomessa

Sähköä tuotetaan Suomessa monipuolisesti usealla eri energianlähteellä ja tuotantomuodolla. Tärkeimmät sähkön tuotannon energialähteet ovat ydinvoima, vesivoima, kivihiili, maakaasu, puupolttoaineet sekä turve. [1]



Kuva 1: Sähkötuotannon energialähteet [1]

Fossiilisista polttoaineista aiheutuvia ympäristöhaittoja pyritään vähentämään rajoittamalla niiden käyttöä tai keksimällä uusia puhtaampia energiantuotantomuotoja. Kasuvan sähköntarpeen ja kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi ydinvoima tarjoaa luontevan tuotantomuodon Suomen sähkötuotannossa.

Vuonna 2009 Suomen sähkötuotannosta ydinvoiman osuus oli 27,9 % [1], ja Olkiluodossa rakenteilla olevan viidennen kaupalliseen käyttöön tulevan voimalaitoksen valmistuminen kasvattaa edelleen edellä mainittua lukemaa. Kaupallisessa käytössä Suomessa on tällä hetkellä neljä laitossyöksikköä, Loviisassa kaksi ja Olkiluodossa niin ikään kaksi.

### 1.2 Työn taustaa

Vuoto on reikä tai muu aukko tiiviissä järjestelmässä tai säiliössä, joka mahdollistaa nesteen, kaasun tai kiinteän aineen vuotamisen toiseen hallitsemattomaan tilaan, jossa



se voi aiheuttaa vaaraa ihmiselle, ympäristölle tai laitteille. Vuoto on aina tahatonta ja ei-toivottua, minkä takia vuototilanteet luokitellaan järjestelmän häiriötilanteiksi.

Satunnaisten ja onneksi Loviisan voimalaitoksella harvinaisten vuototilanteiden hallinta ei ole perustunut systemaattiseen tapahtumalähtöiseen toimintaan. Tämän johdosta ei mm. tilanteen edellyttämä suojavarustus ole selkeästi ohjeistettu. On todettu, että vuototilanteiden ohjeistuksessa ja tilanteiden edellyttämässä suojavarusteiden käytön ohjeistuksessa on selkeitä puutteita. Laitoksella on kohtuullisen kattava ja hyvä ohjeistus eri tapausten hallintaan, jotka kuitenkin käsittelevät yksittäistä tapahtumaa. Sen lisäksi yksittäiseen tapahtumaan liittyvät eri osa-alueiden toimintaohjeet saattavat olla useassa eri ohjeessa ja osin puutteellisia.

### 1.3 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on etsiä ratkaisuja, jolla vuotopaikasta ja vuodon laadusta riippumatta kaikki toimisivat johdonmukaisella ja yhdenmukaisella tavalla. Toimintatapaan ei saa vaikuttaa työtehtävistä johtuva tilanteeseen nähden puutteellinen osaamistaso, kokemus tai muu henkilökohtainen ominaisuus. Toiminta ei saa myöskään olla muistinvaraista eikä tilanteeseen liittyvä ohjeistus hajautettua. Laaditun vuotojen tunnistusohjeen avulla pitäisi pystyä järjestelmällisesti edeten tunnistamaan kyseessä oleva vuoto-tyyppi ja ohjautua käyttämään juuri sille tyyppille laadittua toimintaohjetta.

Tunnistusohjeessa tulisi olla seuraavia tunnistettavia osa-alueita: vuotopaikka, vuoto-tyyppi ja vuotokohteeseen liittyvät muut riskit. Toimintaohjeen perusteella pitäisi henkilöstä ja tilanteesta riippumatta pystyä toimimaan yhdenmukaisella ja järjestelmällisellä sekä ennalta määritetyllä mahdollisimman turvallisella ja tehokkaalla tavalla. Työssä selvitetään myös nykyiset voimalaitoksen eri yksiköiden ilmoitusmenettelyt ja ohjeistus kemikaalivuodoissa ja pyritään löytämään mahdolliset päällekkäisyydet, ristiriidat ja puutteet. Työn tavoitteena on kartoittaa ja selvittää yllämainittuja ongelmia ja löytää yhtenäinen, selkeä ja johdonmukainen ratkaisu niille sekä parantaa kemikaalivuotojen kokonaisvaltaista hallintaa ja laatia runko uudelle kemikaalivuotojen hallintaohjeelle.

Työn tavoitteena oli myös selkeä ja kattava nykytilanteen kuvaus. Työssä on esitetty lainsäädännön vaatimukset sekä uusien asetusten vaikutus kemikaaliturvallisuuteen,

laitoksella tällä hetkellä käytössä olevien vaarallisten kemikaalien käyttökohteet ja turvallisuusriskit sekä kemikaalivuotojen hallintaan osallistuvien eri yksiköiden organisaatio ja toiminta kemikaalivuodoissa.

Työssä on pyritty luomaan laaja kuvaus nykytilanteesta sekä muodostamaan mahdollisimman leveä runko, minkä pohjalta tulisi laatia kokonaisvaltainen kemikaalivuotojen hallintaohje.

#### 1.4 Työn rajaus

Koska työn aiheen alue on erittäin laaja koskien kaikkia laitoksella tapahtuvia kemikaalivuotoja, oli työn aikataulun ja työn määrän kannalta järkevää rajata työ käsittämään vain joitakin tiettyjä alueita ja vuototyyppisiä. Tässä tilanteessa päädyttiin siihen, että työ koskisi ainoastaan mahdollisia kemikaali- ja kaasuvuotoja Loviisan voimalaitoksella ja voimalaitosalueella. Työssä on käsitelty kaikki laitoksella käytössä olevat prosessikemikaalit ja -kaasut ja niiden mahdolliset vuodot laitoksella.

## 2 Loviisan ydinvoimalaitos

Loviisan voimalaitos on Suomen ensimmäinen ydinvoimalaitos. Alustava hankintasopimus Loviisan voimalaitoksesta tehtiin vuonna 1969 silloisen Imatran Voima Oy:n ja neuvostoliittolaisen V/O Technopromexportin kesken. Lopullisesti sopimus ensimmäisen laitosesikön rakentamisesta allekirjoitettiin vuonna 1970 Moskovassa. Kaksi yksikköä käsittävän ydinvoimalaitoksen ensimmäinen yksikkö, Loviisa 1, aloitti sähköntuotannon helmikuussa 1977 ja Loviisa 2 marraskuussa 1980. Yksiköt ovat VVER-440-tyyppisiä kuudella vaakatasoon sijoitetulla höyrygeneraattorilla varustettuja painevesireaktoreita. [3.]

VVER (*Vodo-vodjanoi energetičeski reaktor*) -painevesireaktorit ovat ydinvoimaloissa käytettäviä neuvostoliittolais-venäläisiä painevesireaktoreita. Ne ovat vesijäähdytteisiä, vesihidasteisia energiantuotantoreaktoreja, jotka vastaavat länsimaisia PWR-reaktoreja (Pressurised Water Reactor). [4.]

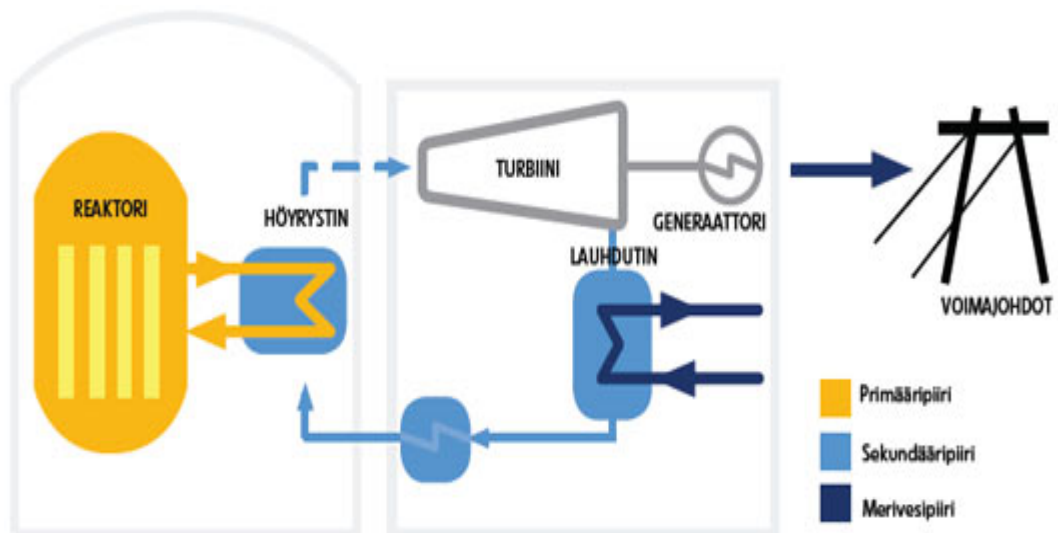
Vaikka voimalaitos rakennettiin yhteisiä perusratkaisuja käyttäen, on siinä selviä eroja varhaisempiin saman reaktorimallin omaaviin laitoksiin mm. turvallisuusjärjestelmissä. Loviisan voimalaitos rakennettiin täyttämään senaikaiset kehittyneimmät länsimaiset turvallisuusvaatimukset. Nämä turvallisuuskriteerit saavutettiin varustamalla laitosesiköt painetta kestäville kaksoissuojarakennuksilla, reaktorin hätäjäähdytysjärjestelmillä sekä jäälauhduttimilla. Turvallisuutta ja käytettävyyttä on parannettu käyttövuosien aikana mittavilla uudistushankkeilla. Näistä voidaan mainita esimerkkinä vakavien reaktorionnettomuuksien hallintajärjestelmä (SAM), jolla estetään radioaktiivisten fissiotuotteiden vapautuminen ympäristöön myös sydämen vaurioitumisen tilanteessa. [3.]

VVER-tyyppisen painevesilaitoksen primääripiirissä kiertävä jäähdyte, vesi, pidetään korkeassa paineessa (123 bar), ettei se pääsisi kiehumaan. Korkeassa lämpötilassa olevaa jäähdytettä kierrätetään primääripiirissä reaktorin sydämen ja lämmönvaihtimien välillä kuuden pääkiertopumpun avulla. Lämmönvaihtimien tärkeimpänä tehtävänä on reaktorisydämessä kehittyneen lämpöenergian siirto matalapaineisempaan sekundääripiiriin. Lämmönvaihtimissa sekundääripuolen veden annetaan kiehua, mistä syntynyt höyry johdetaan turbiineille. Turbiineihin siirtynyt höyryn energiasisältö muutetaan turbiinin liike-energiaksi ja siitä edelleen generaattorissa sähköenergiaksi. [3; 5.]

Laitosyksiköt tuottavat vuosittain sähköä valtakunnan verkkoon yhteensä noin kahdeksan terawattituntia (TWh). Se vastaa noin kymmentä prosenttia maamme sähköntuotannosta. Loviisa kuuluu käytettävyydeltään maailman parhaiden ydinvoimalaitosten joukkoon. Laitosyksiköiden alkuperäinen teho oli 440 megawattia, josta sitä on nostettu 488 megawattiin. Tehoa on nostettu reaktorin lämpötehoa kasvattamalla ja prosessia modernisoimalla. Laitosyksiköiden kokonaishyötysuhde on noin 33 prosenttia. [6.]

Tuotantovuosi 2009 oli Loviisan ydinvoimalaitoksella ennätysellinen. Loviisan ykkösyksiköllä nettotuotanto oli 4,08 TWh ja Loviisan kakkosyksiköllä 4,07 TWh. Kokonaistuotanto oli Loviisan voimalaitoksen käyttöhistorian paras 8,15 TWh, ja tuotantoa kuvaava käyttökerroin oli 95,7 %. [7.]

Koko käyttöhistorian ajan voimalaitoksen käytöstä saadut kokemukset ovat olleet hyvin myönteisiä. Käyttövarmuutta ja tehokkuutta mittaavat tunnusluvut ovat olleet varsin hyviä, ja varsinaisten käyttöhäiriöiden määrä on jäänyt vähäiseksi. Radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön ovat olleet vain murto-osa asetetuista vuosittaisista päästörajoista. Loviisan voimalaitoksella on ISO 14001:n mukainen ympäristöjärjestelmä. [8]



Kuva 2: PWR-laitoksen periaatteellinen toimintakaavio. [8]

Vuosien 1997-2001 välillä tehtyjen tehonkorotus- sekä modernisointitöiden seurauksena laitoksen nykyinen sähköteho on noin 10 % alkuperäistä suurempi. Nykyinen bruttosähköteho on 510 MW, ja nettosähköteho on 488 MW per laitosyksikkö. Yksiköiden

käyttölupia on ajan kuluessa jatkettu, vuonna 2007 valtioneuvosto myönsi käyttöluvut ykkösyksikölle vuoteen 2027 ja kakkosyksikölle vuoteen 2030 saakka. Uusien käyttöluvien päätyttyä molemmat laitokset ovat saavuttaneet 50 vuoden käyttöiän. [8; 9.]

### 3 Kemikaaliturvallisuus

#### 3.1 Vaaralliset kemikaalit

Mitä ovat vaaralliset kemikaalit? Vaarallisista aineista puhutaan yleisesti yhtenäisenä käsitteenä, mutta on tiedostettava, että kyseessä on suuri määrä erilaisia kemiallisia aineita, jotka kaikki ovat omalla erityisellä tavalla vaarallisia [2, s. 12].

Vaarallisiksi kemikaaleiksi luetaan aineita, joiden ominaisuus voi olla esimerkiksi myrkyllinen, syövyttävä, ärsyttävä, syöpää aiheuttava tai luonnolle vaarallinen. Myös radioaktiiviset aineet luokitellaan vaarallisiksi kemikaaleiksi, ja vaikka ne tietyltä osin eroavat muista vaarallisista aineista, on ongelmassa kuitenkin onnettomuuden ensivaiheessa suuria yhtäläisyyksiä. On myös huomioitavaa, että monet sinänsä vaarattomat aineet voivat saada aikaan myrkyllisiä tai muuten vaarallisia tuotteita, kun niitä sekoitetaan keskenään tai ne syttyvät palamaan. [2, s. 12-17.]

#### 3.2 Kemikaalilainsäädäntö

Kemikaaliturvallisuus sisältää kaikki ne asiat ja toimet, joilla varmistetaan kemikaalien turvallinen käyttö eri tilanteissa. Kemikaalien ympärille on kehittynyt Euroopan unionin sisällä laaja ja yksityiskohtainen lainsäädäntö, jolla säädelään muun muassa valmistusta, käsittelyä, luokitusta, pakkaamista ja merkintöjä sekä kuljetuksia.

Kemikaalilain tarkoituksena on kemikaaleista aiheutuvien haittojen ennaltaehkäisy. Sen soveltamisala on laaja. Laki kattaa kaikenlaisten kemiallisten aineiden käsittelyn ja varastoinnin, ja nykyisin lainsäädäntö kattaa myös kemikaalien aiheuttamat riskit ympäristölle. Kemikaali on määritetty Euroopan unionin REACH-asetuksessa (EU-asetus 1907/2006) alkuaineeksi tai sen yhdisteeksi sellaisena kuin se esiintyy luonnossa tai teollisesti tuotettuna. Vaarallisella kemikaalilla tarkoitetaan tekijää, joka luokitellaan kemikaalilain mukaan vaaralliseksi tai joka muuten saattaa aiheuttaa vaaraa työntekijöiden terveydelle ja turvallisuudelle. [10; 11.]

Kemikaalilainsäädännön lisäksi on useita muita lainsäädännön aloja, joilla kemikaaleista aiheutuvia riskejä säädelään. Vaarallisten kemikaalien kuljetuksesta säädetään erik-

seen ja siitä vastaa liikenneministeriö. Kemikaalilakia ei sovelleta kemikaalien kuljettamiseen eikä Suomen kautta kuljetettaviin kemikaaleihin silloin, kun niitä ei varastoida tai käsitellä Suomessa. Kemikaalien ympäristöön pääsemisen rajoittamisesta ja päästöjen puhdistamisesta säädetään ympäristölainsäädännössä. [12; 13.]

Ilmauksella kemikaali tai vaarallinen kemikaali tarkoitetaan tässä työssä kemikaalia, joka on terveydelle tai ympäristölle vaarallinen tai palo- tai räjähdysvaarallinen. Terveydelle vaarallisella kemikaalilla tarkoitetaan kemikaalia, joka elimistöön joutuessaan voi aiheuttaa kemiallisten ominaisuuksiensa vuoksi jo vähäisen määränä haittaa ihmisen terveydelle. Ympäristölle vaarallisella kemikaalilla tarkoitetaan kemikaalia, joka ympäristöön joutuessaan voi aiheuttaa jo vähäisenä määränä haittaa elolliselle luonnolle. Palo- ja räjähdysvaarallisella kemikaalilla tarkoitetaan kemikaalia, joka fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksiensa vuoksi voi aiheuttaa tulipalon tai räjähdyksen. On huomioitava myös se, että yksi ja sama kemikaali voi kuulua yhteen tai useampaan yllämainittuihin ryhmiin. [12.]

Kemikaalilainsäädäntöön tulee koko ajan uusia muutoksia ja säädöksiä. Suurin muutos viime vuosien aikaan on ollut EU:n kemikaalidirektiivin REACH:n astuminen asteittain voimaan, uusi direktiivi on vaikuttanut lähinnä kemikaalien valmistajien ja maahantuojien toimintaan. Jatkokäyttäjät joutuvat ainoastaan tekemään turvallisuusarviointin kemikaalin käytöstä, jos aikovat käyttää kemikaalia eri tavalla kuin mitä maahantuojia tai valmistajia on käyttöturvallisuustiedotteessa määritellyt. [10; 13.]

Muita merkittäviä muutoksia kemikaaliturvallisuuteen on siirtyminen maailmanlaajuisesti yhdenmukaistettuun kemikaalien luokitus- ja merkintäjärjestelmään, CLP-järjestelmään. Vuoden 2009 tammikuussa voimaan astunut CLP-asetus vaikuttaa erityisesti kemikaalien luokituksiin ja merkintöihin, mutta myös käyttöturvallisuustiedotteet uusiutuvat. Muutos koskee kemiallisia aineita tai seoksia maahantuovia ja valmistavia yrityksiä sekä kemikaaleja käyttäviä yrityksiä. Asetukslla pyritään yhdenmukaistamaan kemikaalien luokitusta ja merkintöjä maailmanlaajuisesti, mikä helpottaa kansainvälistä kemikaalikauppaa ja edistää terveyden ja ympäristön suojelua. [10; 13.]

Kemikaalilainsäädännön valvonta jakautuu sosiaali- ja terveysministeriön, ympäristöministeriön sekä kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonaloille. Ministeriöt vastaavat myös lain perusteella annettavista säädöksistä. Kemikaalien laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes), joka myöntää luvat, tarkistaa laitoksen sekä käsittelee onnettomuusilmoitukset. [12; 14.]

Sosiaali- ja terveysministeriö valvoo kemikaalilainsäädännön toimeenpanoa ihmisten terveydensuojelun näkökulmasta. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto valvoo 1.1.2011 alkaen kemikaalilainsäädännön noudattamista ja ehkäisee kemikaalien terveys- ja ympäristöhaittoja sekä torjuu palo- ja räjähdysvaaraa.

### 3.3 Vaaralliset kemikaalit teollisuudessa

Vaarallisten kemikaalien käsittelyä, käyttöä ja varastointia koskee useita velvoitteita, joilla pyritään estämään vaarallisista aineista johtuvia onnettomuuksia ja rajoittamaan niiden seurauksia ihmisille ja ympäristölle. Vaarallisten kemikaalien käyttöä säädetään kemikaalilaissa (744/1989) sekä myös työturvallisuuslaissa (738/2002). [12; 18].

Vaarallisia kemikaaleja käsittelevän laitoksen velvollisuuksiin kuuluu olla selvillä käytössä olevien kemikaalien vaarallisista ominaisuuksista ja luokituksesta sekä kemikaalien käsittelyyn liittyvistä vaaroista (kemikaalilaki 16§). On myös pyrittävä käyttämään vaarallisia kemikaaleja mahdollisimman vähän, ja vaarallinen kemikaali tulee korvata vähemmän vaarallisella, mikäli se on mahdollista (kemikaalilaki 16a §). Kemikaalin valmistuksessa, maahantuonnissa ja käsittelyssä on noudatettava riittävää huolellisuutta ja varovaisuutta henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkojen estämiseksi (kemikaalilaki 15 §). Kemikaalin valmistajan, maahantuojan, jakelijan tai muun toiminnanharjoittajan, joka vastaa kemikaalin markkinoille tai käyttöön luovuttamisesta, on laadittava ammatikäyttöön tarkoitettu kemikaalista käyttöturvallisuustiedote (kemikaalilaki 17 §). Vaarallisten kemikaalien käytöstä ja varastoinnista säädetään valtioneuvoston asetuksessa vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999). Vaarallisia kemikaaleja käsitellään ja varastoidaan teollisuudessa huomattavia määriä. [12; 18].



### 3.4 Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi

Teollisuudessa varastoidaan ja käsitellään suuria määriä kemikaaleja. Koska monet näistä ovat palavia, räjähtäviä tai terveydelle vaarallisia, on myös huomioitava näihin liittyvä ilmeinen ympäristöriski. Kemikaaleihin liittyvää onnettomuusriskiä on pitkään yritetty pienentää erilaisin direktiivien ja sääntöjen avulla. Vuonna 1982 hyväksyttiin nk. Seveso-direktiivi (EU-direktiivi 82/501/EEC). Direktiivi määrää, että kemikaaleja käsittelevää teollisuutta harjoittava on velvollinen osoittamaan viranomaisille, että onnettomuusriskit on tunnistettu ja ennaltaehkäiseviin toimenpiteisiin on ryhdytty ja mahdollisten onnettomuuksien seuraukset on pyritty minimoimaan. [2, s. 18.]

Direktiivien lisäksi on lisävaatimuksia ja lupamenettelyjä vaarallisten kemikaalien käsittelylle. Kaikkien vaarallisten kemikaalien käsittelijöiden ja varastojien – myös niiden, jotka eivät ole ilmoitus- tai lupavelvollisia – tulee toiminnassaan noudattaa kemikaalilain mukaisia yleisiä turvallisuusvaatimuksia. [12.]

Lain vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005, § 22) mukaan kemikaaleja käsittelevä ja varastoiva toiminta jaetaan käytettävien kemikaalien määrän ja vaarallisuuden mukaan laajamittaiseen ja vähäiseen toimintaan. Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin teollisen käsittelyn ja varastoinnin jaottelusta. Käytettävien kemikaalimäärien ja luokitusten perusteella laajamittaisen toiminnan yritykset jaetaan lupalaitoksiin, toimintaperiaateasiakirjalaitoksiin sekä turvallisuus selvityslaitoksiin. Laajamittainen toiminta määritellään ns. suhdeluvun avulla, josta on kerrottu tarkemmin asetuksessa (59/1999, § 13) sekä sen liitteessä 1. Loviisan voimailaitos kuuluu turvallisuus selvityslaitoksiin, mikä tarkoittaa, että laitos on tehnyt toiminnastaan Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle (Tukes) turvallisuus selvityksen ja Tukes suorittaa laitosta koskevan jokavuotisen määräaikaistarkastuksen. [15.]

Turvallisuus selvitys velvollisella laitoksella tarkoitetaan laitosta, joka käsiteltävien ja varastoitavien kemikaalien laadun tai määrän vuoksi luokitellaan mahdollista suur onnettomuus vaaraa aiheuttavaksi kohteeksi. Turvallisuus selvitys velvollisissa teollisuus kohteissa turvallisuutta säädellään ja ohjataan monilla eri tavoilla. Keskeisimpiä kokonaisvaltaista kemikaaliturvallisuutta ohjaavia asiakirjoja laajamittaisessa kemikaalien käsittelyä ja varastointia harjoittavissa laitoksissa ovat vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annetussa asetuksessa (59/1999) ja vaarallisten

kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta annetussa laissa (390/2005) vaadittu turvallisuus selvitys (59/1999, 15 §; 390/2005, 30 §) sekä sisäinen pelastussuunnitelma (59/1999, 27 §; 390/2005, 28 §). [15; 16.]

### 3.5 Vaarallisten kemikaalien käytön valvonta

Kemikaalien laajamittaiselle teolliselle käsittelylle ja varastoinnille tarvitaan aina viranomaisen lupa. Suomessa tämän luvan myöntää Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.

Tukes myös valvoo vaarallisten kemikaalien käyttöä. (Vaarallisten kemikaalien varastointi. 2009: 5) Viranomaisvaatimukset ovat riippuvaisia käsiteltävän kemikaalin vaarallisuudesta ja käsiteltävästä määrästä. Valvonnan tehokkuus riippuu kemikaalin aiheuttamien vaarojen suuruudesta - mitä vaarallisempi kemikaali, sitä tarkemmin sen käyttöä valvotaan. Lainsäädännössä on lähtökohtana, että toiminnanharjoittaja tuntee kemikaaleihinsa ja prosesseihinsa liittyvät onnettomuusmahdollisuudet ja niiden seuraukset. Toiminnanharjoittajan tulee myös huolehtia onnettomuusriskin pienentämisestä. [17.]

Vaarallisten kemikaalien käsittely on jaettu laajamittaiseen ja vähäiseen toimintaan. Laajamittainen teollinen käsittely on aina luvanvaraista, käsittelyä ja varastointia valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Vähäistä teollista toimintaa valvoo paikallinen pelastusviranomainen. Ympäristölle ja terveydelle vaarallisten kemikaalien vähäistä käsittelyä ja varastointia ja kemikaalilain nojalla annettujen määräysten noudattamista valvoo kunnan kemikaaliviranomainen. [15.]

### 3.6 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajan ryhtymään toimenpiteisiin työntekijöidensä suojelemiseksi tapaturmilta ja terveyshaitoilta. Työnantajan on annettava vaarallista ainetta käsittelevälle työntekijälle tarpeelliset tiedot sekä opastusta. Työntekijöillä tulee olla asianmukaiset henkilösuojaimet sekä ohjeet aineiden käytöstä ja toimenpiteistä vaara- ja onnettomuustilanteissa. Työturvallisuuslain nojalla on annettu mm. valtioneuvoston päätös henkilösuojaimista. [11; 18.]

Jos työpaikalla on suuronnettomuuden vaara esimerkiksi siellä säilytettävien tai käsiteltävien vaarallisten aineiden takia, työnantajan on jatkuvasti huolehdittava tarpeellisista toimenpiteistä vaarojen tunnistamiseksi, onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja niiden seurauksien rajoittamiseksi työpaikalla. Työntekijöille on annettava ohjeet vaaran torjunnasta ja toiminnasta onnettomuuden sattuessa. Tarvittaessa on järjestettävä harjoituksia. [11.]

Työnantajan on huolehdittava siitä, että vaarallisen aineen pakkaukset, säiliöt ja putkistot sekä pysyvästi vaarallista ainetta sisältävät koneet on merkitty määräysten mukaisesti. Vaarallisten aineiden varastosäiliöt tulisi merkitä standardin SF 5491 mukaisesti ja putkistomerkinnot tulisi tehdä standardin SFS 3701 mukaisesti. [19.]

## 4 Kemikaaliturvallisuus Loviisan ydinvoimalaitoksella

### 4.1 Kemikaalit ja kaasut

Loviisan voimalaitoksella on käytössä monia eri kemikaaleja moneen eri tarkoitukseen. Useimpia voimalaitoksella varastoitavista kemikaaleista käytetään primääri- ja sekundääripiirin vesien käsittelyyn, jotta piiriin saadaan sopivat olosuhteet esimerkiksi korroosion estämiseksi. Lisäksi kemikaaleja käytetään mm. primääripiirin poistokaasujen käsittelyyn, reaktorirakennuksen jäälauhduttimien jään valmistukseen ja primääripiirin laitteiden ja putkistojen dekontaminointiin.

Laitoksella on myös käytössä monia eri kaasuja. Suurin osa niistä käytetään kemian laboratorion analyysilaitteisiin, säteilysuojelun henkilömonitoreihin ja hitsauskaasuina. Prosessikaasuina laitoksella käytetään vetyä, typpeä ja ammoniakkia mm. generaattorin jäädytykseen, säiliöiden räjähdysvaarallisten kaasupitoisuuksien estoon ja prosessivesien pH:n säätöön.

Asetettujen kemian parametrien ohjearvojen ja rajoitusten turvallisuustavoitteiden saavuttamiseksi valitut keinot ja käyttötavat kaikkien laitoksella käytettävien kemikaalien ja kaasujen kohdalla perustuvat sekä omiin että muiden laitosten käyttökokemuksiin.

### 4.2 Turvallisuusluokitellut tarveaineet (TLTA)

Kaikki laitosalueelle tuotavat kemikaalit arvioidaan TLTA-prosessin avulla. Tämä tarkoittaa, että kaikkien laitoksen prosesseissa ja prosessitiloissa käytettävien kemikaalien soveltuvuus aiottuun käyttöön arvioidaan. TLTA-hyväksymismenettelyllä pyritään varmistamaan, ettei prosessiin pääse haitallisia aineita. Näitä aineita ovat esimerkiksi aineet, jotka voivat aktivoitua prosessiin joutuessaan ja näin ollen aiheuttaa ylimääräistä aktiivisuutta (säteilynnoksia) tai epäpuhtauksia, jotka edistävät korroosiota.

Kemikaalin hyväksymisprosessia arvioi luokitusryhmä, joka koostuu laitoksella olevista eri alojen asiantuntijoista. Hyväksymisprosessissa tarkastellaan kemikaalien kemiallisten ominaisuuksien lisäksi esimerkiksi työ- ja laitosturvallisuuden, palonsuojelun, ympä-


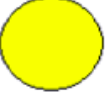


ristöturvallisuuden ja jätehuollon kannalta. TLTA-menettelyssä varmistetaan myös, että kaikkien kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteet ovat ajan tasalla.

Hyväksytyt TLT-aineet luokitellaan neljään eri luokkaan, joiden perusteella niiden sallittu käyttö määräytyy. Luokan 1 aineita saa käyttää kaikissa prosessinosissa ja komponenteissa. Ainetta ei myöskään tarvitse poistaa järjestelmäpinnoilta ennen järjestelmän käyttöönottoa, mikäli aine ei näy visuaalisesti. Tämän luokan aineet on merkitty vihreällä. Luokan 2 aineita saa käyttää kuten luokan 1 aineita, eli kaikissa prosessinosissa ja komponenteissa, kuitenkin sillä erolla, että aineen jäännökset on poistettava kaikilta pinnoilta ennen järjestelmän käyttöönottoa. Tämän luokan aineet on merkitty keltaisella. Luokan 3 aineita ei saa käyttää prosessijärjestelmien sisällä, ja niiden kaikki jäännökset on poistettava pinnoilta ennen järjestelmän käyttöönottoa. Tämän luokan aineet on merkitty punaisella. Viimeisen luokan eli luokan 4 aineista annetaan erillinen käyttöohjeistus tapauskohtaisesti. Tähän luokkaan kuuluvat tilapäiset luvat, prosessikemikaalit ja apuaineet, maalit, voiteluöljyt ja muut luokkaan 1-3 soveltumattomat aineet, joita joudutaan käyttämään TLTA-järjestelmien vaikutuspiirissä. Tämän luokan aineet on merkitty sinisellä.

Hyväksymismenettelyjä on kaksi: laaja ja suppea. Suppeaa menettelyä käytetään lähinnä, kun olemassa olevien TLTA-tuotteiden nimet muuttuvat, mutta kemiallinen koostumus pysyy samana. Suppea menettely keskittyy aineen kemiallisiin vaikutuksiin. Laajassa menettelyssä arvioinnin suorittaa luokitustyöryhmä. Laajaa menettelyä sovelletaan kokonaan uusille turvallisuusluokiteltaviksi ehdotetuille tarveaineille. Luokittelumenettelyssä asiantuntijat arvioivat tarveaineen vaikutukset laitoksella ja tarvittaessa asettavat käyttörajoituksia tai hylkäävät aineen.

Hyväksynnän jälkeen hyväksymistieto tallennetaan Doris-tietokantaan. Doriksesta hankinta pystyy tarkastamaan kemikaalien TLTA-luokituksen. Tämän lisäksi hyväksytyjen TLTA-tuotteiden käyttöturvallisuustiedotteet siirretään Chemsoft-käyttöturvallisuustiedotetierekisteriin.

## TLT-aineluokat

	<p><b>Luokka 1</b> Merkintä vihreä. Aineita saa käyttää kaikissa putkissa ja komponenteissa, jotka ovat kosketuksissa turvallisuusluokitellun järjestelmän kanssa. Aineita ei tarvitse poistaa järjestelmäpinnoilta ennen järjestelmän käyttöönottoa, mikäli aine ei näy visuaalisesti.</p>
	<p><b>Luokka 2</b> Merkintä keltainen. Aineita saa käyttää prosessitiloissa putkissa ja komponenteissa, jotka ovat kosketuksissa turvallisuusluokitellun järjestelmän kanssa. Kaikki aineen jäännökset on kuitenkin poistettava pinnoilta ennen kuin järjestelmä jälleen täytetään vedellä tai höyryllä.</p>
	<p><b>Luokka 3</b> Merkintä punainen. Näitä aineita ei saa viedä valvotulle alueelle. Aineita saa käyttää järjestelmäpinnoilla, joiden käyttölämpötila on alle 100°C. Kaikki aineen jäännökset on kuitenkin poistettava turvallisuusluokitellun järjestelmän kanssa kosketuksissa olevilta pinnoilta ennen järjestelmän käyttöönottoa.</p>
	<p><b>Luokka 4</b> Merkintä sininen. Aineiden käyttöä tarkastellaan ja se ohjeistetaan tapauskohtaisesti. Tähän ryhmään kuuluvat tilapäiset luvat, prosessikemikaalit ja apuaineet, maalit, voiteluöljyt ja muut luokkiin 1-3 soveltumattomat aineet, joita joudutaan käyttämään TLTA-prosessien vaikutuspiirissä.</p>

10 16.04.2010

Anu Ropponen



**Kuva 3. TLT-aineiden luokitus [8]**

### 4.3 Käyttöturvallisuustiedote (KTT)

Käyttöturvallisuustiedote on asiakirja, jolla välitetään tietoa aineen tai seoksen ominaisuuksista, riskeistä sekä turvallisesta käytöstä teollisuus- tai ammattikäyttöön. Käyttöturvallisuustiedotteesta säädetään REACH-asetuksen (EY) N:o 1907/2006 tietojen toimittamista koskevan osaston IV 31 artiklassa sekä asetuksen liitteessä II. [13.]

Kemikaalin valmistajan, maahantuojan, jakelijan tai muun toiminnanharjoittajan, joka vastaa kemikaalin markkinoille tai käyttöön luovuttamisesta, on laadittava ammattikäyttöön tarkoitettu kemikaalista käyttöturvallisuustiedote ja toimitettava se kemikaalin vastaanottajalle. [13; 20.]

Käyttöturvallisuustiedotteessa on tiedot kemikaalin ominaisuuksista, luokittelusta ja vaaratekijöistä sekä suojaimia, käsittelyä, sammutusta ja hävittämistä koskevat ohjeet. Käyttöturvallisuustiedotteessa pitää olla myös ensiapuohjeet kemikaalille altistuneen hoitamiseksi. Tiedote tulee myös olla onnettomuuksien varalta nopeasti saatavissa, koska siinä mainitaan kyseisen kemikaalin osalta tarvittava ensihoito ja varotoimenpiteet. [21.]

Käyttöturvallisuustiedotteen tiedot ja ohjeet on tarkoitettu työsuojeluasiantuntijoille ja aineita työssään käsitteleville. Käyttöturvallisuustiedotteesta saadaan selville, mitä ainetta tai aineita kemikaali sisältää. Tiedotteesta selviää myös aineen YK-numero ja vaaratunnus, joiden avulla voidaan hakea palokunnalle tarkoitettu toimintaohje TOKEVA-ohjeista, OVA-ohjeista tai kansainvälisistä kemikaalikorteista. [19; 21.]

#### 4.4 Kemikaaliturvallisuusryhmä

REACH-asetus on EU:n vuonna 2007 kesäkuussa voimaan tullut kemikaaliasetus, jonka tavoitteena on ihmisten ja ympäristön turvallisuuden parantaminen. Asetus siirtää vastuuta kemikaalien turvallisesta käytöstä viranomaisilta teollisuudelle ja kemikaalien loppukäyttäjille. Tästä johtuen Loviisan voimalaitokselle perustettiin oma kemikaaliturvallisuusryhmä vuonna 2009.

Kemikaaliturvallisuusryhmän tarkoitus on varmistaa kaikki ne asiat ja toimet, joilla varmistetaan kemikaalien turvallinen käyttö eri tilanteissa Loviisan voimalaitoksella. Ryhmä pyrkii jokapäiväisessä toiminnassa varmistamaan kemikaalien soveltuvuutta ja oikeaa turvallista käyttöä organisaatioissa, koskien koko kemikaalin elinkaarta. Kemikaalien ympärille on kehittynyt laaja ja yksityiskohtainen lainsäädäntö, jolla säädelään muun muassa valmistusta, käsittelyä, luokitusta, pakkaamista, merkitsemistä ja kuljetusta.

Kemikaaliryhmään kuuluu edustajia ja asiantuntijoita seuraavilta aloilta: kemikaalikäytönvalvoja, kemian asiantuntija, työturvallisuus, ympäristö, logistiikka, ylläpito, käyttö, suojele, jätehuolto, rakennuspalvelu, puhtaanapito ja ympäristöpalvelut.

Ryhmä kokoontuu säännöllisesti noin kuusi kertaa vuodessa, tarvittaessa ryhmä voidaan kutsua koolle useammin. Ryhmän tehtävänä on toimia Loviisan voimalaitoksen asiantuntijatyöryhmänä kemikaaliturvallisuuteen liittyvissä asioissa. Tehtäviin kuuluu mm. kemikaalien turvallinen käyttö ja vaarojen torjunta, kemiallisten riskien arviointi, kemikaaliturvallisuusasioiden seuraaminen ja ylläpitäminen suhteessa lainsäädäntöön, työturvallisuus- ja kemikaaliturvallisuusmääräykset, kemikaalionnettomuuksiin varautuminen ja niihin liittyvät toimenpiteet ja kemikaalikoulutus laitoksella.

#### 4.5 Chemsoft

Chemsoft-rekisteri on koko Fortumin yhteinen käyttöturvallisuustiedoterekisteri, josta löytyy sähköisessä muodossa kaikkien laitoksella käytettäviksi hyväksytyjen kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteet, turvallisuusohjeet ja ympäristötietolehdet. Tietoja pääsevät lukemaan kaikki ne henkilöt, joilla on käyttöoikeudet laitoksen tietokoneisiin. Kaikilla laitoksella työskentelevillä urakoitsijoilla ei kuitenkaan ole pääsyä laitoksen tietojärjestelmiin. Näiden urakoitsijoiden käyttämien kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteet on tulostettu kemikaalien käyttäjille, ja ne löytyvät myös kemikaalien käyttöpaikoista.

Chemsoft-järjestelmästä löytyy koottuna yksityiskohtaista tietoa kaikista käytössä olevista kemikaaleista. Jokaisen kemikaalin kohdalla löytyy turvallisuusohje, ympäristön tiedotuslehti ja käyttöturvallisuustiedote. Lisäksi löytyy tietoa kemikaalin toimittajasta, vaaroista sekä siitä, mitkä muut laitokset käyttävät samaa kemikaalia milläkin osastolla.

#### 4.6 Laboratorio

Loviisan voimalaitoksella on kaksi laboratoriota, radiokemian laboratorio ja vesi- ja öljylaboratorio. Radiokemian laboratorio sijaitsee laitoksen valvotulla alueella siellä käsiteltävien näytteiden mahdollisen aktiivisuuden ja kontaminaation leviämisen estämiseksi. Vesi- ja öljylaboratorio on taas sijoitettu laitoksen ”puhtaalle” puolelle, koska siellä käsitellään ainoastaan ei-aktiivisia sekundääripiirin näytteitä. Molemmissa laboratorioissa on käytössä laaja määrä erilaisia laboratoriokemikaaleja ja kaasuja analyysijä ja analyysilaitteita varten. Kaikki kemikaalit säilytetään vaatimusten mukaisissa laboratorioiden kemikaalivarastoissa ja kaapeissa, missä mahdollisesti vuodot ja niistä vapautuvat kemikaalihöyryt voidaan kerätä turvallisesti talteen. Myös kemikaalien yhteensopimattomuudesta mahdollisesti aiheutuvat riskit on huomioitu varastoinnissa.

Laboratoriossa työskentelevät laborantit ovat oman koulutuksensa lisäksi käyneet laitoksella järjestettävän tulokoulutuksen, työturvallisuuskorttikoulutuksen sekä laboratorion oma työturvallisuuskoulutuksen, jotka järjestetään säännöllisin väliajoin. Tämän lisäksi kaikki laboratoriossa tehtävät työt on ohjeistettu tarkasti. Ohjeissa on otettu huomioon työn riskit, käytettävien kemikaalien vaarat ja tarvittavat suojarusteet.



Käyttökemianryhmään ja radiokemianjaokseen kuuluvilla henkilöillä on laitoksella työskentelevistä ihmisistä paras kemikaalituntemus ja -koulutus.

Kemian laboratorio on myös laatinut laboratorion laatuohjeen, mihin jokaisen laboratoriotiloja säännöllisesti käyttävän henkilön on tutustuttava ennen töiden aloittamista laboratoriotiloissa. Laatuohjeessa on kuvattu yleisiä laboratoriotyön työturvallisuuteen liittyviä erityispiirteitä. Laboratoriotilat ja niissä käytettävät aineet ja menettelyt poikkeavat muusta laitoksen työympäristöstä, ja tavanomaiset laitoksella tarjolla olevat suojavälineet eivät aina ole tarkoituksenmukaisia tai riittäviä laboratoriotyössä. Koska laboratoriotyössä turvallisuusnäkökohdat vaihtelevat runsaasti työn luonteen mukaan, on yksittäisiin laboratoriotöihin liittyvät ympäristö- ja turvallisuusnäkökohdat, vaatimukset ja erityispiirteet kuvattu erillisissä työ- ja analyysiohjeissa.

Laatuohjeessa on myös ohjeistettu toiminta mahdollisen kemikaalin säilytysastian rikkoontuessa kuljetuksen tai muun käsittelyn aikana. Suurien liuotinmäärien ja erityisen vaarallisten kemikaalien kohdalla on aina otettava yhteys suojeluyksikköön, joka suorittaa turvallisesti kaikki tarvittavat kemikaalin raivaustoimenpiteet. Muissa tapauksissa, kun raivaustoimenpide suoritetaan itse, löytyy jokaiselle kemikaalille tarvittavat toimenpiteet, välineet ja suojavarustus laatuohjeesta, ja lisätietoa löytyy myös Chemsoft-järjestelmästä.

Laatuohjeessa ohjeistetaan myös tarkasti, mitä suojavälineitä tulisi käyttää kemikaaleja käsiteltäessä, näytteiden haussa ja analyysijä tehtäessä. Tietoa erityistöissä tarvittavista lisäsuojavarusteiden käytöstä löytyy työtiloissa olevista yksittäisistä työohjeista.

#### 4.7 Kemikaalin käytönvalvoja

Kemikaaliturvallisuuslain 29 §:n mukaan kaikissa laajamittaisista teollista käsittelyä ja varastointia harjoittavissa tuotantolaitoksissa on oltava henkilö, joka tuntee kemikaaleja koskevat säännökset ja määräykset. Tämä henkilö on toiminnanharjoittajan erikseen tehtävään nimeämä henkilö, kemikaalin käytönvalvoja. Käytönvalvojan vastuualueet tulee määritellä kirjallisesti, ja ne tulee olla yleisesti tiedossa tuotantolaitoksessa. Isoissa tuotantolaitoksissa kemikaalin käytönvalvoja voi olla useampia. [22.]

Loviisan voimalaitoksella kemikaalin käytönvalvojiksi on määritetty kolme henkilöä. Käytönvalvojat huolehtivat siitä, että tuotantolaitoksessa toimitaan kemikaaleja koskevien säännösten ja määräysten sekä lupaehtojen mukaisesti. Käytönvalvojan tulee myös tuntea tuotantolaitoksen toiminta, sitä koskevat säädökset sekä turvallisen toiminnan edellytykset. Kaikkien käytönvalvojien on suoritettava Tukesin järjestämä pätevyyskoe saadakseen toimia kyseisessä tehtävässä. Kemikaalin käytönvalvoja on myös se, joka on yhteyshenkilönä Tukeisiin kaikissa suuremmissa kemikaaleihin liittyvissä onnettomuus- tai tapaturmatilanteissa. [22.]

#### 4.8 Suojeluyksikön kemikaalitiedonlähteet

##### 4.8.1 TOKEVA-ohjeet

TOKEVA-ohjeet (Torjuntaohjeet kemikaalien vaaratilanteille) on laadittu Suomen palokuntien vaarallisten aineiden torjuntaa varten. TOKEVA-ohjeita päivittää Pelastusopisto. Ohjeet koostuvat kymmenestä osasta, osat 1-4 on tarkoitettu onnettomuustilanteissa käytettäviksi ja osia 5-10 käytetään varaudettaessa eri tavoin onnettomuuksiin. Ohjeiden sisältö käsittää mm. käyttäjän oppaan, hakemiston, onnettomuustilanteissa käytettävät taktiset torjuntaohjeet, vaaratekijät ja tarvittavat henkilösuojaimet. [2; 19; 23.]

##### 4.8.2 OVA-ohjeet

OVA-ohjeita (Ohjeet onnettomuuden vaaraa aiheuttaville aineille) on tällä hetkellä yhteensä 112 kemikaalille ja kemikaaliryhmälle. OVA-ohjeet on tarkoitettu kaikille kemikaalien kanssa tekemisiin joutuville: teollisuuden työntekijöille, työnsuojelu- ja ensiapuhenkilöstölle sekä pelastustoimen, ympäristösuojelun ja terveydenhuollon viranomaisille. OVA-ohjeet sisältävät tietoa kemikaalien luokituksesta, kemiallisista ja fysikaalisista ominaisuuksista, ympäristö- ja terveysvaikutuksista sekä käyttäytymisestä vuodon ja tulipalon yhteydessä. [2; 19; 24.]

OVA-ohjeissa annetaan neuvoja kemikaalien oikeasta käsittelystä, varastoinnista ja kuljetuksista, toiminnasta tulipalon ja vuodon sattuessa, loukkaantuneiden ensiavusta ja hoidosta sekä jätteiden käsittelystä. Ohjeissa on annettu kemikaalivuotojen tapauksessa eristettävän ja varoitettavan alueen mitat. Ohjeisiin liittyy myös käyttäjän opas,

joka antaa tarvittavat taustatiedot. Kaikki OVA-ohjeet on laadittu saman sisällysluettelokaavan mukaan. OVA-ohjeet täydentävät TOKEVA-ohjeita erityisesti kemikaalien ominaisuuksien sekä terveys- ja ympäristövaikutusten osalta. [19; 24.]

#### 4.8.3 Farligt gods -ohjeet

Farligt gods on Ruotsin palotorjuntaliiton käsikirja vaarallisten aineiden onnettomuuksien varalta. Se koostuu A4-kokoisista ohjekorteista, joissa on runsaasti tietoa aineiden ominaisuuksista, vaaratekijöistä, torjunnasta, suojavälineistä ja ensiavusta. Vuoden 2010 alussa kortteja oli yhteensä yli 900, ja niitä päivitetään ja täydennetään kahdesti vuodessa. Kortit on sijoitettu neljään kansioon, joissa on myös synonyymi- ja YK-numerohakemistot. Kansioissa on lisäksi yleisohjeita torjuntataktiikasta ja -menetelmistä. [19.]

## 5 Laitoksella käytettävät prosessikemikaalit ja kaasut

### 5.1 Kemikaalit

#### 5.1.1 Hydratsiinihydraatti ( $N_2H_4$ )

Hydratsiinihydraatti tai yleisemmin hydratsiini on väritön, öljymäinen, sumuava ja hygroskooppinen neste, jolla on pistävä, ammoniakkia muistuttava haju. Hydratsiini on laitoksella käytettävistä prosessikemikaaleista kaikkein vaarallisin, myrkyllisyyden ja ympäristölle vaarallisuuden lisäksi se on luokiteltu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008 aineluettelossa luokiteltu kategoriaan 1B kuuluvaksi syöpää aiheuttavaksi aineeksi (Carc. 1B). Väkevät hydratsiiniliuokset ovat voimakkaasti syövyttäviä, ne syövyttävät muun muassa lasia, kumia ja korkkia. Puhdas hydratsiini on syttyvä ja palava neste, kuumentuessaan se hajoaa, jolloin muodostuu muun muassa vetyä, ammoniakkia ja typen oksideja. Hydratsiiniroiskeet ja -höyry voivat aiheuttaa ihmiselle jopa pysyviä silmä- ja ihovammoja. Maahan vuotanut tai kaatunut hydratsiini voi haihtua kuivasta pintamaasta, mutta se sitoutuu hiiltä ja savea sisältäviin maa-aineksiin. Ilmaan joutunut hydratsiini hajoaa hydroksyyliiradikaalien, otsonin ja typen oksidien vaikutuksesta ja sen puoliintumisaika on n. 3 - 9 tuntia. [23; 24; 25.]

Hydratsiinia käytetään Loviisa 1:n ja Loviisa 2:n primääri- ja sekundääripiireissä veden hapenpoistoon, kuitenkin pääosa laitoksella käytettävästä hydratsiinista pumpataan sekundääripiiriin. Sekundääripiirissä hydratsiinia käytetään säilöntäkemikaalina seisokeissa ja pH:n säätöön tehoajon aikana. Sekundääripiirin veteen syötetään käynnin aikana 1 % hydratsiiniliuosta, ja saadaan pH pysymään alueella 9,0 - 9,1 korroosion minimoimiseksi.

Pääosa laitoksella käytetystä hydratsiinista käsitellään erillisellä hydratsiinipumppaamolla, jossa sijaitsee myös hydratsiinivarasto. Väkevää hydratsiiniä on myös pieniä määriä varastoitu TB-kemikaaliaseman yhteyteen primääripiirin syöttöä varten.

Hydratsiinin vaarallisuuden takia hydratsiinin käsittely on ohjeistettu tarkasti laitoksen omissa ohjeissa, ja kulku hydratsiiniasemalle on rajattu. Hydratsiinipumppaamolla syntyneet mahdollisesti hydratsiinia sisältävät jätteet kerätään erilleen muista jätteistä ja

toimitetaan hävitettäväksi ongelmajätteenä. Asemalla hydratsiinin ilmakonsentraatio pyritään pitämään mahdollisimman pienenä riittävän ilmanvaihdon avulla. Vuototilanteissa syntyvät vaaralliset hydratsiinin höyryt saadaan tehokkaasti poistettua ilmanvaihdon avulla. Lisäksi hydratsiinin käsittelyssä käytettävät laitteet ovat täysin ulospäin tiiviitä, ja koko hydratsiinjärjestelmä on ns. suljettu järjestelmä. Tämä estää hydratsiinin pääsyn työilmaan, huonetiloihin tai ympäristöön.

Hydratsiinivuotojen varalle pumppaamon säiliöt ja pumpput on sijoitettu vuotojenkeruualtaaseen. Altaan avulla mahdolliset vuodot kerätään hallitusti talteen vuotojenkeruusäiliöön, samaan säiliöön kerätään myös pumppaamon jätevedet. Vuotojenkeruusäiliön hydratsiinipitoisuus analysoidaan ennen säiliön tyhjentämistä; jos vedessä on hydratsiinia, toimitetaan säiliön sisältö ongelmajätelaitokselle, muuten se lasketaan neutralointisäiliön kautta mereen. Suurimpia vaaroja hydratsiinin käsittelyssä aiheuttavat pitkät tynnyrikuljetukset pumppaamolta TB- kemikaaliasemalle, missä sitä tarvitaan pieniä määriä primääripiiriin syöttöä varten, sekä käsin tehtävät pumppaukset varastotynnyreistä syöttösäiliöihin.

Aktivoimaton ja aktivoitu 35-prosenttinen hydratsiini toimitetaan voimalaitokselle 200 litran astioissa kuormalaivoilla tai 1000 kg:n nestekontissa. Yhdessä toimituksessa tuodaan 1600 litraa 35-prosenttista hydratsiinia. Hydratsiinitynnyrit ovat neljän tynnyrin erinä trukkilavoilla. Ennen hydratsiinin siirtämistä vastaanotto paikalta käyttöpaikalle siitä otetaan tarkistusnäyte pitoisuuden ja laadun varmistamiseksi. Näytteet ottaa ja tarkastuksen suorittaa kemian laboratorio. Laitoksella hydratsiinin varastoistava maksimumimäärä on 10 tonnia.

### 5.1.2 Boorihappo ( $H_3BO_3$ )

Boorihappo on hajuton ja väritön aine, varastotavarana se on kiinteässä muodossa, joko värittöminä kiteinä tai valkoisena jauheena. Boorihappo ei ole syttyvä, palava tai räjähtävä kemikaali, ja se imeytyy heikosti terveen ihon läpi. Kiinteätä boorihappoa käsiteltäessä tulisi käyttää pölynaamaria ja suojalaseja estämään pienten hiukkasten pääsy hengitysteihin. Boorihappo luokitellaan myrkylliseksi, jos lopullisessa valmisteessa on boorihappoa yli 5,5 %. Uuden EU-lainsäädännön mukaan tulisi jätteet käsitellä ongelmajätteenä ja hävittää säädösten mukaisesti. Veteen liuennut boorihappo reagoi

heikkona happona ja voi syövyttää perusmetalleja. Reaktio voimakkaasti pelkistävän aineen kanssa aiheuttaa vetykaasun muodostumista, jolloin räjähdysvaara on olemassa. Boorihappo on normaaleissa olosuhteissa stabiili aine, mutta kuumentuessa siitä vapautuu kidevettä ja muodostuu metaboorihappoa ( $\text{HBO}_2$ ), ja lämpötilan noustessa edelleen muodostuu boorioksidia ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ). [23; 24; 25.]

Boorihappoa käytetään Loviisa 1:n ja Loviisa 2:n primääripiirin eri vesijärjestelmissä sekä polttoainevaraston allasvedessä neutroniabsorbaattorina. Primääripiirin veden  $\text{H}_3\text{BO}_3$ -pitoisuus on alueella 0,1 – 14 g/kg. Kylmän seisokin aikana  $\text{H}_3\text{BO}_3$ -pitoisuus on 13 g/kg ja käynnin aikana se on alueella 0,1 – 7,5 g/kg. Boorihappokonsentraatiota pienennetään primääripiirissä tasaisesti käyttöjakson ajan, koska polttoaineen ylimääräinen reaktiivisuus vähenee käyttöjakson kuluessa riippuen polttoaineen palamasta.

Boorihappoa käytetään myös varmistamaan reaktorin pysyminen alikriittisenä, kun reaktori on sammutettuna esimerkiksi huoltoseisokin takia. Onnettomuustilanteessa reaktorin neutroniteho sammutetaan ensisijaisesti ajamalla säätösauvat sydämeen, mutta säätösauvojen ohella boorataan piiri aina reaktorin saamiseksi alikriittiseksi.

Boorihappoa varastoidaan laitoksella sekä kiinteänä että valmiina liuksena. Liuos valmistetaan laitoksella kiinteästä boorihaposta. Yli 5-painoprosenttinen boorihappo luokitellaan myrkylliseksi, minkä takia laitoksella varastoitavat boorihappoliuokset ovat alle 5-painoprosenttisia, joten ne luokitellaan haitallisiksi. Laitoksella väkevää boorihappoa käsitellään valmistettaessa uutta boorihappoliuosta. Väkevän  $\text{H}_3\text{BO}_3$ -liuoksen varastosäiliöissä  $\text{H}_3\text{BO}_3$ -pitoisuus on 40 g/kg.

Boorihappo toimitetaan laitokselle kiinteänä 20 kg:n säkkeihin pakattuna kuormalavoilla, säkit on varustettu kaksoisseinämällä (paperi/muovikalvo) repeytymisen estämiseksi. Boorihappoa saa varastoida laitoksella yhteensä enintään 135 tonnia.

### 5.1.3 Ammoniakkivesi

Ammoniakkivesi on väritön neste, jolla on hyvin voimakas pistävä haju. Ammoniakki on vahva emäs ja erittäin haihtuvaa. Ammoniakkivettä käsiteltäessä tulee varoa aineen joutumista iholle, silmiin tai vaatteisiin. Suojavarusteina tulisi olla ammoniakkisuodattimella varustettu hengityksensuojain, ja roiskeilta on suojauduttava käsineillä, saappaila sekä esiliinalla. Käsittelyssä tulee myös estää mahdollisen staattisen sähkön aiheuttamat kipinät, mitkä voivat sytyttää ammoniakkihöyryt. Vuototapauksissa tulee käyttää inerttiä imeytysainetta (hiekkaa, silikageeliä) vuodon talteenottoon, ja jätteet on käsiteltävä ongelmajätteenä säädösten mukaisesti. Ainetta ei saa säilyttää happojen, hapestävien aineiden tai syttyvien kemikaalien yhteydessä. [23; 24; 25.]

Ammoniakin voi tunnistaa hajusta, mutta se ei ole kuitenkaan riittävä varoitusmerkki, sillä ammoniakin pitoisuus voi olla haitallinen, vaikka hajua ei tunnu. Ammoniakki reagoi kiivaasti ja lämpöä kehittäen happojen ja hapettimien kanssa. Ammoniakki voi muodostaa räjähtäviä yhdisteitä monien eri aineiden kanssa. Ammoniakki syövyttää erityisen voimakkaasti kuparia, mutta myös muita metalleja. Vuototapauksissa tulee erityisen tarkasti ottaa huomioon ammoniakin höyrystyminen ja tästä johtuva ammoniakkihöyryjen aiheuttama varallisuus. [28.]

Laitokselle tuleva ammoniakki on 25-prosenttista ammoniakkivettä, josta varastoliuoksesta tehdään laimentamalla 1 % ammoniakin käyttöliuos. Ammoniakkivettä käytetään primääripiirissä pH:n säätöön ja vedyn tuottamiseen. Liuosta syötetään jatkuvatoimisesti laitoksien käynnin aikana primääripiirien veteen. Reaktorin neutronivuossa ammoniakki hajoaa vedyksi ja typeksi. Pienellä ylimääräisellä vetypitoisuudella pidetään primääripiirien veden happipitoisuus hyvin pienenä, ja siten pysyy myös primääripiirien korroosio mahdollisimman matalana.

Ammoniakin toinen tärkeä tehtävä primääripiirissä on kaliumpitoisuuden säätäminen primäärijäähdytteessä. Tämä tapahtuu syöttämällä ammoniakkia ionivaihtohartseihin, jolloin ammoniakki syrjäyttää hartseissa olevan kaliumin.

Ammoniakkivesi toimitetaan laitokselle uusissa 200 l:n astioissa, joissa on 180 l ammoniakkivettä, 3200 kg:n erissä. Vahvaa 25-prosenttista ammoniakkivettä varastoidaan tynnyreissä käyttökohteissa, ja ammoniakin käsittely ja tilat ovat identtiset hydratsiin

kanssa, joten vaarat ovat näissä myös samat. Kuten hydratsiinin kanssa, myös ammoniakkivedestä otetaan näyte saapuneesta tynnyrierästä, ennen kuin se toimitetaan käyttöpaikalle; näytteenoton suorittaa kemian laboratorio. Ammoniakkiveden suurin sallittu varastointimäärä laitoksella on yhteensä 10 tonnia.

#### 5.1.4 Kaliumhydroksidi (KOH)

Kaliumhydroksidi on vakoinen, ilman kosteuteen osittain liukeneva kiinteä aine, jolla ei ole merkittävää hajua. Se on voimakkaasti syövyttävä sisäänhengitettynä, nautittuna tai kosketuksissa silmien ja ihon kanssa. Kaliumhydroksidi on vahva emäs, joka reagoi kiivaasti happojen kanssa ja syövyttää kosteassa ilmassa metalleja kuten alumiinia, tinaa, sinkkiä ja metalliseoksia, jolloin muodostuu syttyvää/räjähtävää vetykaasua. Aine syövyttää myös joitakin muovilaatuja, kuten kumia ja maalipintoja. Kosteuden ja veden kanssa syntyy lämpöä; tämä on huomioitava ainetta liuotettaessa tai laimennettaessa. Vettä ei saa kaataa aineeseen, vaan ainetta tulisi aina lisätä varovaisesti veteen. Käsitelyssä tulee noudattaa suurta varovaisuutta ja välttää välitöntä kosketusta. Täydellistä suojavaatetusta ja -jalkineita suositellaan. Pölyisissä olosuhteissa tulee myös käyttää pölyhengityssuojainta. [23; 24; 25.]

Kaliumhydroksidia käytetään Loviisan voimalaitoksessa puskuroimaan Loviisa 1:n ja Loviisa 2:n primääripiirin vedessä oleva boorihappo ja samalla pitämään veden korkealämpötila pH<sub>300</sub>-arvo alueella 7,0–7,2. Pieniä määriä käytetään myös primääripiirin puhtaan välijäädytyspiirin pH:n säätöön ja korroosionestoon.

Primääripiirin korroosio-olosuhteiden muuttamiseksi vähemmän korrodoivaksi nostetaan primäärijäähdytteen pH:ta kaliumhydroksidilla. Primääripiirin jäähdytteen pH säädetään neutraaliksi primääripiirin lämpötilassa. Kaliumhydroksidia syötetään piiriin laitoksen ylösajon yhteydessä, ja se sitoutuu primääriveden puhdistuksessa käytettäviin ioninvaihtohartseihin, kuten aikaisemmin kohdassa 5.1.3 on kuvattu. Kaliumin pitoisuutta primäärijäähdytteessä kontrolloidaan syöttämällä primääripiiriin ammoniakkia, joka ajaa kaliumia ulos ioninvaihtohartseista.

Kaliumhydroksidi toimitetaan 20 kg:n pakkauksissa ja 1 kg:n purkeissa, ja sitä säilytetään tarvikeainevarastolla. Kaliumhydroksidin laatu ja pitoisuus tarkistetaan aina labo-



ratorion toimesta, ennen kuin tuote siirretään käyttöpaikalle. Suurin sallittu kaliumhydroksidin varastointimäärä laitoksella on 3 tonnia.

#### 5.1.5 Natriumhydroksidi (NaOH)

Natriumhydroksidi on valkoista, hajutonta ja haihtumatonta kiinteää ainetta. Natriumhydroksidi on 50-prosenttisenä vesiliuoksena huoneenlämpötilassa neste, mutta sitä väkevämmät vesiliuokset ovat joko erittäin viskooseja nesteitä tai kiinteitä. Natriumhydroksidi ei pala, mutta se voi reagoida voimakkaasti veden ja monien muiden aineiden kanssa. Samalla voi muodostua niin paljon lämpöä, että lähellä olevat palavat materiaalit syttyvät. Natriumhydroksidi on hyvin syövyttävää ja erityisen vaarallista silmillemme. Vahvat hapot reagoivat natriumhydroksidin kanssa kiivaasti. Natriumhydroksidi syövyttää metalleja kuten sinkkiä, magnesiumia ja alumiinia vapauttaen syttyvää vetykaasua. [23; 24; 25.]

Natriumhydroksidia käytetään laitoksella pääasiassa anionivaihtimien elvytyskemikaalina täyssuolanpoistolaitoksella. Primääripiirin puolella natriumhydroksidilla elvytetään höyrystimien ulospuhallusvesien puhdistukseen käytettäviä anionivaihtimia ja säädetään prosessivesien pH:ta. Natriumhydroksidia käytetään myös hapetusliuoksissa kaliumpermanganaatin kanssa

Natriumhydroksidia käytetään myös laitoksen veden puhdistusprosessissa veden pH:n säätöön, jotta saadaan polyalumiinikloridin avulla vedessä olevat epäpuhtaudet flokkuloitumaan. Veteen lisätään vielä hypokloriittia veden desinfiointiksi, ja tämän jälkeen se selkeytetään selkeytysaltaissa. Talousvedeksi menevä vesi käsitellään vielä suodatuksen jälkeen natriumhydroksidilla ja hypokloriitilla, jotta pystytään varmistamaan sen käyttökelpoisuus talousvetenä. Natriumhydroksidia käytetään myös radioaktiivisten poistokaasujen pesuun ja dekontaminointikemikaalina.

Väkevä 48-prosenttinen natriumhydroksidi toimitetaan laitokselle säiliöautoilla noin 10 m<sup>3</sup> kerrallaan. Natriumhydroksidi otetaan vastaan laitosalueella sijaitsevilla purkupaikoilla suoraan varastosäiliöihin. Koska kemikaali tuodaan laitokselle säiliöautolla, on vastaanottorutiini hieman erilainen muihin varstokemikaaleihin nähden. Natriumhydroksidia saa säilyttää laitoksella maksimissaan 36,5 tonnia vastaava määrä.

### 5.1.6 Rikkihappo ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

Rikkihappo on kirkas, värittömästä kellertävään ja ruskeaan vaihteleva öljymäinen neste. Rikkihappo on hajutonta tai lievästi pistävän hajuista. Haju ei ole hyvä varoitusmerkki, sillä rikkihapon pitoisuus voi olla haitallinen, vaikka hajua ei tunnu. Rikkihappo voi reagoidessaan monien orgaanisten ja epäorgaanisten aineiden kanssa aiheuttaa tulipalon tai räjähdyksen. Väkevä rikkihappo tuottaa lämpöä liuetessaan veteen ja reagoi kiivaasti useiden metallien kanssa. Rikkihappo syövyttää nopeasti muun muassa alumiinia, kuparia ja niitä sisältäviä seoksia. Reaktiossa metallien kanssa voi kehittyä syttyvää vetykaasua. Rikkihapon kuumentuessa voi muodostua myrkyllisiä ja syövyttäviä kaasuja, rikkioksideja. Vuototilanteessa tulee estää rikkihapon pääsy viemäriin tai vesistöön. Imeytysaineena tulee käyttää inerttiä absorptioainetta, kuten Chemizorb, ja syntyneet jätteet on hävitettävä ongelmajätteenä. Rikkihapon käsittelyssä tulee suojavarusteina käyttää puoli- tai kokonaamaria hengityksensuojaimella. Roiskeita suojauttava käsineillä ja esiliinalla. [23; 24; 25.]

Rikkihappoa käytetään laitoksella UH-kemikaalijärjestelmässä. UH-järjestelmä on molempien laitossyksiköiden yhteinen kemikaalien syöttöjärjestelmä; sen tehtävänä on valmistaa, varastoida, laimentaa ja annostella lauhteenpuhdistus- ja suolanpoistolaitoksen ioninvaihtimien elvytyksessä käytettävät väkevät kemikaaliliuokset, rikkihappoa ja natriumhydroksidia. Järjestelmän tehtävänä on myös neutraloida elvytyksessä syntyvät happamat ja emäksiset jätevedet viranomaislupien edellyttämälle tasolle sekä hoitaa jätevesien poisto.

Väkevän 95-prosenttinen rikkihapon toimitus laitokselle on sama kuin natriumhydroksidilla, eli se tuodaan laitokselle säiliöautolla noin  $10 \text{ m}^3$  kerrallaan, kuorma puretaan laitoksella sijaitsevalla purkupaikalla suoraan varastosäiliöön. Rikkihappoon pätevät samat vastaanottorutiinit kuin natriumihydroksidiin. Rikkihappoa saa säilyttää laitoksella enintään 27 tonnia, mikä vastaa  $15 \text{ m}^3$  nestemäistä rikkihappoa.

### 5.1.7 Typpihappo ( $\text{HNO}_3$ )

Typpihappo on vahva happo ja väkevänä liuksena voimakas hapetin. Aine on väritön tai kellertävä neste, jolla on tukahduttava haju. Haju varoittaa melko hyvin terveysvaa-

rasta. Väkevä typpihappo "savuaa", koska siitä irtoaa typen oksideja. Typpidioksidi värjää savuavan typpihapon punaruskeaksi. Typpihapon höyryt ovat ilmaa raskaampia. Aine reagoi kiivaasti eräiden orgaanisten aineiden sekä rikkivedyn, kromihapon ja syaanivetyhapon kanssa. Reaktio voi aiheuttaa syttymisvaaran, ja reaktiossa voi vapautua myrkyllisiä typen oksideja. Aine syövyttää useimpia metalleja ja tekstiilejä. Metalleja syövyttäessään ja kuumentuessaan aine vapauttaa myrkyllisiä typen oksideja. Aineen liuetaessa veteen vapautuu lämpöä ja myrkyllisiä typen oksideja. Typpihappo ei ole syttyvä, mutta väkevä typpihappo voi voimakkaana hapettimena sytyttää helposti syttyviä materiaaleja. Palon lämmittämä typpihappo hajoaa, jolloin vapautuu typen oksideja, pääasiassa myrkyllistä typpidioksidia. Vuototilanteissa vuotanut typpihappo tulisi neutraloida kalkkijauheella ja syntyneet jätteet käsitellä ongelmajätteenä säädöksen mukaisesti. Typpihapon käsittelyssä suojarusteina tulee käyttää tiiviisti asettuvia suojalaseja tai kasvosuojainta, roiskeilta tulee suojautua käsineillä, saappailla ja esiliinalla. Tulee myös käyttää sopivaa hengityksensuojainta, mikäli ilmastointi käsittelytilassa on riittämätön. [23; 24; 25.]

Typpihappoa käytetään voimalaitoksen primääripiirin apujärjestelmässä höyrystimien ulospuhallusvesien puhdistukseen käytettävien kationivaihtimien elvytykseen. Typpihappoa käytetään myös laitoksella syntyneen haihdutusjätteen pH:n säätöön, sillä 250 m<sup>3</sup>:n haihdutusjäte-erän pH säädetään 13:sta 11,5:een. pH-säädön jälkeen haihdutusjäte siirtyy kesiumin erotuslaitokselle, missä se puhdistetaan.

Väkevä 60-prosenttinen typpihappo toimitetaan laitokselle samalla tavalla kuten natriumhydroksidi ja rikkihappo, eli säiliöautossa. Typpihappo puretaan myös suoraan varastosäiliöön, mistä se laimennetaan edelleen tarvittaviin käyttöliuoksiin. Typpihapon suurin sallittu varastointimäärä voimalaitosalueella on 7 tonnia.

## 5.2 Kaasut

### 5.2.1 Vety ( $H_2$ )

Vety on väritön ja hajuton kaasu, se on myös kevein kaikista olemassa olevista kaasuista. Suomessa vetyä kuljetaan ja varastoidaan aina puristettuna kaasuna. Vety reagoi kiivaasti halogeenien (fluori, kloori, bromi ja jodi) ja useimpien halogeeniyhdisteiden kanssa. Vety muodostaa ilman hapen kanssa erittäin helposti syttyvän kaasun vety-ilmaseos alueella 4-75 %. Vety-ilmaseoksen sytyttämiseen riittää pienikin energia, esimerkiksi puristetun vedyn vuoto voi muodostaa niin paljon staattista varausta, että vuoto syttyy näennäisesti itsestään. Myös muu staattinen varaus, kuten kipinät, kuumat pinnat ja liekit voivat sytyttää vedyn helposti. Vuotava vety kohoaa ylöspäin, koska se on ilmaa kevyempää ja muodostaa syttyvän ilmaseoksen suljetun tilan yläosaan. Tämän takia sisätiloissa tapahtunut vetyvuoto on erittäin vaarallinen sen muodostaman suuren räjähdysvaaran vuoksi. Tulipalotilanteissa on tärkeää ottaa huomioon, että kuumentunut vetykaasusäiliö voi repeytyä, minkä jälkeen vapautunut vety palaa erittäin räjähdyksenomaisesti. [23; 24; 25.]

Vetykaasua käytetään voimalaitoksella molempien laitosten generaattorien jäädytykseen. Järjestelmän päätehtävänä on jäädyttää generaattorin sisällä oleva roottori ja staattorin levypaketti sekä siirtää vetyyn sitoutunut lämpö merivesijäähdytteisiin lämmönvaihtimiin.

Vedyn käyttö generaattorin jäädytykseen perustuu vedyn erittäin hyvään lämmönsioutumiskykyyn ja sen pienestä ominaispainosta johtuvaan alhaiseen hankaushäviöön. Jäähdetyksyvyn riittävyuden varmistamiseksi tulee generaattorissa olevan vedyn puhautuden olla tehokäytöllä aina yli 97,5 %. Vetyaine generaattorin sisällä pidetään noin 4 baarissa, jolloin generaattorin sisällä olevan vedyn tilavuus on noin 200 normaali- $m^3$ .

Vety muodostaa laitoksella käytettävistä prosessikaasuista suurimman vaaran sen vetyilmaseoksen muodostaman palo- ja räjähdysvaarallisuutensa vuoksi. Vaara on huomioitu laitoksella kaikissa vedyn käsittelyyn ja operointiin liittyvissä töissä. Mahdollisten vetyvuotojen aiheuttamien riskien minimoimiseksi on generaattoriin liitetty vetyvuotojen valvontajärjestelmä. Järjestelmä tarkkailee valottuja kohteita ja ilmoittaa heti val-

vomoon, jos se havaitsee pienenkin vetypitoisuuden nousun; yli 1 %:n vetypitoisuus aiheuttaa hälytyksen. Vuodonilmaisimilla valvotaan myös generaattorin vetytilaan mahdollisesti päässyttä vettä tai öljyä. Vetytilassa oleva neste ennakoi vetykaasun puhtauden laskua tai kosteuden nousua.

Generaattorin jäähdytysjärjestelmään on liitetty myös ns. hätätypetysjärjestelmä. Järjestelmä on suunniteltu tilanteisiin, jossa on vaarana vedyn syttyminen/räjähtäminen vuodon tai tulipalon seurauksena. Hätätypetysjärjestelmä on esitetty tarkemmin typpi-kaasua käsittelevässä osassa.

Vetyjä sisältävien järjestelmien huoltotöissä tulee erityisesti huomioida mahdollinen metallihilaan sisään sitoutunut vety, joka säiliön paineen laskiessa voi vapautua vetykaasuna ja aiheuttaa räjähdysvaaran. Näissä tapauksissa tulee kaikki säiliöt ja putket tuulettaa huolellisesti ennen töiden alkamista. [30]

Jäähdytysvety generaattoreille saadaan turbiinihallin ulkopuolella olevalta vetykeskuksesta. Vetykeskuksessa on kummankin laitoksen generaattorille neljä omaa vetyatteria. Paine vetyatterilla on täytöksestä riippuen 8-200 bar. Pattereilta vety syötetään paineenalennusventtiilien läpi generaattoreille. Vetyä saa laitoksella varastoida maksimissaan 0,25 tonnia samanaikaisesti.

### 5.2.2 Typpi (N<sub>2</sub>)

Typpi on hajuton, väritön ja mauton, hieman ilmaa kevyempi ja vetyä raskaampi kaasu. Typeä kuljetetaan ja varastoidaan joko puristettuna tai jäähdyttämällä nesteytetynä kaasuna. Nestemäinen typpi on väritön ja erittäin kylmä neste, ja yhdestä litrasta nestemäistä typeä saadaan noin 700 litraa kaasumaista typeä. Typpi on ns. inertti kaasu, eli se ei reagoi normaaliolosuhteissa muiden aineiden kanssa. Vaarana nestetyppivuodossa ovat kylmävaikutuksen johdosta aiheutuvat rakenteiden haurastumiset ja henkilövaarana paleltumiset ja tukehtumisvaara nestetyypen kaasuuntuessa. Tulipalotilanteissa tulee huomioida mahdollinen typpisäiliön repeäminen ja tästä johtuva nestemäisen tyypen hallitsematon vuoto. [23; 24; 25.]

Loviisan voimalaitoksen molempien laitousyksiköiden yhteisen typpijärjestelmän tehtävänä on varastoida nestemäistä typpeä ja höyrystä siitä typpikaasua matala- ja korkeapainetyppilinjoihin molempien laitoksien primääri- ja sekundääripuolien typenkuluttajille.

Järjestelmä syöttää matalapaineista typpikaasua mm. säiliöiden tilavuusmuutosten kompensointiin ja kaasutilojen huuhteluun estämään räjähdysvaarallisten kaasupitoisuuksien syntyminen. Typpeä syötetään myös generaattorien vetykaasun vaihdossa sekä pneumaattisten toimilaitteiden typpivarmennukseen paineilmasyötön häiriintyessä. Korkeapaineista typpikaasua käytetään hätävesiakkujen paineistamiseen sekä laitoksen alas- ja ylösajossa paineistimen typpipatjan muodostamiseen. Korkeapaineisen typen syöttö ei ole normaalisti toiminnassa, vaan se käynnistetään ainoastaan tarvittaessa.

Typpikaasua käytetään myös generaattorien jäähdytysjärjestelmän ns. hätätytetyksjärjestelmässä. Hätäjärjestelmää käytetään tilanteissa, jossa on vaarana generaattorin vedyn syttyminen/räjähtäminen vuodon tai tulipalon seurauksena. Järjestelmä toimii niin, että generaattoreissa oleva vety johdetaan valvomosta ohjattavan magneettiventtiilin kautta turbiinihallin katolle menevään linjaan, mistä se puhalletaan pihalle. Tämän jälkeen johdetaan hätätytetyksjärjestelmän avulla generaattoriin typpeä, kunnes typpipitoisuus on 98 %.

Typpilaitos sijaitsee ulkona laitosalueen pihalla, ja se koostuu typpisäiliöstä, korkeapainepumpuista sekä ilmahöyrystimistä. Laitos jakautuu kahteen osaan, jatkuvakäyttöiseen matalapaineosaan (9 bar) ja korkeapaineosaan (max. 200 bar). Typpi toimitetaan laitokselle nestemäisenä säiliöautolla, josta se pumpataan typpisäiliöön. Nestemäisen typen varastointilämpötila on noin -190 °C ja paine noin 9 bar.

### 5.2.3 Ammoniakki (NH<sub>3</sub>)

Ammoniakki on väritön kaasu, jolla on hyvin voimakas pistävä haju. Kuitenkaan haju ei ole riittävä varoitusmerkki tai tunnistusmenetelmä, sillä ammoniakkin pitoisuus voi olla haitallinen, vaikka hajua ei tunnu. Ammoniakki voi muodostaa ilman kanssa räjähtävän kaasuseoksen ja sen kaasumuoto on luokiteltu myrkylliseksi. Ammoniakki reagoi kii-

vaasti ja lämpöä kehittäen, happojen ja hapettimien kanssa, ammoniakkikaasu liukee myös helposti veteen ja vapauttaen lämpöä. Ammoniakki voi muodostaa räjähtäviä yhdisteitä monien aineiden kanssa. Ammoniakki syövyttää erityisen voimakkaasti kuparia, messinkiä ja alumiinia mutta myös muita metalleja. [23; 24; 25.]

Ammoniakkikaasua syötetään voimalaitoksen VG-järjestelmään. VG-järjestelmän tehtävänä on toimia suljettuna jäähdytyspiirinä ja syöttää vettä turbiinihallissa sijaitsevien turvallisuuteen ja käytettävyyteen liittyvien pumppujen laakereille ja akselitiivistelaipoille. Järjestelmän vesi pidetään emäksisenä syöttämällä piiriin ammoniakkikaasua. Tällä tavalla saadaan piirissä olevan veden pH nostettua 9 ja korrosio pysymään mahdollisimman pienenä.

### 5.3 Kemikaalien säilöntäpaikat

Laitoksella kemikaaleja säilytetään useassa eri paikassa. Kemikaalit, joita käytetään pieniä määriä, varastoidaan joko varaosa- ja tarveainetarastossa tai vastaanottotarastossa. Näille kemikaaleille on tyypillistä, että niitä tarvitaan useissa työkohteissa ja työntekijät hakevat kemikaalin varastolta sitä tarvitessaan. Kemikaalihallissa säilytetään valtaosa käytettävistä prosessikemikaaleista sekä muita kemikaaleja, joita mahdollisesti tarvitaan suurempia määriä kerrallaan. Lisäksi kemikaalihallilla säilytetään ioninvaihtohartseja.

Joitakin kemikaaleja, kuten ammoniakkia ja hydratsiinia, varastoidaan käyttöpaikkojen yhteydessä olevissa varastoissa. Pääsääntöisesti nämä kemikaalit ovat sellaisia, että niiden käyttö on keskittynyt yhteen tai muutamaankin käyttöpaikkaan ja varastointi vaatii erityistä huomiota esimerkiksi myrkyllisyyden vuoksi. Kiinteille prosessikemikaaleille on TB-kemikaaliaseman läheisyydessä oma kemikaalivarasto. [29.]

TB-kemikaalivarasto sijaitsee Loviisa 1:n apurakennuksessa ja sitä käytetään molempien laitostyöyksiköiden käyttökemikaaliliuosten valmistamiseen ja varastointiin. TB-kemikaalivaraston järjestelmiin kuuluu mm. booriliuosten valmistus kiinteästä boorihaposta, hydratsiinia, kaliumhydroksidia ja ammoniakkivettä sisältävien käyttökemikaaliliuosten valmistaminen bulkkikemikaaleista ja niiden varastointi, dekontaminointikemi-

kaalien (oksaalihappoliuos, kaliumpermanganaattiliuos) valmistus ja niiden varastointi sekä pH:n säätökemikaalien (natriumhydroksidi, typpihappo) vastaanotto, varastointi ja laimennus käyttöväkevyyteen.

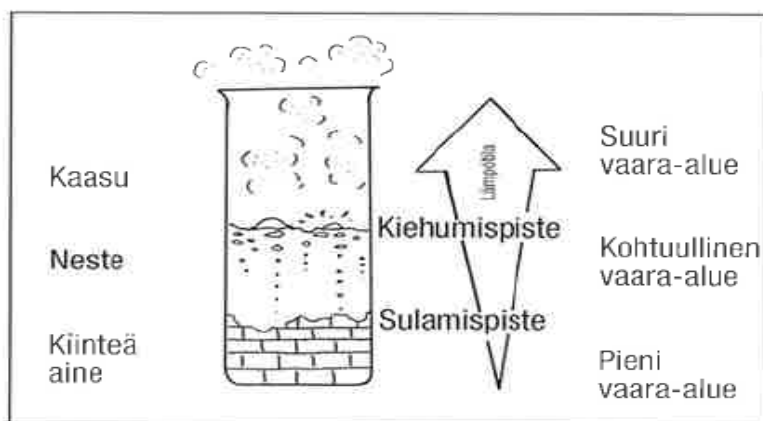


## 6 Kemikaalivuodon luonteeseen ja laajuuteen vaikuttavia tekijöitä

### 6.1 Yleisesti

Vaarallisten kemikaalien aiheuttamat onnettomuudet eivät muodosta tyypiltään yhtenäistä ryhmää. Sekä onnettomuuden luonne että laajuus vaihtelevat suuresti. Onnettomuuden luonteeseen vaikuttavat monet samanaikaiset tekijät [2, s. 33].

Onnettomuudessa osallisina olevien aineiden fysikaalisilla ja kemiallisilla ominaisuuksilla on ratkaiseva merkitys. Vahinkojen riski on huomattavasti suurempi, jos esimerkiksi päästöstä syntyy kaasupilvi kuin jos aineet ovat kiinteitä tai nesteitä. Vakavien henkilövahinkojen riski on myös huomattavasti suurempi, jos päästössä vapautuu hyvin voimakasta happoa kuin jos happo on laimeata. Myös onnettomuuspaikan sijainti vaikuttaa epäsuorasti siihen, miten kauan kestää, ennen kuin asianmukaisin pelastustoimiin voidaan ryhtyä. [2, s. 34-36.]



**Kuva 4: Aineen olomuodon vaikutus vaara-alueen suuruuteen [2]**

Kemikaalionnettomuuden laajuuteen vaikuttaa ensisijaisesti osallisena olevien aineiden lukumäärä. Lisäksi tilanteeseen vaikuttaa se, mihin ennaltaehkäiseviin toimenpiteisiin on ryhdytty onnettomuuksien torjumiseksi niin, että vaikutukset pysyvät rajatulla alueella. [19.]

Seuraavassa on esimerkkejä tekijöistä, jotka vaikuttavat kemikaalionnettomuuden luonteeseen ja laajuuteen:

- osallisina olevien aineiden fysikaaliset ominaisuudet
- osallisina olevien aineiden kemialliset ominaisuudet
- onnettomuuspaikan olosuhteet
- onnettomuuspaikan lämpötila
- osallisina olevien aineiden keskinäinen sekoitus
- mahdollinen tulipalo
- osallisina olevien aineiden määrä
- ennalta ehkäisevät toimenpiteet
- pelastustoimien viive ja toimenpiteiden tehokkuus.

Kemikaalivuototilanteisiin liittyvien riskien arvioinnin tärkein toimenpide on nopea tiedon saaminen siitä, mistä aineesta tai aineista onnettomuudessa on kyse. [2.]

## 6.2 Aineen tunnistaminen ja tiedon saaminen

Yleisesti kun vuotava kemikaali on tunnistettu, joko nimen, YK-numeron tai muun tiedon perusteella, on mahdollista saada paljon tietoa sen fysikaalisista ominaisuuksista. Vaarallisten aineiden onnettomuuksissa käytettävien tietolähteiden määrä on varsin suuri. Pelastuslaitosten yleisimmin käytössä olevat tietolähteet ovat seuraavat:

- Vaarallisten aineiden opaskortisto
- Vaarallisten aineiden YK-numerot-kirja
- Turvallisuusohjeet (OVA-ohjeet, onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet)
- TOKEVA-ohjeet (Torjuntaohjeet kemikaalien vaaratilanteille)
- Vaarallisten aineiden synonyymihakemisto
- Aineiden käyttöturvallisuustiedotteet

Näiden lisäksi löytyy myös useita muita erilaisia tietolähteitä niin kirjallisessa kuin sähköisessä muodossa. [2, s. 33-35.]

Loviisan voimalaitoksen kemikaalien tunnistus tapahtuu pääasiassa käyttöhenkilöstön ja valvomossa työskentelevien henkilöiden toimesta. Lisäksi kaikilla säiliöillä, venttiileillä, laitteilla ja mittareilla on omat tunnistetiedot, KZ-tunnukset, minkä avulla tunnistaa-

minen on mahdollista. Kun kemikaali on tunnistettu, laitoksen suojeluyksikkö käyttää kemikaalionnettomuuksissa tiedonlähteinä käyttöturvallisuustiedotteita, OVA-, TOEKVA- ja Farligt Gods -ohjeita, sekä laitoksen omille kemikaaleille laadittuja yksittäisiä kemikaalikohdekortteja.

### 6.3 Vuotoon vaikuttavia fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia

#### 6.3.1 Ulkonäkö

Aineen ulkonäöllä tarkoitetaan sen väriä ja sen normaalia olomuotoa, kiinteä, neste tai kaasu. Aineen olomuoto ilmoitetaan aina +20 °C:ssa, koska joidenkin aineiden olomuoto voi muuttua normaaleissa lämpötiloissa. Kemikaalivuodoissa aineen rakenteella on leviämisen kannalta suuri merkitys. Kiinteässä muodossa tapahtuva päästö on helppo hallita ja kerätä talteen eikä vaadi yleensä isoja pelastustoimenpiteitä. [2, s. 37.]

Nestemäisessä vuodossa taas kemikaali voi levitä kauas päästöpaikasta suurelle alueelle ja vaikuttaa ihmisiin pitkienkin matkojen päässä onnettomuuspaikasta. Tällöin nestepäästön leviäminen muuhun ympäristöön tulisi estää mahdollisimman nopeasti vahinkojen minimoimiseksi esimerkiksi patoamisella, imu- ja pumppaustoimenpiteillä. Nestevuodoissa tulisi myös huomioida nestepinnasta nousevat vaaralliset kemikaalihöyryt ja aineen mahdollinen leviäminen kenkien tai vaatekappaleiden välityksellä. [2, s. 39.]

Kaasuvuodoissa kemikaalin leviäminen on vaikeasti estettävissä. Ympäristöön vuotanut kaasu voi aiheuttaa laajallakin alueella ihmisille ärsytystä silmissä ja hengitysteissä, esimerkiksi ammoniakki. Kaasuvuodoissa tulisi ensitoimenpiteenä sammuttaa käynnissä oleva ilmastointi kaasun leviämisen estämiseksi ja käynnistää mahdolliset hätätuuletukset kaasun pitoisuuden laimentamiseksi. [2, s. 40.]

#### 6.3.2 Haju

Aineen haju on usein nopea ja hyvä havaintomenetelmä, ja se on yleensä yksi ensimmäisistä havaintomerkeistä siitä, että on tapahtunut kemikaalivuoto. Kaikkia aineita ei hajuaistilla kuitenkaan voi rekisteröidä. Kaasun tunnistaminen hajuaistilla edellyttääkin, että kaasu on ainakin osittain vesiliukoinen. Se, miten helposti aineen tunnistaa haju-

aistin perusteella, vaihtelee huomattavasti eri aineiden kesken ja myös yksilöllisesti. Huomioitavaa on myös se, että aineen tunnistus riippuu merkittävästi myös etäisyydestä päästön kohteeseen. [2, s. 38.]

### 6.3.3 Syttymisalue

Monet vaarallisiksi aineiksi luokiteltavista kemikaaleista ovat myös palovaarallisia. Syttymisalue on käsite, jolla tietyn aineen tulenarkuutta arvioidaan tietyissä ulkoisissa olosuhteissa. Syttymisalue määritellään seuraavasti: se on sellaisen palavan kaasun tiivistymä (tilavuus-%) ilmassa, jossa palamista voi tapahtua. Joidenkin palavien nesteiden ja kaasujen syttymisalue on hyvin laaja, asetyleenillä jopa 1,5–82 tilavuus-%. Toisilla aineilla on taas huomattavasti kapeampi syttymisalue, kuten esimerkiksi bensiinillä 1-8 tilavuus-%. [2, s. 47.]

Syttyvän kaasun tai herkästi haihtuvan nesteen päästössä on otettava huomioon, voiko jossakin kohdassa vuotopaikkaa tai sen ympäristössä syntyä sellaisia kaasuseoksia, että kaasu yhdessä ilman kanssa asettuu syttymisalueen rajojen sisäpuolelle ja muodostuu syttyvä kaasuseos. Jos muodostunut kaasuseos on pitoisuudeltaan korkeampi kuin määritetty syttymisalue, on kaasu liian rikas syttyäkseen. Tämä tilanne muodostuu yleensä aivan vuototilanteen alussa. Väkevyys kuitenkin laimenee, kun aine sekoittuu ympäröivään ilmaan. Vähitellen aine saavuttaa syttymisalueen ylärajan, ja sopivan syttymislähteen läsnä ollessa kaasu voi syttyä tai jopa räjähtää. Yhä jatkuva laimeneminen pienentää kaasun pitoisuutta ilmassa, ja näin saavutetaan syttymisalueen alaraja, jolloin kaasuseos on liian laimeaa syttyäkseen eikä näin ollen enää muodosta syttymistä tai rähähdysvaaraa. [2, s. 50-55.]

### 6.3.4 Leimahduspiste

Leimahduspisteellä tarkoitetaan alinta mahdollista lämpötilaa, jossa palavan nesteen luovuttama höyry on niin rikasta, että kaasun syttyminen on mahdollista. Mitä korkeampi lämpötila on, sitä enemmän neste höyrystyy. Kun kemikaali syttyy palavien nesteiden vuodoissa, on huomioitavaa, että silloin ei kyseessä oleva neste itsessään pala, vaan palaminen tapahtuu niissä kaasuissa, joita neste tuottaa. [2, s. 55.]

Palavan nesteen vuotoissa voidaan tulipalon tai räjähdysten vaaran arvioinnissa käyttää seuraavaa määritelmää: mikäli lämpötila on 10 °C tai enemmän alhaisempi kuin leimahduspiste, ei normaalitilanteissa ole tulipalon tai räjähdysten vaaraa. [2]

## **7 Kemikaalivuotojen hallintaan osallistuvia voimalaitoksen yksiköitä**

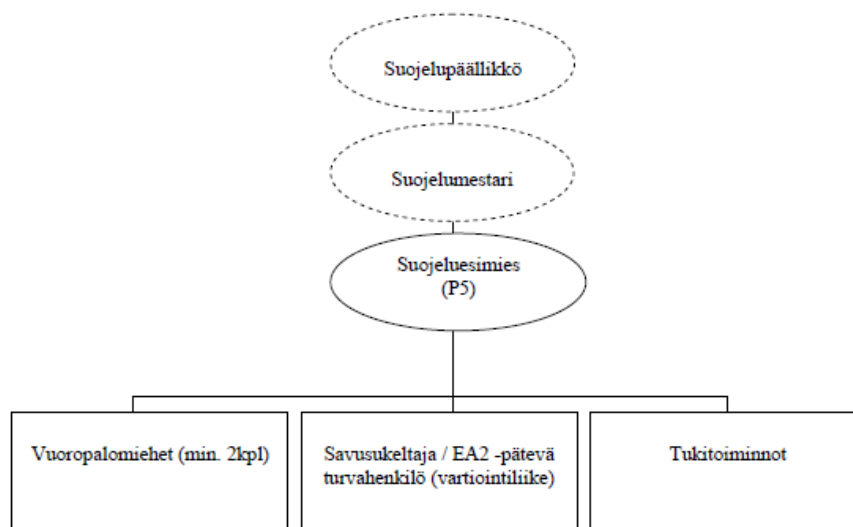
### 7.1 Suojeluyksikkö

#### 7.1.1 Organisaatio ja tehtävät

Organisaation tehtävänä on normaalitilanteessa valvoa johtosäännön mukaisesti ennalta ehkäisevien palontorjuntatoimenpiteiden toteutumista. Palotilanteessa organisaation tehtävänä on sammutus- ja pelastustoiminnan käynnistäminen, toteuttaminen sekä johtaminen, kunnes pelastusviranomainen ottaa sille kuuluvan johtovastuun. Tämän jälkeen toimitaan yhteistyössä pelastusviranomaisen kanssa. Voimalaitoksen palokunta (TPK) käytetään ensisijaisesti voimalaitoksen omistamalla alueella palo- ja pelastustoimiin sekä öljy ja kemikaalivahinkojen torjuntatehtäviin sekä ensiaputehtäviin. TPK on alueellisen pelastustoimen sopimuspalokunta ja ensilähdön palokunta voimalaitoksen alueella ja saaristotiellä välillä voimalaitoksen portti - Atomitie. Laitos- ja yleishätätilanteessa organisaatio toimii valmiussuunnitelmassa edellytetyllä tavalla.

Suojeluyksikkö ja tehdaspalokunta sijaitsevat erillisessä rakennuksessa laitoksen piha-alueella. Suojeluyksikkö koostuu suojelupäälliköstä, suojelumestarista, suojeluesimiehistä (P5) ja vuoropalomiehistä. Nämä on jaettu vuoroihin, ja jokainen vuoro koostuu vähintään yhdestä suojeluesimiehestä ja kahdesta palomiehestä, tarvittaessa suojeluyksikköä avustaa vartiointiliikkeen kaksi turvahenkilöä (turva1 ja turva2).

Laitospalokunnan tulee ylläpitää sellaista torjuntakalustoa ja torjunta-ainevalmiutta, että se pystyy hoitamaan päivittäiset tapahtumat ja aloittamaan vahinkojen torjunnan isoissa tapahtumissa, kunnes alueellinen pelastustoimi saapuu paikalle. Suojeluyksikön käytettävissä hälytystehtäviin laitosalueella on omat paloautot sekä erityisesti kemikaalitorjuntatietäviin tarkoitettu kemikaaliperävaunu. Suojeluyksikön tehtävänä on myös ylläpitää toimenpideluonteista torjuntaohjeistoa laitoksella olevista vaarallisista kemikaaleista.



**Kuva 5: Pelastustoiminnan organisaatio**

Palokunta toimii aina keskeyttämättömässä kolmivuorossa ja on aina 24 tuntia vuorokaudessa 60 sekunnin hälytysvalmiudessa vahvuudella 1+2, lisäksi sammutus-, pelastus ja kemikaalisukellustehtäviin on käytettävissä vartiointiliikkeen kaksi vartijaa turvahenkilöiksi. Palokunnan ollessa perusvalmiudessa on hälytystilanteissa kohde saavutettava kuudessa (6) minuutissa.

Hälytystilanteessa palokunnan tehtävänä on sammutus- ja pelastustoiminnan käynnistäminen ja johtaminen siihen asti, kunnes ulkopuoliset palokunnat saapuvat onnettomuuspaikalle. Sammutus- ja pelastustoimintaa laitoksella johtaa suojeluesimies, kunnes pelastusviranomainen ottaa johtovastuun.

Tehdaspalokunta hälytetään kaikkiin onnettomuus-, ensiapu-, kemikaali- ja muihin vastaaviin vaaratilanteisiin laitoksella. Hälytystehtäviin TPK:n voi hälyttää vain hälytyskeskus ja laitosyksiköiden päävalvomoiden henkilökunta. Hälytysilmoitukset ja -kuulutukset toistetaan, ja niihin on saatava kuittaus suojeluesimieheltä ja vuoropalomiehiltä.

### 7.1.2 Toiminta kemikaalionnettomuudessa

Kaikissa kemikaaleihin liittyvissä onnettomuus-, vuoto- ja vahingontorjuntatehtäviin hälytetään laitoksen palokunta. Laitospalokunnan voi hälyttää ainoastaan hälytyskes-

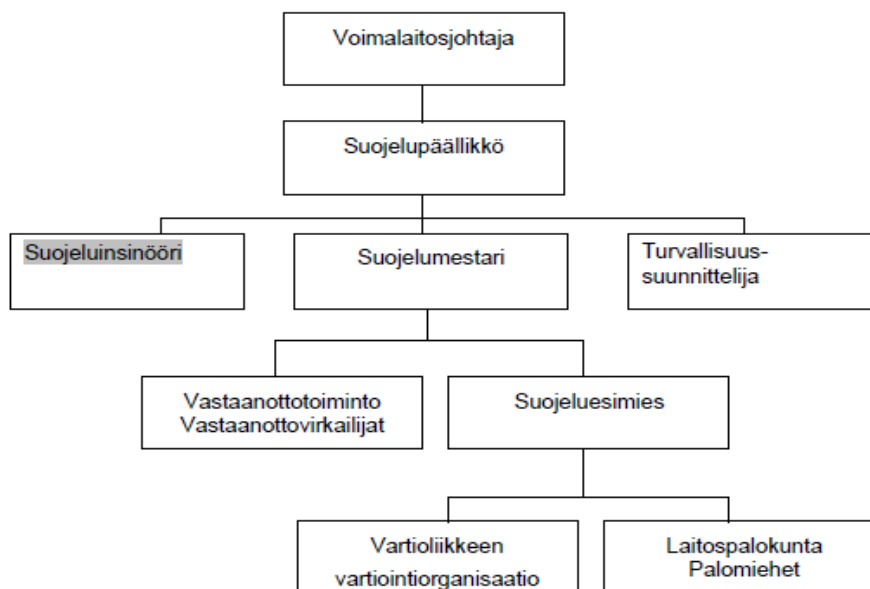
kuspäivystäjä tai vuorossa oleva vuoropäällikkö. Kemikaaleihin liittyvissä hälytystehtävissä suojeluyksiköllä on käytettävissä erityisesti kemikaalitorjuntatehtäviin suunniteltu vaarallisten aineiden torjuntaperäkärri, mistä löytyy kaikki tarvittava kemikaali- ja jälkivahinkotorjuntakalusto. Suojeluyksiköllä on kaikille laitoksella käytettävälle kemikaaleille tarvittava suojarustus ja kemikaalisukelluspuvut. Suojeluyksiköllä on myös aina kemikaalihälytyksissä mukana kemikaalikohdekortit, TOKEVA- ja OVA-ohjeet, mistä löytyy kaikista laitoksella käytettävistä kemikaaleista laajaa yksityiskohtaista tietoa. Kemikaalitorjuntavaunusta löytyy mm. vuodonkeruualtaita, viemärinpeittomattoja, pumppuja, patonauhoja, kiiloja, tulppia ja imetysmateriaalia kemikaalivuotojen hallintaan.

Kun suojeluyksikön saatuaan kemikaalitorjuntatehtävään hälytyksen määrittää suojeluesimies lähestymissuunnan ja tekee nopean tiedustelun ja mahdollisesti selvittää vuodon suuruuden ja vuotavan kemikaalin sekä mahdollisten loukkaantuneiden määrän. Vuoto pyritään erottamaan mahdollisimman nopeasti vahinkojen minimoimiseksi suojeluyksikön tai käyttöyksikön toimesta tai niiden yhteistyönä päävalvomon ohjajana. Suojeluesimies (P5) on koko ajan yhteydessä valvomoon ja vuoropäällikköön prosessiin liittyvissä kysymyksissä ja mahdollisesti muissa vuotoon liittyvissä vaaroissa. Yhteydenpitovälineenä valvomon ja suojeluyksikön välillä toimii ensisijaisesti VIRVE-radiopuhelinjärjestelmä, ja varalla ovat dect- tai matkapuhelimet. Suojeluesimies tekee kohteeseen saavuttuaan nopean tilannearvion ja sen perusteella torjuntasuunnitelman ja määrää tarvittaessa hälytettävät lisäresurssit. Suojeluesimies määrittelee välittömän vaaran alueen ja sen eristämisen apunaan vartiointiliikkeen henkilöstöä ja vuorossa olevia käyttömiehiä. Suojeluesimies määrittää myös ensitoimena toimenpiteet vahingon leviämisen rajoittamiseksi ja vuodon tukkimiseksi, hän selvittää myös käyttövuoron avulla onko vuotava kemikaali mahdollisesti jo päässyt leviämään muualle, esimerkiksi viemäroinnin tai ilmastoinnin kautta.

Suojeluyksikkö toimii kohteessa omien ohjeidensa ja toimintatapojensa mukaan ja niin kauan, kunnes vuototilanne on saatu täysin hallintaan eikä mitään vaaraa enää ole. Jos vuoto vaatii kemikaalisukellusta, toimivat suojeluyksikkö ja käyttömiehet laitoksen savu- ja kemikaalisukellusohjeen vaatimusten ja ohjeistuksen mukaisesti. Suojeluyksikkö varmistaa, että kemikaalista ei voi aiheutua mitään henkilö- tai muuta vaaraa kaikissa niissä tiloissa, mihin vuotanut kemikaali on mahdollisesti päässyt leviämään. Palomiehet huuhtelevat huoneet ja laitteet runsaalla vedellä ja varmistavat, että huuhtelu- ja



jätevedet sekä syntyneet jätteet kerätään talteen ja käsitellään oikein. Vaaraa aiheuttavat jätteet toimitetaan Ekokemille jatkokäsittelyjä varten. Suojeluyksikön varmistuttua, että tilanteesta ei voi aiheutua enää vaaraa, ja poistuttua paikalta vastuu vahinkojen ja alueen siivouksesta jää laitoshenkilökunnalle apunaan siivoushenkilöstö.



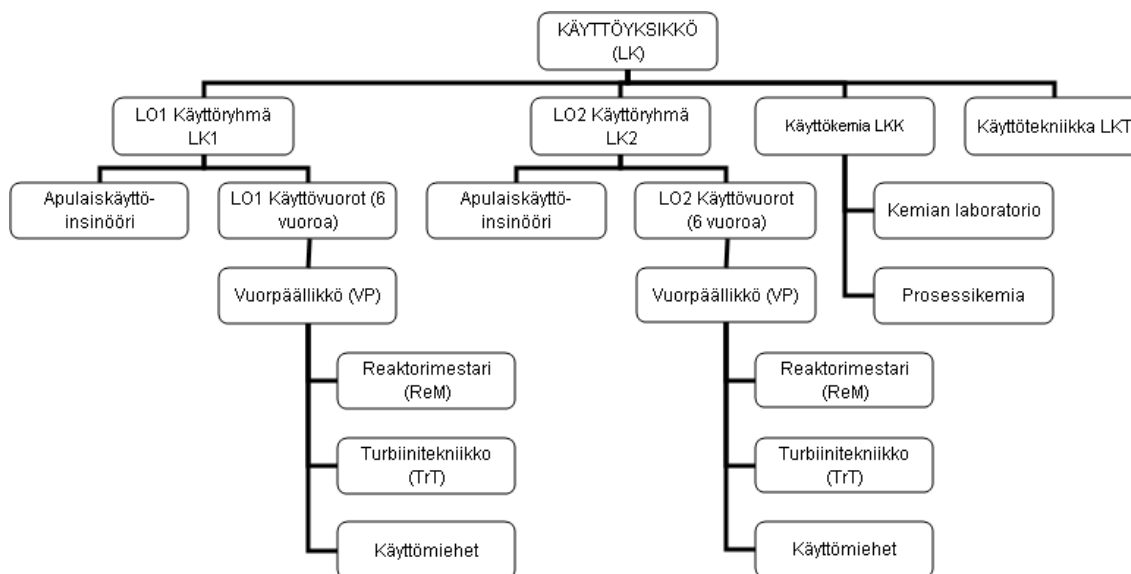
**Kuva 6: Suojeluyksikön organisaatio**

## 7.2 Valvomo

### 7.2.1 Organisaatio ja tehtävät

Loviisan voimalaitoksella on molemmille laitoksiöille omat päävalvomot sekä apuvalvomot. Päävalvomoista ohjataan ja ajetaan koko laitosta ja apuvalvomoista ohjataan ja ajetaan primääripiirin apuprosesseja. Päävalvomo toimii vuoden ympäri keskeyttämättömässä kolmivuorossa ja paikalla on aina vähintään vuoropäällikkö (VP), reaktorimestari (ReM) ja turbiiniteknikko (TrT), molemmilla laitoksilla on myös yksi yhteinen valvomoteknikko (VaT). Näiden tehtävänä on huolehtia laitoksen turvallisuudesta, valvoa ja ohjata laitoksen käyttöä ja vastata siitä, että laitosta käytetään käyttöohjeiston, hyvän käytötekniikan ja turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti. Valvomossa olevien henkilöiden apuna laitoksen valvonnassa ja käytössä toimivat käyttömiehet. Nämä ovat primääripiirin apuprosessien hoitaja (AH1), primääripiirin apuprosessien käyttäjä (AK1), turbiininhoitaja (TrH) ja sekundääripiirin apuprosessien käyttäjä (AK2). Nämä kaikki yhdessä muodostavat yhden vuoron, jonka esimiehenä toimii vuoropäällikkö.

Laitoksella on yhteensä kaksitoista eri vuoroa, kuusi vuoroa laitosta kohti, ja jokaisessa vuorossa on 6+1 henkilöä töissä vuorokauden ympäri. Molempien laitosten kuusi vuoroa, sekä käyttöinsinööri ja apulaiskäyttöinsinööri muodostavat yhden käyttöryhmän LO1-käyttöryhmä (LK1) ja LO2-käyttöryhmä (LK2). Molemmilla käyttöryhmillä on apunaan käyttökemiar ryhmä (LKK) ja käyttötekniikkaryhmä (LKT), ja nämä kaikki yhdessä muodostavat laitoksen käyttöyksikön (LK).



**Kuva 7: Käyttöyksikön organisaatio**

Vuoropäällikön tehtäviin kuuluu vuoronsa aikana johtaa käyttövuoron toimintaa ja toteuttaa ennalta määrätyt ajo-ohjelmat, koestukset ja vuoroille jaetut työt. Vuoropäällikkö valvoo ja vastaa siitä, että oman vuoron toiminnassa toimitaan laaditun laitoksen sisäisen menettelyohjeen mukaan. Vuoropäällikkö vastaa myös siitä, että organisaatioita informoidaan epänormaaleista tapahtumista tai häiriötilanteista erillisen hallinnollisen ohjeen mukaisesti. Informoinnit ja ilmoitusmenettelyt käsitellään tarkemmin myöhemässä vaiheessa. Häiriö- tai hätätilanteissa vuoropäällikön tehtävänä on viipymättä selvittää häiriön syy ja nopeasti toimia hätä- ja häiriötilanneohjeiden mukaisesti ja hallitusti saattaa laitos turvalliseen tilaan.

Reaktorimestarin tehtäviin kuuluu normaalissa käytössä ohjata reaktorin ja primääripörrin ja näiden apujärjestelmien toimintaa sekä toteuttaa määrätyt ajo-ohjelmat käyttöohjeiston, hallinnollisten määräysten ja turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti

vuoropäällikön valvonnassa. Reaktorimestari vastaa siitä, että oman vastualueen järjestelmille suoritettavat toimenpiteet ja koestukset tehdään siihen laaditun käyttöohjeistuksen mukaisesti ja että havaitut poikkeamat ja häiriöt saatetaan välittömästi vuoropäällikön tietoon. Hätä- ja häiriötilanteissa reaktorimestari toimii ohjeiden mukaan vuoropäällikön alaisuudessa.

Turbiiniteknikko valvoo ja ohjaa vuoronsa aikana turbiinilaitoksen ja sekundääripiirin ja näiden apujärjestelmien toimintaa sekä toteuttaa määrätyt ajo-ohjelmat oman ohjeistuksen mukaisesti vuoropäällikön valvonnassa. Oman vastualueensa sisällä turbiiniteknikko vastaa siitä, että vaadittavat tehtävät tehdään laaditun käyttöohjeistuksen mukaisesti ja että mahdolliset poikkeamat ja häiriöt ilmoitetaan vuoropäällikölle.

Valvomoteknikko työskentelee molempien laitossyksiköiden vuoropäälliköiden alaisuudessa. Valvomoteknikko osallistuu prosessien ja apulaitosten valvontaan ja operointiin hänen pätevyyden sallimissa rajoissa sekä vuoropäälliköiden laitostilanteiden mukaan määrittelemässä laajuudessa. Valvomoteknikko vastaa siitä, että tehtävät toimenpiteet tehdään käyttöohjeiston ja hallinnollisten määräysten mukaisesti. Hänen tehtäviinsä kuuluu myös ilmoittaa havaitsemistaan häiriöistä ja poikkeamista ja saattaa ne välittömästi vuoropäällikön tietoon.

Primääri- ja sekundääripiirin käyttöhenkilöstön tehtäviin kuuluu prosessijärjestelmien ja apulaitosten käyttö- ja valvontatehtäviä päävalvomon ulkopuolella reaktorimestarin tai turbiiniteknikon alaisena. Säännöllisiä valvontatehtäviä ohjaavat vuoroille jaettujen töiden viikkolistat. Käyttömiehet osallistuvat tarvittaessa myös toisen laitossyksikön käyttötehtäviin, jos esimiehet niin päättävät. Käyttövuoroille jaettuihin töihin kuuluu laitosalueella, sisällä ja ulkona, olevien eri kohteiden valvomista ja tarkastamista mahdollisten häiriöiden tai vuotojen havaitsemiseksi ja havaittujen poikkeamien ilmoittaminen välittömästi valvomoon.

### 7.2.2 Toiminta kemikaalionnettomuudessa

Kemikaalivuodon todennäköisimmät havaittajat laitoksella normaalin käytön aikana ovat joko käyttöhenkilöstö suorittaessaan havainto- ja tarkkailukierrostaan laitoksella tai

automaattisten vuodonilmaisimien, säiliöiden pinnankorkeusmittareiden tai viemäreiden vuotohavaitusjoiden hälytys valvomoon. Vuosihuoltojen yhteydessä on huomioitava, että vuodon havaittaja voi olla myös laitoksen ulkopuolinen urakoitsija.

Käyttöhenkilön, havaittuaan kemikaalin vuotavan, on heti yhteydessä päävalvomoon. Valvomoon saatua tiedon kemikaalivuodosta hän selvittää mahdollisimman tarkasti vuodon syyn ja vuotokohdan yhdessä käyttöhenkilöstön, reaktorimestarin ja turbiinitekniikon kanssa. Vuoropäällikkö, saatuaan tarpeeksi tietoa tilanteesta, tekee ilmoituksen vuodosta hälytyskeskukseen (VK), joka vastaavasti hälyttää suojeluyksikön ja turvamiehet. Vuoropäällikkö voi myös suoraan hälyttää laitospalokunnan tekemällä ilmoituksen suojeluesimiehelle (P5). Hälytyksen tehtyään käyttövuoro pyrkii erottamaan vuotokohdan turvallisesti, jos mahdollista, ja tekemään muita toimenpiteitä vahinkojen minimoimiseksi.

Vuoropäällikkö varmistaa, että suojeluesimies johtaa pelastustoimia ja että valvomosta saadaan suora yhteys onnettomuuspaikalle, ensisijaisesti VIRVE-radiopuhelimilla, varalla ovat dect- tai matkapuhelimet. Vuoropäällikkö ja käyttöyksikkö toimivat suojeluyksikön apuna laitosasiantuntijoina vuodon hallinnassa ja vuotokohdan eristämisessä. Vuoropäällikön tehtyä välittömät ilmoitukset ja varmistuttua, että suojeluyksikkö ja suojeluesimies johtavat pelastustoimia, huolehtii laitosturvallisuudesta vuototilanteen aikana ja selvittää, vaikuttaako vuoto laitoksen normaaliin käyttöön. Vuoropäällikkö hälyttää myös paikalle päivystävän turvallisuusinsinöörin (PTI:n), joka toimii vuoropäällikön apuna turvallisuuden liittyvissä toimissa. Tilanteen vaatiessa vuoropäällikkö, PTI, reaktorimestari ja turbiinitekniikko toimivat omien hätä- ja häiriötilanneohjeiden mukaisesti ja saattavat laitoksen turvalliseen tilaan.

Ilmoitusmenettely vuototilanteessa jakautuu kahteen osaan. Jos vuoto alittaa 100 litraa eikä aiheuta vaaraa ympäristölle tai terveydelle toimii vuoropäällikkö omien ohjeidensa mukaan ja tekee ilmoitukset. Kun vuodon päästö määrän ylittää 100 litraa tai kun kyseessä on pienempi päästö, joka aiheuttaa vaaraa ympäristölle ja terveydelle, vuoropäällikkö tekee ilmoitukset laitoksen sisäisen kriisiviestintäohjeen (MO-02-00008) ja hallinnollisen hälytys- ja ilmoitusohjeen (HO-01-00013) mukaisesti, jolloin tieto tapahtuneesta välittyy nopeasti kaikille vaadittaville henkilöille ja intressiryhmille Fortumin sisäisen ForHelp-ilmoitusjärjestelmän kautta.

Vuoropäällikön vastuulla on myös tehdä tarvittavat viranomaisilmoitukset. Ohjeen mukaisista hälytyksistä ja välittömien ilmoitusten annoista päättää ja vastaa vuoropäällikö. Jatkoilmoitusten annoista ja suunnittelusta vastaa käyttöinsinööri tai päivystävä turvallisuusinsinööri (PTI). Molemmissa hälytystapauksissa hälytysten ja ilmoitusten vastaanottajat vastaavat siitä, että tuntevat ja toimivat tilanteessa heidän toimintansa ohjaavien ohjeiden mukaisesti.

### 7.3 Hälytyskeskus

#### 7.3.1 Organisaatio ja tehtävät

Hälytyskeskus (VK) on Loviisan voimalaitoksen oma hätäilmoitusten vastaanotto-keskus. Hälytyskeskuksessa on aina paikalla vähintään yksi hälytyskeskuspäivystäjä. Päivystäjän tehtäviin kuuluu vastaanottaa hätäpuheluita, selvittää hätätilanne ja hälyttää suojeluyksikkö tarvittaviin hälytystehtäviin. Hälytyskeskus vastaanottaa kaikki laitoksen dect- ja lankapuhelimilla soitetut 112-puhelut. Soittaessa matkapuhelimella laitosalueella 112:een ohjautuu puhelu paikallisen hätäkeskuksen kautta laitoksen hälytyskeskukseen. Hälytyskeskus vastaanottaa myös vuoropäällikön tekemät hätäilmoitukset.

#### 7.3.2 Toiminta kemikaalionnettomuudessa

Hälytyskeskuspäivystäjä, saatuaan tiedon kemikaalivuodosta joko suoraan 112:n tai vuoropäällikön kautta, pyrkii keräämään mahdollisimman kattavan ensitiedon tapahtuneesta ja tämän jälkeen hälyttää suojelupäällikön ja suojelumestarin ja välittää tiedon tapahtuneesta onnettomuudesta heille. Tämän jälkeen hän varmistaa, että päävalvomolla on tieto tapahtuneesta vuodosta ja kohteesta, ja tarvittaessa välittää suojeluyksikön saaman ensitiedon vuoropäällikölle. Tämän jälkeen hän ohjaa kulunvalvontajärjestelmää siten, että pelastustoiminnalle ei aiheuteta viivästystä, ja avaa tarvittavia ovia. Pääsääntönä kuitenkin on, että voimalaitoksen palomiehet avaavat tarvitsemansa ovet käyttäen omia kulkukorttejaan. Pelastustoiminnan johtaja voi kuitenkin määrätä vapauttamaan palokohdetta ympäröivät henkilötasealueet kulunvalvonnasta. Hälytyskeskuspäivystäjä tekee myös, joko suojeluesimiehen (P5) määräyksestä tai 112-puhelun perusteella, hätäilmoituksen hätäkeskukseen ja pyytää tarvittaessa avuksi lisä-

resursseja sekä tekee tarvittavat lisähälytykset ForHelp-järjestelmän yhteystietolistaa käyttäen. Hälytyskeskuspäivystäjä seuraa koko onnettomuustilanteen ajan laitoksen sisäistä ja pelastuslaitoksen palokuntien radioliikennettä ja on koko ajan selvillä tilanteen kulusta.

#### 7.4 Päivystävä turvallisuusinsinööri (PTI)

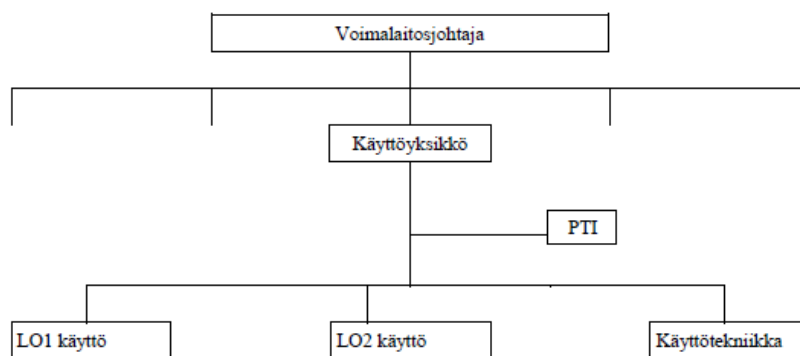
Päivystävän turvallisuusinsinöörin (PTI) tehtävänä normaalikäytössä on olla vuoropäällikön tukena turvallisuuteen liittyvissä päätöksenteoissa. Häiriötilanteissa PTI hoitaa laitosturvallisuuteen liittyvien turvallisuustoimintojen riippumatonta valvontaa. Hätätilanteissa PTI:n tehtävänä on hoitaa turvallisuustoimintojen valvonnan lisäksi laitoksen turvallisen tilan valvontaa ja tarvittaessa antaa sen varmistamiseksi vuoropäällikölle toimintaohjeita. PTI-toiminnalla tähdätään siihen, että laitoksen häiriö- ja hätätilanne-toimintaan liittyvissä tilanteissa käyttövuorolla olisi aina luotettavasti ja mahdollisimman nopeasti saatavissa asiantuntevaa apua laitostilanteen tarkkailuun ja päätöksentekoon.

PTI-tehtävissä toimiminen edellyttää käyttöinsinöörin tai vanhemman vuoropäällikön pätevyyttä ja pääsääntöisesti voimassa olevaa vuoropäällikön lisenssiä. PTI:n esimiehenä toimii käyttöyksikön päällikkö. Loviisan voimalaitoksella on tällä hetkellä yhteensä viisi henkilöä, jotka toimivat PTI:nä, jokainen on vuorotellen yhden viikon päivystysvuorossa. Päivystysvuoro alkaa maanantaina klo 12 ja jatkuu ympärivuorokautisena päivystyksenä seuraavaan maanantaihin klo 12 asti.

Vuoropäällikkö vastaa PTI:n informoisesta ja hälyttämisestä. PTI tulisi aina hälyttää paikalle vähintään seuraavissa tapauksissa:

- tilanteessa, josta on laadittu häiriö- tai hätätilanneohje
- TTKE (turvallisuustekniset käyttöehdot) -vian uhatessa ylittää sille sallitun korjausajan
- pakotetussa tehonalennuksessa
- tapahtumassa, jossa vuoropäällikkö harkitsee tarpeelliseksi saada tukea laitosturvallisuuteen liittyvissä päätöksenteoissa.

PTI:n tavoittaa normaalin työajan ulkopuolella, joko matkapuhelimella tai kotipuhelimella, joista ainakin toisessa hänen tulee olla tavoitettavissa. Ottaessa yhteyttä PTI:n, tulee vuoropäällikön selkeästi ilmoittaa, onko kyse informoinnista vai haluaako hän PTI:n saapuvan laitokselle. PTI:n tulee olla epäedullisimmassakin tilanteissa edellytykset saapua hälyttäneen laitoksen päävalvomoon vähintään 40 minuutin sisällä hälytyksestä. Saapuvuuden varmistamiseksi on päivystäjällä aina käytössä yhtiön PTI-toimintaan tarkoitettu henkilöauto. Sen ajan, kun hälytetty PTI on saapumassa hälytyksen tehneen laitosesikön valvomoon, toimii toisen laitosesikön vuoropäällikkö PTI:nä. Saavuttuaan kyseiseen valvomoon vapauttaa hälytetty PTI tilapäisesti PTI:nä toimineen vuoropäällikön vastuusta ja astuu tämän paikalle.



**Kuva 8: PTI:n asema linjaorganisaatiossa**

## 7.5 Forhelp-järjestelmä

ForHelp-järjestelmä on Fortumin viestinvälitysjärjestelmä, joka on toiminnassa 24 tuntia vuorokaudessa. ForHelp-järjestelmän kautta tehdään ilmoitukset poikkeama- ja uhkatilanteissa, työtaturman sattuessa tai hätä- ja tukipalvelupyynnöissä. Ilmoitusmenettely on samanlainen kaikkialla Fortumin liiketoiminnoissa ja jokaisessa maassa. Järjestelmän toiminnasta vastaa ja sitä ylläpitää Fortumin yritysturvallisuusyksikkö.

Loviisan voimalaitos on määrittänyt sisäisessä menettelyohjeessa tarkemmin kaikki laitosta koskevat tapahtumat, jotka vaativat ForHelp-ilmoituksen. Kemikaalivuodoissa tai muun haitallisen aineen vuodossa tehdään ForHelp-ilmoitus, jos päästömäärä ylittää 100 litraa tai kiloa tai jos kyseessä on pienempi päästö, joka aiheuttaa vaaraa ympäristölle ja terveydelle. Näissä tapauksissa ilmoituksen tekee vuoropäällikkö ForHelp-

keskukseen ensisijaisesti puhelimitse tai vaihtoehtoisesti täyttämällä ForHelp-ilmoituslomakkeen ja lähettämälle sen sähköpostitse.

Ilmoitus tulee aina tehdä ensi tilassa, heti kun tarvittava paikallinen apu on hälytetty ja toimenpiteet lisäonnettomuuksien ehkäisemiseksi on käynnistetty. Epätietoisuus tapahtuman syistä tai seurauksista ei saa viivästyttää ilmoituksen tekemistä. Ilmoitusta tulee täydentää, jos tilanne muuttuu tai oleellista uutta tietoa saadaan. Ilmoituksen tarkoituksena on, että jo mahdollisen tilanteen alkuvaiheessa saatetaan avainhenkilöt tietoisiksi onnettomuus- tai kriisitilanteesta. ForHelp välittää heti ilmoituksen lyhennelmän tekstiviestinä ja varmennepuheluna Loviisan voimalaitoksen sisäisen ennalta määritetyn jakelulistan mukaisesti.

## 7.6 Turvahenkilöt

Palo- ja kemikaalionnettomuuksissa laitospalokunnan apuna toimii laitoksen vartiointiliikkeen kaksi erikoiskoulutuksen saanutta vartijaa, Turva1 ja Turva2. Muut turvahenkilöt toimivat hälytyksen jälkeen alkuvaiheessa kulunvalvontatehtävissä ja siirtyvät opastustehtäviin ja avaamaan ovia heti kun se on mahdollista.

Turvamies 1 ilmoittautuu hälytyksen saatuaan suojeluesimiehelle ja valmistautuu tekemään turvajärjestelyjä ja muita suojeluesimiehen määäämiä tehtäviä. Turvamies 2 valmistautuu tilanteen edellyttämällä tavalla ja ilmoittautuu suojeluesimiehelle valmiina muodostamaan tämän kanssa turvaparin. Aluevartijoiden tehtävinä hälytystilanteissa on avustaa sekä omaa palokuntaa että ulkopuolisia palokuntia ovien avauksessa, opastuksessa ja kulunvalvonnassa. Tehtäviin kuuluu myös lisäpaloauton noutaminen pelastusasemalta, mikäli palomiehet ovat lähteneet hälytykseen vain kärkiautolla.



## 8 Kehityskohteita

### 8.1 Henkilöstön tehtävät kemikaalionnettomuudessa

Kemikaalionnettomuustilanteissa prosessihenkilöstön osalta on keskeistä, että henkilöstön roolit on etukäteen ohjeistettu, toimintaorganisaatio on suunniteltu ja sen toimintaa on harjoiteltu säännöllisesti. Onnettomuuden alkutilanteessa pelastus- ja torjuntatyötä johtaa yleensä suojeluyksikkö yhdessä laitoksen vuoropäällikön kanssa. Laitoksen kemikaaliasiantuntijoiden ja pelastustoiminnan johtajan yhteistoiminta heti onnettomuuden alkuvaiheessa on tärkeää, koska laitoksella kemikaaliasiantuntijoilla on laajempaa ja yksityiskohtaisempaa tietoa käytettävistä kemikaaleista ja mahdollisen vuodon hallinnan jatkotoimista.

Välitön yhteistoiminta asiantuntijoiden ja pelastustoiminnan johtajan välillä ei ole aina mahdollista, koska kemikaalivuoto voi tapahtua normaalin työajan ulkopuolella, jolloin laitoksella on paikalla ainoastaan vuorossa oleva käyttöhenkilöstö. Käyttöhenkilöstö tuntee laitoksen prosessit, mutta yksityiskohtainen kemikaalitieto ja -koulutus ei kemikaalivuotojen kokonaishallinta huomioiden ole riittävä. Tällöin tulisi vastuussa olevalla vuoropäälliköllä olla johdonmukainen ohjeistus asiantuntijoiden paikalle saamiseksi. Pelastustoiminnan johtajan ja laitoksen kemikaaliasiantuntijoiden välille tulisi näin ollen muodostaa mahdollisimman nopeasti toimiva yhteistyö.

Ilmoitusmenettelyohjeessa tulisi löytyä henkilöiden nimet ja varahenkilöt sekä puhelinnumerot, joista heidät tavoittaa normaalin työajan ulkopuolella. Tämän tilanteen ratkaisemiseksi on Loviisan voimalaitokselle suunniteltu kemikaalivuotojen ilmoitusmenettelykaavio (liite 1).

Kemikaalionnettomuuden alkutilanteessa käyttöhenkilöstön ja suojeluyksikön keskeisiä tehtäviä ovat seuraavat:

- ihmisten pelastaminen ja varoittaminen
- suojautuminen ja siirtyminen turvalliseen paikkaan
- lisäavun hälyttäminen
- prosessin saattaminen turvalliseen tilaan

- onnettomuuden rajoittaminen turvallisesti
- pelastuslaitoksen opastaminen ja auttaminen
- alkutilannetietojen kerääminen pelastustoiminnan johtajalle.

Kemikaalionnettomuuden tai -vuodon tapahduttua on pelastustoimien helpottamiseksi ja torjuntatoimenpiteiden kannalta ensisijaisen tärkeää, että pelastustoimien johtaja saa mahdollisimman nopeasti ja kattavan ensitiedon tapahtuneesta. Laajan ensitiedon avulla pelastustoimen johtaja pystyy suunnittelemaan torjuntatoimet jo matkalla kohteeseen. Tietojen avulla hän pystyy määrittämään käytettävät suojavälineet, eristämään vaara-alueen ja hankkimaan tarvittavaa lisätietoa vuotavasta kemikaalista nopeasti jo heti esivaiheessa. Henkilön, joka vastaanottaa hälytyspuhelun, oli hän sitten hätäkeskuspäivystäjä, vuoropäällikkö tai suojeluyksikön esimies, tulee kerätä mahdollisimman kattava alkutilannetieto pelastustoimen johtajalle. Tärkeitä ensitietoja voivat olla esimerkiksi seuraavat [16]:

- yleiskuvaus onnettomuudesta
- loukkaantuneiden henkilöiden määrä
- onnettomuuden sijainti
- kemikaalin nimi (jos tiedossa)
- vuototyyppi (kiinteä, neste, kaasu, radioaktiivinen)
- vuotokohta (venttiili, säiliö, pumppu)
- mihin kemikaali vuotaa (viemäriin, maaperään, suoja-allas)
- mitä toimenpiteitä on jo tehty
- vuotokohteen riskit.

Kattavan onnettomuustilannesuunnittelun avulla parannetaan toiminnan tehokkuutta ja vähennetään henkilöstöön, ympäristöön ja laitokseen kohdistuvia riskejä. Huomioitavaa on myös se, että mikäli yhden henkilön johdettavien tehtävien määrä kasvaa liian suureksi, vaikeutuu toimintojen johtaminen huomattavasti ja virheitä ja unohduksia tapahtuu. Tällä hetkellä Loviisan voimalaitoksen kemikaalivuotojen hallinta ja ilmoitusmenettelyt on vastuutettu vuorossa olevalle vuoropäällikölle, hänen tehtävänä on ensitietojen kerääminen, hälytysten teko, prosessien ja laitoksen hallinta onnettomuustilanteessa, käyttöhenkilöstön ohjeistaminen sekä vaadittavien lisäilmoitusten teko laitoshenkilökunnalle ja viranomaisille. Vuoropäällikön hallittavia asioita on paljon, ja tämän insi-

nöörityön aiheena on ollut etsiä kyseisen ongelman ratkaisumalleja. Tehtävien helpottamiseksi ja yhdenmukaistamiseksi on suunniteltu kemikaalivuodoille ensitietolomakkeen lisäksi ilmoitusmenettelykaavio (liite 1, liite 2).

Tämän lisäksi on huomioitavaa, että toimiakseen tehokkaasti ja turvallisesti onnettomuustilanteissa käyttömiehet ja muu kemikaalien kanssa tekemisissä oleva henkilöstö, jotka näissä tehtävissä toimivat, tarvitsevat koulutusta ja osaamista sekä hankittujen tietojen ja taitojen säännöllistä harjoittelua. [16.]

## 8.2 Kemikaaliputkistot ja -säiliöt

Kemikaaliputkistojen ja -säiliöiden merkinnöillä on myös suuri vaikutus kemikaaliturvallisuuuteen. Laitosalueella työskentelee suuri määrä laitoksen omaa henkilökuntaa sekä ulkopuolisia urakoitsijoita, jotka eivät tunnista putkistoja ja säiliöitä sekä niissä virtaavia aineita, mikäli nämä ei ole merkitty asianmukaisesti. Hyvät putkisto- ja säiliömerkinnät helpottavat onnettomuustilanteissa pelastustoiminnan alkamista. Hyvien putkisto- ja säiliömerkintöjen avulla suojeluesimies saa vuotavan kemikaalin tunnistetiedot nopeasti jo ensitiedustelun yhteydessä. Merkinnät helpottavat myös kemikaalin nopeaa tunnistamista niissä tapauksissa, joissa vuoto on vaikeasti havaittavissa tai niin pieni, että se ei prosessinvalvontalaitteilla näy. Myös niissä tilanteissa, joissa vuodon havaitsija ei ole käyttöhenkilöstö tai muu laitoksen prosesseja tai kemikaaleja tunteva henkilö, voidaan merkintöjen avulla helposti tunnistaa vuotava kemikaali. [16.]

Loviisan voimalaitoksella on käytössä koko laitosta koskeva KZ-merkintäjärjestelmä. KZ-järjestelmä on saksalaisten suurten voimalaitostoimittajien kehittämä tunnusjärjestelmä laitosten rakenteille, prosesseille ja laitteille. Tarkkaan ottaen Loviisan tunnusjärjestelmä ei ole KZ-, vaan siitä edelleen kehitetty AKZ-järjestelmä. Jokaisella laitoksella olevalla käyttöpaikalla on oma tunnus. Käyttöpaikalla tarkoitetaan toimintaa prosessissa tai järjestelmässä, jolle annetaan oma KZ-tunnus. Tunnus on siis komponentin tai signaalin paikka prosessissa. Tunnus ei ole laitenumero, joka seuraisi laitetta, jos se esimerkiksi vaihdetaan toiseen ja siirretään varastoon, vaan se on käyttöpaikkatunnus, joka pysyy aina samana.

Kaikilla voimalaitoksen laitoksilla, järjestelmillä ja käyttöpaikoilla, joihin voi kohdistua huolto-, seuranta- tai käyttötoimenpiteitä, tulee olla oma KZ-tunnus. KZ-järjestelmällä on yllä mainittujen toimenpiteiden lisäksi myös suuri vaikutus laitosturvallisuuteen, sillä johdonmukaiset merkinnät auttavat ja nopeuttavat esimerkiksi häiriötilanteiden selvittämistä ja laitevikojen korjaamista laitoksella. Myös normaaleissa käyttötilanteissa ihmisten virheiden mahdollisuus pienenee, kun laitetunnukset on valittu selkeästi ja johdonmukaisesti.

KZ-tunnuksessa olevan numerosarjan avulla pystytään tunnistamaan, mikä laitousyksikkö, järjestelmä, prosessiosa tai laite on kyseessä. Tunnistamiseen vaaditaan kuitenkin järjestelmän ja laitoksen laajaa tuntemusta. Tunnuksien avulla voidaan esimerkiksi vuototilanteissa saada nopeasti tietoa, mikä järjestelmä tai kemikaali on kyseessä, sekä pystytään tarkasti erottamaan vuotokohta. Tunnistamattoman vuodon tunnistamisessa KZ-järjestelmä toimii oivana apuna valvomossa työskenteleville, mutta yhdessä hyvien putkisto- ja säiliömerkintöjen kanssa tunnistamisjärjestelmästä saataisiin vielä tehokkaampi, nopeampi ja tarkempi.

”Kemikaaliputkistot” on Turvallisuus- ja kemikaaliviraston laatima opas kemikaaliputkistojen merkinnöille ja säädöksille. Oppaassa neuvotaan, miten putkisto tulee merkitä ja miten turvallisesta käytöstä voidaan varmistua myös mahdollisissa onnettomuustilanteissa. Oppaan lisäksi lisätietoja putkistojen merkinnästä löytyy tarkemmin standardissa SFS 3701 (Putkistojen merkintä virtaavien aineiden tunnuksin). [16.]

Putkistojen merkintään ei löydy suoranaisesti lainsäädännöstä veloitteita. Toiminnanharjoittajalla on kuitenkin esimerkiksi vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden turvallisuudesta säädetyn lain (390/2005) 10 §:n mukaan velvollisuus onnettomuuksien ehkäisemiseen. Asianmukaisilla ja hyvillä putkistomerkinnöillä lisätään kaikkien laitoksen alueella työskentelevien tietoisuutta putkistoissa kulkevista aineista. Edellä mainitun lain (390/2005) mukaan laitteistot ja laitteet tulee varustaa toimintaan ja siitä aiheutuviin vaaroihin nähden tarkoituksenmukaisilla, turvallisen käytön ja onnettomuustilanteisiin varautumisen edellyttämällä varoitus- ja turvamerkinnöillä. [16.]

Putkistot voidaan katsoa kuuluvaksi laitteiston osaksi ja niiden merkintöjen tulee olla edellä kuvatun kaltaisia. Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvalli-

suudesta (390/2005) ottaa 135 §:ssä kantaa standardeihin ja niiden käyttöön kemikaaliturvallisuudessa. Kyseinen lain kohta kertoo Turvallisuus- ja kemikaaliviraston julkaisevan vuosittain listan standardeista, joita noudattamalla lain (390/2005) mukaiset turvallisuusehdot katsotaan täytyväksi. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston julkaisemissa standardilistoissa ei kuitenkaan ole esimerkiksi putkistojen merkintöihin liittyvää SFS 3701-standardia. [16.]

Kemikaalionnettomuustilanteessa ongelmaksi voi muodostua se, että vuotavan kemikaalin tietoja ei aina saada selville heti ensi tiedustelun yhteydessä. Tällöin joudutaan aloittamaan laajempi selvitys, jotta kemikaali saadaan tunnistettua. Oikeat säiliö- ja putkistomerkinnot nopeuttavat huomattavasti näissä tilanteissa kemikaalin tunnistamista ja oikean torjuntatekniikan valintaa. [16.]

### 8.3 Viestintä

Viestinnän tulee yrityksen sisällä toimia kriisitilanteessa aina siten, että välittömästi onnettomuuden sattuessa viestinnän vastuuhenkilöt saavat tiedon tapahtuneesta. Vastuuhenkilöt välittävät tiedon ennalta sovittuja kanavia pitkin organisaation ja verkoston sisällä. Viestin tulee edetä organisaation joka taso huomioiden. [16, s. 18.]

Suoraan pelastustoiminnassa mukana olevat henkilöt ja varsinaiset kriisin aikaiset tiedotuksesta vastaavat henkilöt tulisi ohjeistaa muita kattavammin, ja heidän tulisi olla aina tavoitettavissa. Tämä tarkoittaa sitä, että kriisiviestintä on suunniteltu ja toteutettu tavalla, jolla tiedottamisesta vastaavilla ihmisillä on myös varahenkilöjärjestelmä takanaan. Suunnittelun ja ohjeistuksen lisäksi keskeisten kriisitiedotuksesta vastaavien henkilöiden tulisi harjoitella mahdollisen onnettomuustilanteen aikaista tiedottamista. Harjoittelu on keskeinen osa kriisiviestinnän suunnittelua. [16, s. 18.]

## 9 Havaitut puutteet ja ongelmatilanteet

### 9.1 Ilmoitusmenettely ja asiantuntija-avun hälyttäminen

Kemikaalionnettomuuksia ja –vuotoja tapahtuu Loviisan voimalaitoksella erittäin harvoin. Tällä hetkellä laitoksella ei ole kemikaalivuotoja koskevaa erillistä ohjeistusta, vaan kemikaalivuotojen hallinta on jäänyt suojeluyksikön vastuulle. Koska vuotojen hallinta ja ilmoitusmenettely eivät ole olleet selkeästi ja systemaattisesti ohjeistettuna, on ollut tilanteita, joissa tieto tapahtuneesta ei ole kulkenut tyydyttävällä tavalla kemikaaleista vastaavien asiantuntijoiden tietoon. Ilmoitusmenettely on laitoksella joiltakin osin ohjeistettu, mutta se ei ota lainkaan kantaa, miten ja ketä tulisi eri tilanteissa hälyttää, kun vaaditaan eri asiantuntijoiden apua tilanteen selvittämisessä. Tämä ongelma on tullut esiin varsinkin silloin, kun onnettomuus tai vuoto on tapahtunut normaalin työajan ulkopuolella eikä laitoksella ole ollut paikalla muuta henkilöstöä kuin vuorotyöntekijät. Tällöin systemaattisten ilmoitusten tekeminen ja asiantuntijoiden hälyttäminen on jäänyt vuoropäällikön oman harkinnan ja laitostuntemuksen varaan.

Nämä ongelmat ovat tulleet esiin niissä tapauksissa, joissa ei ole ylitetty ForHelp-ilmoituksen vaadittavaa päästörajaa (100 litraa) tai toimittu laitoksen sisäisen kriisiviestintäohjeen mukaisesti. Kuitenkin on huomioitava, että myös alle 100 litran päästöt voivat aiheuttaa suuren vaaran sekä ihmiselle että ympäristölle. Tapausten harvinaisuudesta huolimatta tulisi eri osa-alueiden asiantuntijoiden (kemia, säteily, työturvallisuus) saada tieto tapahtuneesta mahdollisimman nopeasti myös normaalin työajan ulkopuolella.

Keskusteluissani laitoksen eri kemikaalien asiantuntijoiden ja viestinnästä vastaavien henkilöiden kanssa on tullut myös esiin ongelmia nykyisen ForHelp-ilmoitusmenettelyn kanssa. ForHelp-ilmoitus tehdään kemikaalionnettomuuksissa ennalta määritettyjen rajojen ylittyessä tai muissa kriisiviestintä ohjeessa määritettyjen tapauksien mukaan. Ilmoituksen tekee päävalvomom vuoropäällikkö, ja ilmoituksen saavat kaikki ne henkilöt jotka on määritetty ForHelp-ilmoitusten jakelulistalla.

Ongelmaksi tässä muodostuu se, että jakelulistalla on suuri määrä laitoshenkilökuntaa, mutta myös paljon laitoksen ulkopuolella työskenteleviä henkilöitä. Näistä ihmisistä

monet eivät tiedä, miten kuuluisi toimia ilmoitusviestin saapuessa tai miten viestiä tulisi tulkita. ForHelp-ilmoituksen laatija, yleensä vuoropäällikkö, toimii myös lisätietojen antajana, ja hänen puhelinnumerosa löytyy viestin lopussa. Tämä voi aiheuttaa vuoropäällikölle runsaasti lisätyötä ja vaikeuttaa hänen normaalia toimintansa, kun hänen tulisi onnettomuus- tai häiriötilanteen hallinnoimisen lisäksi vastata myös lisätietojen antamisesta niitä tarvitseville. Tämä ongelma tuli myös esiin haastatteluissa vuoropäälliköiden kanssa, heidän toiveensa oli, että he vuototilanteissa tekisivät ainoastaan välittömät ensi-ilmoitukset ja tämän jälkeen voisivat täysin keskittyä vain laitoksen hallintaan.

Näiden yllämainittujen ongelmien ratkaisemiseksi on laadittu tämän insinööriyön ohella ilmoitusmenettelyohje. Ohje on tarkoitettu tapauksille, jotka eivät vaadi ForHelp-ilmoituksen tekemistä. Vaikka vuotomäärä olisikin pienempi, voi kyseessä kuitenkin olla vakava tilanne riippuen kemikaalin ominaisuuksista ja vuotokohteesta. Tällöin olisi ensisijaisen tärkeää, että laitoksen kemikaaliasiantuntijat saavat tiedon tapahtuneesta mahdollisimman nopeasti ja näin ollen pystyisivät antamaan yksityiskohtaisempaa ohjeistusta esimerkiksi kemikaalin vaikutuksesta henkilö-, ympäristö- tai laitosturvallisuuteen. Ohje toimisi myös eräänlaisena tarkistus- ja kirjauslistana ilmoituksia tehtäessä. Ohjeeseen kirjattaisiin, kenelle on ilmoitettu ja mikä vastuu ilmoituksen vastaanottajalla on esimerkiksi jatko- ja viranomaisilmoitusten suhteen. Tämä Loviisan voimalaitokselle laadittu ilmoitusmenettelyohje ja kaavio on esitetty tarkemmin liitteessä 1.

## 9.2 Huonetilakohtaiset ohjeet

Mahdollisissa kemikaalivuodoissa suurin ongelma vuodon hallinnassa ja vahinkojen minimoimisessa on tunnistamaton vuoto. Vuodon hallinnassa olisi ensisijaisen tärkeää saada vuotava kemikaali tunnistettua mahdollisimman nopeasti. Useimmissa tapauksissa tieto saadaan välittömästi vuodon havaitsemisen yhteydessä, mutta voi esiintyä tilanteita, joissa kemikaalia ei voida tunnistaa heti. Nämä tilanteet muodostuvat ongelmaksi, kun kemikaali vuotaa kemikaalisäiliötilassa tai putkitunnelissa, missä eri kemikaaleja on samassa tilassa, eikä välttämättä tiedetä, mikä kemikaali vuotaa. Tunnistamisongelmia voi myös muodostua tilanteissa, joissa vuodon havaintaja on mahdollisesti joku muu kuin käyttöhenkilöstöön kuuluva, jolloin kyseinen henkilö ei välttämättä tunnista vuotavaa prosessia tai järjestelmää.

Loviisan voimalaitoksen suojeluyksikkö on laatinut kemikaalien säilöntäpaikkoja koskevan huonetilakohtaisen tunnistusohjeen. Säilöntäpaikkaohjeen avulla pystytään tunnistamaan huonetilanumeron avulla kaikki siinä tilassa säilytettävät kemikaalit, niiden määrät, sekä väkevyydet. Kohdekorteissa löytyy paljon huonetilaa koskevaa tietoa, niissä on esimerkiksi määritetty, miten eristäminen tulisi tehdä, mitkä ovat suojeltavat kohteet, onko huonetilassa ilmastointia, mitkä ovat muut palokuormat sekä keneltä lisätietoja tarvittaessa saa. Huonetilakohtaiset kemikaalikohdekortit ovat hyvät ja mahdollisissa vuototilanteissa erittäin hyödylliset.

Tunnistusohjeen suurin puute on siinä, että se ottaa huomioon ainoastaan kemikaalien säilöntäpaikkojen huonetilat. Loviisan voimalaitoksella kuitenkin kulkee putkistoja pitkin kemikaaleja eri kohteisiin laitoksella, putkitunnelit ovat joissakin tapauksissa hyvin pitkiä, ja matkan varrelle kertyy monta liitosta ja venttiiliä, mitkä voivat aiheuttaa vuototilanteen. Näissä tapauksissa voi kemikaalin tunnistaminen olla erittäin hankalaa.

Liitosten ja venttiilivuotojen varalle olisi hyvä, jos huonetilakohtaiset kemikaalikortit laajennettaisiin koskemaan myös niitä huonetiloja, joissa kemikaaliliitoksia, pumppuja ja venttiilejä sijaitsee. Tällöin huonetilatunnuksen (joka on nopeasti selvitettävissä) avulla voisi helposti tunnistaa huonetilassa olevat kemikaalit ja näin ollen rajata vuoto yhteen tai kahteen kemikaaliin. Huonetilakorteissa tulisi myös huomioida kyseiseen huonetilaan liittyvät muut mahdolliset riskit, kuten sähköturvallisuus ja syttymislähteet.

Kaikkia huonetiloja koskevan kemikaalikohdekortiston laatiminen ja huonetilojen vaarojen tunnistaminen olisi iso ja mahdollisesti paljon aikaa vievä projekti, mutta hyöty olisi myös suuri. Kohdekortteja voisi kemikaalien tunnistamisen lisäksi käyttää mahdollisissa palotilanteissa huonetilaan liittyvissä vaarojen tunnistamisessa.

### 9.3 Kemikaalikoulutus

Kemikaalikoulutus oli yksi asioista, mitä nousi esiin keskusteluissa laitoksella kemikaalien kanssa työskentelevien ihmisten kanssa. Osa henkilöistä koki, etteivät he tiedä tarpeeksi kemikaaleista, kemikaaliturvallisuudesta ja kemikaalien aiheuttamista vaaroista,



ja toivoi tähän liittyvää laajempaa koulutusta. Kemikaalikoulutusta on heidän puoleltaan pyydetty, ja sitä on päätetty järjestää tulevaisuudessa.

Kemikaaliturvallisuuslaissa (11 §) ja työturvallisuuslaissa (14 §) määräyksen mukaan toiminnanharjoittajan on annettava henkilöstölle sellaista koulutusta, opastusta ja ohjausta, jota laitoksen turvallinen toiminta edellyttää. Koulutusta tulisi antaa riittävästi ja jatkuvasti seuraten työn etenemistä ja havaittuja puutteita. Tulee olla riittävät tiedot toiminnasta ja vaaratekijöistä, ja niihin varautumisesta tulee järjestää turvallisen toiminnan kannalta tarpeellista koulutusta.

Koulutuksen ongelmaksi on kuitenkin muodostunut se, että erilaisia töitä tekevien ihmisten tarpeet koulutuksen suhteen ovat erilaisia. Eniten tarvetta olisi kemikaalien käsittelyä ja turvallisuutta koskevasta tiedosta, varsinkin niille työntekijöille, jotka joutuvat kemikaalien kanssa tekemisiin päivittäin. Kemikaalien turvalliseen säilytykseen liittyvästä koulutuksesta ja ohjeistuksesta olisi myös tarvetta. Molemmat kokonaisuudet ovat merkittäviä ja niitä tulisi käsitellä tulevaisuudessa.

Kemikaalikoulutuksen tarve on myös tullut esiin kemikaaliturvallisuusryhmän kokouksissa, ja tilanteen parantamiseksi on jo mietitty toimenpiteitä. Koulutus tulisi tarpeen vaatiessa järjestää ammattiryhmittäin, koska turvallisuusnäkökohdat vaihtelevat suuresti eri työtehtävien ja käytettävien kemikaalien välillä.

#### 9.4 Kemikaalin kulkeutuminen

Kemikaalivuodon tapahtuessa pääsee vuodon paikasta, koostumuksesta ja määrästä riippuen vuotava kemikaali aina valumaan toiseen ympäristöön. Parhaimmassa tapauksessa kemikaali vuotaa turvallisesti vuotojenkeräysaltaaseen tai erikoisviemäröinnin kautta vuotojenkeruusäiliöön. On kuitenkin huomioitava tilanteet, joissa kemikaalia pääsee vuotamaan sellaisessa tilassa, missä turvajärjestelyjä ei ole. Tällöin kemikaali vuotaa hallitsemattomasti, ja vuoto voi levitä laajallekin alueelle normaaliviemäröinnin tai ilmastoinnin kautta.

Näissä tapauksissa olisi hyvä huomioida ja arvioida jo vuodon alkutilanteessa, mihin kaikkialle kemikaali on kulkeutunut ja miten tämä mahdollisesti vaikuttaa eteenpäin

muihin prosessijärjestelmiin ja ympäristöön. Varsinkin kaasujen ja nesteiden kohdalla kemikaalia voi kulkeutua pitkiäkin matkoja aiheuttaen mahdollisesti vahinkoa yllättävissä paikoissa. Tulisi myös ottaa huomioon, voiko viemäriin vuotanut kemikaali reagoida viemärijärjestelmässä jonkin muun siellä olevan aineen tai materiaalin kanssa ja näin ollen päästä aiheuttamaan vahinkoa muissa järjestelmissä tai laitteissa.

Ongelmat kemikaalivuotojen kokonaishallinnassa ovat tulleet esiin insinööriyön yhteydessä tehdyissä haastatteluissa sekä myös vanhojen vuototapauksien toiminnan tutkimisen yhteydessä.

### 9.5 Ohjeiden päällekkäisyydet ja puutteet

Loviisan voimalaitoksella on kattava ja yksityiskohtainen ohjejärjestelmä, johon kuuluu menettelyohjeita, käyttöohjeita, hallinnollisia ohjeita, turvallisuusohjeita, suojelutoimintaan liittyviä ohjeita sekä monia muita ohjeita. Ohjeita säilytetään ja ylläpidetään eri yksiköiden toimesta, ja kaikki ohjeet ovat myös löydettävissä sähköisessä muodossa laitoksen sisäisestä Doris-arkistointijärjestelmästä.

Ohjejärjestelmä on erittäin laaja, ja tästä johtuen on ohjeita, missä käsitellään hieman samoja asioita päällekkäin. Myös ohjeiden suuresta määrästä johtuen on kaikkia ohjeita mahdotonta pitää täysin ajan tasalla, ja tällöin voi ohjeissa esiintyä vanhentunutta tietoa. Varsinkin onnettomuuksien ja viestinnän ohjeiden tulisi aina olla täysin ajan tasalla.

Ohjeita tutkiessani huomasin niissä useimmiten eroja ilmoitusmenettelyissä viranomaisille ja sisäisessä viestinnässä. Nämä eroavaisuudet tai päällekkäisyydet voivat johtaa siihen, että ilmoitukset eivät välity riittävän nopeasti oikeisiin kohteisiin tai pahimmassa tapauksessa jäävät kokonaan tekemättä. Toimintaa ohjaavassa ohjeistuksessa ei vastaavanlaisia päällekkäisyyksiä tai puutteita esiintynyt.

Toinen ohjeisiin liittyvä puute on kemikaalientietokortit. Kemikaalitentokortti on jokaiselle Loviisan voimalaitoksen kemikaalille laadittu oma ainekohtainen kortti. Kemikaalikohtokorttien avulla olisi kemikaalionnettomuuksissa tarkoitus saada nopeasti ja kootuna kaikki tarvittava tieto vuotavasta kemikaalista ja siihen liittyvistä torjuntatoimenpi-

teistä ja vaaroista. Tällä hetkellä on kuitenkin vain olemassa vuonna 2007 laadittu sisällysluettelo kemikaaleista, mutta kaikki tarvittava tieto puuttuu.

Kemikaalivuodoissa olisi kuitenkin tärkeää saada nopeasti tietoa vuotavasta kemikaalista, sen vaaroista ja tarvittavasta suojautumisesta. Tietokorttien avulla tämä tieto olisi nopeasti sekä suojeluyksikön, vuoropäälliköitten tai muille tietoa tarvitseville saatavissa. Kortisto olisi tulevaisuuden vuotojen varalle tärkeä saada laadittua, koska se toimisi nopean informoinnin lähteenä ja tieto olisi aina kaikkien työntekijöiden saatavilla.

## 9.6 Suojeluyksikön jälkitarkastus

Kemikaaleista vastaavan suojeluesimiehen haastatteluissa oli yksi esiinnousseista asioista tulevaisuudessa mahdollisesti toteutettava suojeluyksikön tekemä kemikaalivuotojen yleinen jälkitarkastus. Suojeluyksikön toivomus olisi, että tulevaisuudessa mahdollisen kemikaalivuodon sattuessa ja jälkivahinkojen torjunnan sekä korjaustoimenpiteiden valmistuttua ja tilanteen normalisoiduttua suojeluyksikkö tekisi kohteessa vielä oman jälkitarkastuksen.

Jälkitarkastuksen tekisi suojeluesimies mahdollisesti yhdessä palomiesten kanssa. Siinä tarkistettaisiin, että vuotokohdan korjaus sekä huonetilat ja viemärit, minne kemikaalia on vuotanut, täyttävät taas suojeluyksikön palo- ja kemikaaliturvallisuusvaatimukset. Jälkitarkastus toimisi myös eräänlaisena kemikaalivuodon lopputarkastuksena, jolla voitaisiin todeta, että kaikki tarvittavat toimenpiteet vuodon suhteen on tehty oikein. Jälkitarkastustoimenpide olisi helppo lisätä nykyiseen työmääräinjärjestelmään jokaisen kemikaaleihin liittyvän työn päätteeksi.

## 9.7 Varotoimet Lomaxissa

Työnsuunnitteluorganisaation haastatteluissa tuli esiin yksi Lomax-työnsuunnittelujärjestelmän kemikaalien varotoimiin liittyvä ongelma. Tällä hetkellä töitä suunniteltaessa ja töihin liittyvien vaarojen ja varotoimien määrittelyssä Lomax-järjestelmä ei automaattisesti lisää kemikaalien kohdalla kyseiseen työhön liittyvän kemikaaliin varotoimia. Varotoimet lisätään vasta jälkeenpäin manuaalisesti työmääräimen tarkastuskierroksen yhteydessä EHS-tarkastajan toimesta.

Ongelmaksi muodostuu kuitenkin se, että tarkastajasta riippuen kemikaaliin liittyvä tieto ja työhön liittyvät varotoimet eivät aina ole samat tai ne ovat puutteellisia. Olisi kuitenkin tärkeää, että kaikkiin kemikaaleihin liittyvissä töissä olisi selkeästi, kattavasti ja automaattisesti kerrottu, mitä varotoimia tulisi ottaa huomioon. Järjestelmään voisi lisätä kaikkien kemikaalien kohdalla kaikki vaadittavat varotoimet, niin että ne tulisivat aina automaattisesti työn suunnittelun yhteydessä tietona ja tarkastajan tehtävänä olisi vain tarkistaa ja mahdollisesti työstä riippuen poistaa tarpeettomia tietoja.

### 9.8 Kemikaalionnettomuusohje

Tällä hetkellä Loviisan voimalaitoksella kemikaalivuotojen hallinta perustuu laitoksen sisäisten palosuojelu- ja pelastustoiminta- sekä savu- ja kemikaalisukellusmenettelyohjeisiin. Laitospalokunnalla on tämän lisäksi omat kemikaaliohjeet, joiden mukaan suoje-  
luyksikkö toimii onnettomuustilanteissa.

Nykyisessä ohjeistuksessa kemikaalivuodon sattuessa viitataan aina yllämainittuihin menettelyohjeisiin vuodon hallitsemiseksi. Ohjeet eivät kuitenkaan anna selkeätä ohjeistusta, miten eri tilanteissa tulisi toimia, vaan vastuu vuototilanteen hallinnasta ja toiminnasta on siirretty laitospalokunnan vastuulle.

Ohjeistuksen tarkentamisen ja uudistuksen tarve on tiedostettu, ja tämän insinööriyön pohjalta olisi tarkoitus suunnitella ja laatia yksityiskohtaisempi ja selkeämpi kemikaalionnettomuuksien menettelyohje. Ohje ei korvaisi nykyisiä kemikaaleihin liittyviä yksittäisiä ohjeita, vaan täydentäisi ja yhdistäisi ne selkeästi ja yksinkertaisesti. Tällä hetkellä on kuitenkin laitoksella puute selkeästä ja yhtenäisestä kemikaalionnettomuuksien hallintaan liittyvästä ohjeistuksesta.

### 9.9 Suojeluyksikön hälyttäminen

Laitoksella on ohjeistettu, että kaikissa vuototilanteissa tulisi aina ensisijaisesti soittaa ja ilmoittaa tapahtuneesta 112:een. Soitettaessa laitoksen sisäisestä dect-puhelimesta ohjautuu puhelu laitoksen omaan hälytyskeskukseen, joka tämän jälkeen hälyttää tarvittavat yksiköt ja varmistaa, että niillä on tieto tapahtuneesta.

Kuitenkin käyttöyksikön haastatteluissa on tullut esiin, että tällä hetkellä kaikissa tapauksissa näin ei kuitenkaan toimita. Havaittua vuodon käyttöhenkilöstö yleensä, ellei henkilövahinkoja ole sattunut, ilmoittaa vuodosta ensimmäisenä vuoropäällikölle. Arvioidaan ja selvitettyään tilanteen, vuoropäällikkö ilmoittaa ja välittää tiedon tapahtuneesta eteenpäin hälytyskeskukseen tai suoraan suojeluyksikölle.

Vuodon havaitseminen ja siitä ilmoittaminen tulisi ohjeistaa tarkemmin käyttövuoroille, esimerkiksi kemikaalikoulutuksen yhteydessä. Tällä hetkellä toimii vuoropäällikkö kuitenkin turhana tiedonkulun ja tapahtuman hälyttämisen välikätenä, mikä hidastaa ja vaikeuttaa informaation kulkua. Tärkeää vuototilanteen hallinnan kannalta olisi kuitenkin se, että vuodosta välittyisi mahdollisimman tarkka ja suora tieto hälytyskeskukseen ja tämän kautta vasta eteenpäin.

## 10 Muita esiinnousseita ongelmia

### 10.1 TB-kemikaaliasema

TB-kemikaaliasemaa käytetään primääripiiriin syötettävien käyttökemikaalien varasto- ja syöttösäiliöiden tilana. Kemikaaliasema on vanhentunut, eikä nykyinen tila täytä vaadittavia määräyksiä kemikaalien säilytyksen ja käsittelyn suhteen. Samassa huonetilassa varastoidaan yhtyeensopimattomia kemikaaleja, eikä säiliövaraston vaadittuja valuma-altaita ole olemassa. Vuototilanteessa on mahdollista, että vaarallisesti keskenään reagoivat kemikaalit saattavat päästä reagoimaan tai että valuma-altaiden puuttuessa kemikaalia pääsee vuotamaan mahdollisesti kemikaaliaseman alapuolella oleviin tiloihin.

TB-kemikaaliaseman ongelmat ja puutteet ovat tiedossa, ja tällä hetkellä on kemikaaliaseman uudistusprojekti alkuvaiheissa. Harkinnassa on kaksi vaihtoehtoa, joko vanhan kemikaaliaseman täydellinen uudelleen remontointi tai kokonaan uuden kemikaaliaseman rakentaminen. Ongelmana kummassakin vaihtoehdossa on se, että myös uudistuksen aikana tiettyjä kemikaaleja pitää olla jatkuvasti käytössä laitoksen toiminnan kannalta.

### 10.2 Hydratsiinikuljetus

Hydratsiini on syöpävaarallisuutensa takia laitoksella käytettävistä kemikaaleista yksi hankalimmista. Hydratsiini toimitetaan laitokselle 200 litran tynnyreissä neljän tynnyrin erinä vastaanottovarastolle. Tarkistusnäytteenoton jälkeen tynnyrit siirretään vastaanottovarastolta käyttöpaikoille, suurin osa hydratsiinipumppaamon säilytystiloihin, mutta myös pieni osa menee TB-kemikaaliasemalle primääripiiriin syöttöä varten.

Hydratsiinin pitkillä kuljetusreiteillä vastaanottovarastolta käyttöpaikkoihin on mahdollista, että tynnyri hajoaa pudotessaan tai kaatuessaan, ja tällöin hydratsiiniä pääsisi mahdollisesti valumaan suoraan maaperään tai viemäröinnin kautta ympäristöön. Hydratsiinin nopea haihtuminen varsinkin lämpimissä olosuhteissa saattaa altistaa työntekijät vaarallisille hydratsiinihöyryille.

Pitkien hydratsiinin tynnyrikuljetuksien vaarat on tiedostettu, ja toimenpiteitä ongelman parantamiseksi on jo laitoksella tehty. Kuljetettaville tynnyreille on jo hankittu suojaavia vuotoaltaita, jotka keräävät mahdollisesti tynnyristä vuotavan hydratsiinin turvallisesti talteen. Kuitenkaan vuotoallas ei suojaa, jos tynnyri kaatuu tai tippuu kuljetuksen yhteydessä, mikä kuitenkin on mahdollista.

### 10.3 Säiliöautolla laitosalueelle tuotavat kemikaalit

Säiliöautokuljetukset on yksi kemikaaliturvallisuusryhmän kokouksissa esiinnoussut kemikaaliturvallisuuteen liittyvä ongelma. Laitoksella käytettävien bulkkikemikaalien varastosäiliöt ja purkupaikat sijaitsevat laitosalueelle. Jotta kemikaalikuljetukset saadaan purettua, täytyy säiliöautojen päästä laitosalueelle. Koska useimmiten säiliöautot vievät kemikaaleja myös muualle, saattaa laitosalueelle tulevassa säiliöautossa olla myös muita kemikaaleja, joita ei käytetä Loviisan voimalaitoksella.

Säiliöauton joutuessa onnettomuuteen saattaa laitokselle tuntematonta kemikaalia vuotaa ympäristöön. Voimalaitoksen suojeluyksiköllä on ohjeistukset, tiedot ja välineet kemikaalionnettomuuden torjuntaan laitoksella käytettäville kemikaaleille. Muista kemikaaleista löytyy myös torjuntatietoa, mutta tiedonhaku vie huomattavasti enemmän aikaa. Suojeluyksiköllä ei myöskään välttämättä ole tarvittavia varusteita ja välineitä ulkopuolisen kemikaalin torjuntaan, jolloin joudutaan odottamaan kunnallisen pelastushenkilöstön saapumista laitokselle, mikä saattaa kestää noin puoli tuntia.

Onnettomuustilanteen hallintaan ja torjuntatoimien aloittamisen alkamiseen kulunut ylimääräinen aika vaikuttaa suuresti jälkivahinkojen torjuntaan ja syntyneen vahingon laajuuteen. Ehdotuksia kemikaalien säiliöautokuljetuksien riskien pienentämiselle on esitetty kemikaaliturvallisuusryhmän kokouksissa, ja asia on käsiteltävänä.

## 11 Ratkaisumalleja kemikaalivuotojen hallinnalle

### 11.1 Ensietolomake

Ensietolomake on Loviisan voimalaitokselle suunniteltu kemikaalionnettomuuksien varalle tiedonkeruun helpottamiseksi. Lomakkeen tarkoituksena on toimia mahdollisen kemikaalivuodon sattuessa tiedonkeruun apuvälineenä hälytyksen vastaanottajalle. Lomakkeeseen on pyritty keräämään kaikki suojeluyksikön kemikaalionnettomuuden torjunnalle tärkeimmät tiedot. Lomakkeen tavoitteena on, että suojeluyksikölle välitettävä ensitieto olisi jo heti ensi-vaiheessa mahdollisimman kattava ja nopeasti saatavissa.

Lomake toimisi myös eräänlaisena kysymysten tarkistuslistana hälytyspuhelun vastaanottajalle. Näin ollen ensitiedon tarkkuuteen ja laajuuteen ei vaikuttaisi hälytyksen vastaanottajan osaamistaso, kokemus tai muu henkilökohtainen ominaisuus. Näin ollen tulisi myös suojeluyksikölle mahdollisimman tarkka vuototilanteen kuvaus jo heti ensi vaiheessa, mikä nopeuttaisi ja auttaisi huomattavasti yksikön toimintaa kemikaalivuodoissa.

Lomaketta voisi myös mahdollisesti käyttää ilmoitusmenettelyn yhteydessä. Lomake toimisi tällöin eräänlaisena koottuna vuototilanneinfona ilmoitettaville henkilöille. Ensitiedon voisi esimerkiksi lähettää sähköpostin kautta. Näin ollen ilmoituksen saanut henkilö voisi helposti tarkistaa mitä on tapahtunut ja minkälaisiin jatkotoimenpiteisiin hänen tulisi tämän perusteella ryhtyä.

### 11.2 Ilmoitusmenettelyohje

Työn yhteydessä tehtyjen valvomohenkilöstön haastatteluissa ja vanhojen vuototapausten tutkinnassa on ilmoitusten oikea tekeminen ja järjestelmällisyyden puute ollut yksi useasti esiinnoussut ongelmatilanne. Yhteydenotot ja ilmoitukset laitoksen eri asiantuntijoihin on perustunut pelkästään työvuorossa olleen vuoropäällikön omaan kokemukseen ja henkilötuntemukseen. Kuitenkin olisi ensisijaisen tärkeää, että kemikaaliasiantuntijoiden ja valvomohenkilöstön välille muodostuisi mahdollisimman nopeasti toimiva viestiliikenne.



Ilmoitusmenettelykaavio on tämän insinööriyön yhteydessä kehitetty erityisesti kemikaalivuototapauksille tarkoitettu ilmoituksien menettelyohje. Kaavion tarkoituksena on helpottaa ja selkeyttää vuototapauksissa tehtävien ilmoitusten tekemistä sekä varmistaa, että tarvittavat henkilöt ja asiantuntijat saavat mahdollisimman nopeasti tiedon tapahtuneesta. Menettelykaaviosta löytyisi kaikkien tarvittavien henkilöiden ja heidän varahenkilöidensä puhelinnumerot. Ilmoitusmenettelykaavioon tulisi myös valvomon toimesta mahdollisuus kirjata, koska ja kenelle on ilmoitettu tapahtuneesta sekä mikä vastuu ilmoituksen vastaanottajalla on jatkoilmoitusten suhteen.

Ilmoitusten teossa ongelmaksi kuitenkin muodostuu ihmisten tavoittaminen normaalin työajan ulkopuolella. Ainoa henkilö, joka on aina tavoitettavissa vuorokauden ympäri, on päivystävä turvallisuusinsinööri (PTI). Muilla henkilöillä ei ole päivystysvelvollisuutta, eikä näiden ihmisten tavoittaminen onnettomuustilanteissa aina voida varmasti taata. Kuitenkin olisi tärkeää lisäavun ja tiedon saamisessa, että mahdollisimman aikaisessa vaiheessa saadaan yhteys esimerkiksi kemikaali-, säteilyturvallisuus- ja laitosasiantuntijoihin.

### 11.3 Vuodenhallintakaavio

Insinööriyön yhteydessä laadittujen vuokaavioiden tarkoituksena on selkeyttää ja yhdenmukaistaa toiminta kemikaalivuodon tapahtuessa. Kemikaalien kanssa työskentelevien henkilöhaastattelujen yhteydessä on tullut useasti esiin se, että ei aina tiedetä, mitkä kemikaalivuototapaukset vaativat soiton 112:een ja suojeluyksikön suorittamaan kemikaalin raivauksen ja mitkä eivät. Kaavion avulla on pyritty selkeästi esittämään ne tapaukset, joissa kemikaalin raivaus voidaan suorittaa itse, sekä ne tapaukset, joissa päädytään siihen, että suojeluyksikkö on suoritettava raivaus. Vuokaaviossa on myös esitetty koko nykyinen kemikaalivuotojen hallintaprosessi.

### 11.4 Kunnossapitopäivystäjä

Kunnossapitopäivystäjää ei laitoksella tällä hetkellä ole vielä olemassa. Kuitenkin laitoksella tehtyjen henkilöhaastattelujen perusteella on kyseinen päivystäjä tulevaisuudessa mahdollinen, ja asia on esitetty laitoksen johtoryhmälle.

Kunnossapitopäivystäjän tehtävänä olisi normaalityöajan ulkopuolella tehtävien töiden ja tilanteiden hallinta. Kunnossapidon päivystäjä toimisi samalla tavalla kuten nykyinen jo olemassa oleva käytön PTI-päivystys. Päivystys tapahtuisi normaalityöajan ulkopuolella ja viikonloppuisin. Päivystäjän päätehtävänä olisi toimia kokoonkutsujana ja koordinaattorina normaalien työajan ulkopuolella suoritettaville kunnossapitotöille.

Kunnossapitopäivystäjä voisi tulevaisuudessa myös toimia kemikaalivuodoissa päivystäjän turvallisuusinsinöörin apuna vuototilanteen hallinnoimisessa ja ilmoitusten tekemisessä. Hän voisi myös vapauttaa PTI:n ja vuoropäällikön laitoksen operointiin. Kunnossapitopäivystäjä olisi kuten PTI, aina tavoitettavissa ja saapuminen laitokselle olisi nopea.

Kunnossapitopäivystäjä nopeuttaisi myös vuodon aiheuttamien korjaustöiden alkamista, ja näin ollen läpimenoaika ongelman havaitsemisesta työn aloitukseen lyhenisi. Kunnossapitopäivystäjänä toimisi laitoksen kunnossapidon ryhmä- ja jaospäälliköt aina viikon kerrallaan. Päivystäjän toiminta olisi selkeästi ja järjestelmällisesti ohjeistettu, ja näin ollen olisi myös töiden johtaminen ja koordinointi selkeästi vastuutettu yhdelle henkilölle.

## 12 Yhteenveto

Kemikaaliturvallisuuden perustana Suomessa on joukko lakeja ja asetuksia, joiden noudattaminen ja muutoksien seuraaminen vaatii asiantuntemusta, aikaa sekä resursseja. Uusien kansainvälisten ja kansallisten kemikaaliturvallisuutta edistävien lakien ja asetusten uudistuessa turvallisen käytön vastuut aineiden riskien tunnistamisesta ja turvallisesta käytöstä siirtyvät yrityksille. Uuden voimaan tulleen kemikaaliasetuksen tavoitteena on ihmisten ja ympäristön turvallisuuden parantaminen. Asetus siirtää vastuuta kemikaalien turvallisesta käytöstä viranomaisilta teollisuudelle ja kemikaalien loppukäyttäjille.

Loviisan voimalaitoksen turvallisuuskulttuuri on korkealla tasolla, ja sitä kehitetään jatkuvasti. Osoituksena tästä on esimerkiksi laitoksella perustettu kemikaaliturvallisuusryhmä, joka kokoontuu säännöllisesti pohtimaan keinoja ylläpitää jatkuvaa kehitystä voimalaitoksen kemikaaliturvallisuudessa. Kemikaaliturvallisuusryhmän yhtenä selkeänä tavoitteena on ollut erilaisten kemikaalivuotojen kokonaisvaltaisen hallinnan parantaminen sekä siihen liittyvän ohjeistuksen ja käytäntöjen kehittäminen Loviisan voimalaitoksella. Tämä insinööri työ on tehty nykyisen ohjeistuksen puutteiden selvittämiseksi ja uuden kemikaalivuotojen hallintaohjeen laatimisen rungoksi.

Työn aihe on laaja ja käsittää monia eri laitoksella olevia yksiköitä ja henkilöitä. Työn yhteydessä tehdyissä henkilöhaastatteluihin on noussut esiin monia eri kehityskohteita, joista osa on jo otettu esiin kemikaaliturvallisuusryhmän kokouksissa ja joiden parannusehdotuksia on pohdittu. Tuloksena saaduista kehityskohteista tärkeimmiksi nousivat yhtenäisen ja systemaattisen kemikaalivuotojen hallintaohjeen puuttuminen ja vuoto tapauksissa tehtävien ilmoitusten tekeminen. Kemikaalien kanssa laitoksella työskentelevien työntekijöiden mielestä olisi myös tärkeää saada yksityiskohtaisempaa koulutusta ja tiedotusta kemikaalien käsittelyyn liittyvistä vaaroista ja toiminnasta onnettomuustilanteissa.

Kemikaalikoulutusta tulisi lisätä ja sen laajuus tulisi suunnitella ja pyrkiä antamaan työntekijäryhmäkohtaisesti räätälöitynä, jotta koulutuksesta ei tulisi liian yleispätevä, vaan pystyttäisiin jakamaan sopivaa tietoa ryhmäkohtaisesti kemikaalien vaaroista ja niiden oikeasta käsittelystä. Kuitenkin huolellisuus ja varovaisuus sekä oikea asenne kemikaalien käsittelyssä ehkäisee tehokkaimmin kemikaalivuotojen aiheuttamia onnet-

tomuuksia ja vaaratilanteita. Tämän asian eteen tulisi koko voimalaitoksen henkilöstön tehtävä kehitystyötä parhaiden mahdollisten käytäntöjen löytämiseksi. Vastuu kemikaaliturvallisuudesta on koko henkilöstön yhteinen asia.

Ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä huolimatta kemikaalivuotoja tapahtuu erilaisten laitteiden tai inhimillisten virheiden takia. Näiden tapauksien varalle tulisi olla selkeä ja johdonmukainen ohjeistus ja toimintatapa, miten erilaisissa vuototilanteissa toimitaan. Toimintatavat ja tilanteen hallinta sekä tapahtuman ilmoitusmenettely eivät saisi perustua yksittäisten henkilöiden kokemukseen tai muistinvaraiseen toimintaan, ja ne tulisi aina tilanteesta riippuen seurata samaa kaavaa. Laitoksella onneksi harvinaisiin kemikaalivuotoihin liittyvät nykyiset toimintatavat ja niistä tehtävät ilmoitukset perustuvat liikaa juuri yksittäisten henkilöiden kokemukseen ja laitostuntemukseen eikä niiden hallinta ole ollut systemaattista. Työn yhteydessä kehitettyjen ratkaisumallien tarkoituksena on selkeyttää ja yhdenmukaistaa kemikaali vuotojenhallintaa sekä ilmoitusten tekoa voimalaitoksella.

Tarve tarkasta kemikaaleihin liittyvästä huonetilakohtaisesta kohdekortistosta nousi useasti esille varsinkin valvomohenkilöstön ja suojeluyksikön kanssa käydyissä keskusteluissa. Kehitettävän tunnistusohjeen pohjana voisi käyttää nykyistä suojeluyksikön laatimaa kemikaalien säilöntäpaikkakortistoa ja tehdä tästä laajempi kaikkia kemikaaliloja koskeva kortisto. Huonetilakortiston avulla tunnistamattoman vuodon identifiointi nopeutuisi huomattavasti, ja mahdolliset vaarat voitaisiin tunnistaa turvallisesti jo ennen itse huonetilaan menoa. Laitospalokunnan kannalta kortistosta olisi hyötyä myös tulipalotilanteissa huonetiloihin liittyvien kemikaalien aiheuttamien vaarojen tunnistamisessa.

Uusien ja turvallisempien toimintatapojen kehittämistä on pohdittu ja ratkaisuja on esitetty tämän insinööriyön yhteydessä. Työssä esitettyjen ratkaisumallien avulla on pyritty selkeyttämään nykyistä kemikaalivuotojen hallintaa ja luomaan runko, minkä avulla tulisi kehittää ja laatia kemikaalivuotojen hallintaohje Loviisan voimalaitokselle. Työssä on myös tuotu esille työn yhteydessä esiinnoitettuja kemikaalien hallintaan liittyviä kehityskohteita sekä niiden parannusehdotuksia. Työn tuloksena luodut toimintamallit vuototapauksille sekä työn esille nostamat kehitysehdotukset tukevat hyvin voimalaitoksen parannustoimia kohti turvallisempaa työympäristöä.

### **13 Johtopäätökset**

Kemikaalikoulutusta ja koko Loviisan ydinvoimalaitosta koskevien kemikaaleihin liittyvien toimintatapojen yhtenäistämistä tulisi tulevaisuudessa selkeästi parantaa. Näiden molempien ongelmien ratkaiseminen ei vaatisi laitokselta suuria panostuksia, vaan tarvittavat resurssit ovat jo olemassa. Eri työryhmille järjestettävä kemikaalikoulutus vaatisi ainoastaan hyvää kokonaisuuksien suunnittelua ja tarpeiden kartoittamista.

Putkimerkintöjen lisäämistä tulisi myös harkita tulevaisuuden toimenpiteenä, kokonaisvaltaisen kemikaalihallinnan kannalta. Selkeiden ja kattavien merkintöjen avulla mahdolliset tunnistamattomat vuodot voitaisiin tunnistaa nopeasti jo heti ensi vaiheessa. Putkistomerkinnoista olisi myös apua laitoksen suojeluyksikölle tulipalotilanteissa huonetiloihin liittyvien kemikaalivaarojen tunnistamisessa.

Suojeluyksikön suorittama jälkitarkastus olisi helppo lisätä laitoksen nykyiseen työmäärin-järjestelmään. Jälkitarkastuksen voisi lisätä kaikkiin kemikaaleihin liittyvissä vuotojenkorjaustöissä, työn suunnittelun yhteydessä. Tarkastus lisättäisiin työn viimeiseksi toimenpiteeksi, ja sen suorittajana olisi aina suojeluyksikkö.

Selkeästä ja kattavasta kemikaalihuonetilojen luettelosta olisi työn yhteydessä tehtyjen henkilöhaastattelujen perusteella eniten tarvetta ja hyötyä. Luettelossa tulisi olla jokaisen kemikaalihuonetilan huonetunnus, ja tunnuksen perusteella löytyisivät huonetilassa olevat kemikaalit, niiden vaarat, suojarustus ja huonetilaan liittyvät muut tiedot. Huonetilaluettelo tulisi ehdottomasti harkita tehtäväksi tulevaisuudessa. Luettelon tekeminen ja kaikki siihen liittyvien tietojen selvittäminen olisi aikaa vievä projekti, mutta yhdessä hyvien putkistomerkintöjen ja nykyisten KZ-tunnuksien kanssa siitä muodostuisi hyvä ja kattava kemikaalivuotojen tunnistusväline Loviisan voimalaitokselle.

## Lähteet

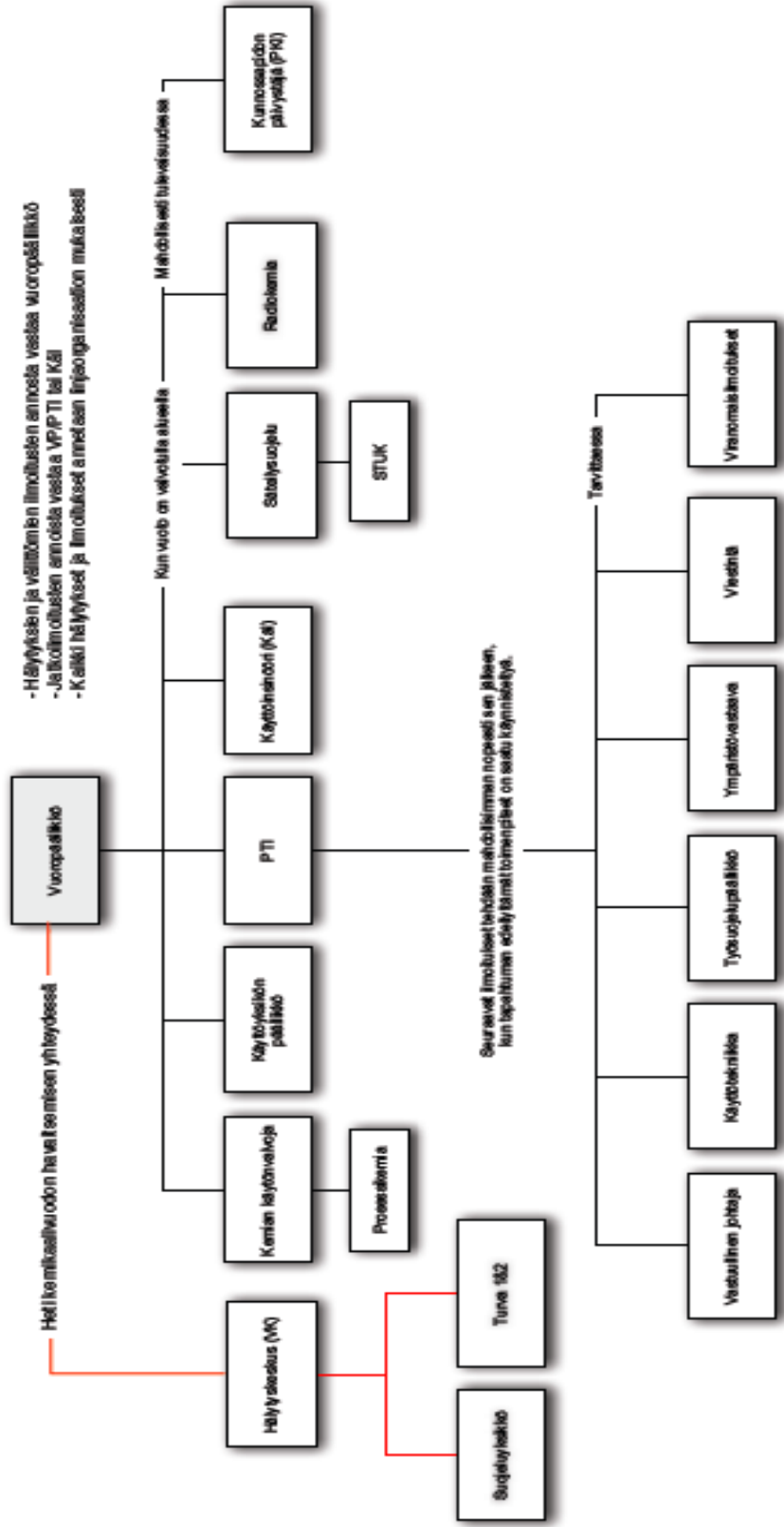
1. Sähköntuotanto. 2011. Verkkodokumentti. Energiateollisuus.  
<<http://www.energia.fi/fi/sahko/sahkontuotanto>>. Luettu 5.1.2011.
2. Malmsten, C. 2001. Vaaralliset kemikaalionnettomuudet. Helsinki: Tammi.
3. Lo1 & Lo2 FSAR Turvallisuusseloste. 2010. Loviisan voimalaitos. Sisäinen dokumentti. Fortum Power & Heat Oy.
4. VVER. 2011. Verkkodokumentti. Wikipedia.  
<<http://en.wikipedia.org/wiki/VVER>>. Updated 30.1.2011. Luettu 5.1.2011.
5. Loviisan voimalaitoksen yleiskuvaus. Primääri- ja sekundääripiirien pääjärjestelmät. 2009. Loviisan voimalaitos. Fortum Power & Heat Oy.
6. Tekniset tiedot – Loviisa. 2009. Verkkodokumentti. Säteilyturvakeskus.  
<[http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitokset/loviisa/fi\\_FI/loviisa\\_tekniset/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitokset/loviisa/fi_FI/loviisa_tekniset/)>. Luettu 9.12.2010.
7. Loviisan ydinvoimalaitoksella ennätysellinen tuotantovuosi 2009. 2009. Verkkodokumentti. Fortum.  
<[http://www.fortum.fi/fi/news\\_section\\_item.asp?path=14020;14028;14029;25800;5533;50696](http://www.fortum.fi/fi/news_section_item.asp?path=14020;14028;14029;25800;5533;50696)>. Luettu 10.12.2010.
8. Loviisan voimalaitosiesite. 2010. Verkkodokumentti. Fortum.  
<<http://www.fortum.fi/fi/attachment.asp?path=14020;14028;14029;14055;47524;47525;46654;53244;53426>>. Luettu 8.12.2010.
9. Loviisan ydinvoimalaitos. 2010. Verkkodokumentti. Fortum.  
<<http://www.fortum.fi/document.asp?path=14020;14028;14029;14055;47524;47525;46654;53244>>. Luettu 8.12.2010.
10. Reach-asetus. 2010. Verkkodokumentti. Euroopan parlamentti.  
<[http://circa.europa.eu/irc/opoce/fact\\_sheets/info/data/policies/environment/article\\_7300\\_fi.htm](http://circa.europa.eu/irc/opoce/fact_sheets/info/data/policies/environment/article_7300_fi.htm)>. Luettu 20.12.2010.
11. Työturvallisuuskeskus. 2006. Kemikaaliturvallisuus työpaikoilla. Kerava: Painojussit.
12. Kemikaalilaki. 744/1989.
13. CLP- ja Reach-asetus. 2010. Verkkodokumentti. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.  
<<http://www.reachneuvonta.fi/Reach/reach.nsf/sp2?Open&cid=Content46E2A&size=>>>. Päivitetty 26.10.2010. Luettu 22.1.2010.
14. Sosiaali- ja terveysministeriö. Kemikaalineuvottelukunta. 2000. Kemikaalilainsäädäntö ja -valvonta Suomessa. Helsinki: Kirjapaino Snellman Oy.
15. Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista. VNa 59/1999. Annettu 29.1.1999.

16. Repola, Pasi. 2009. Kemikaali- ja pelastusturvallisuus teollisuuslaitoksen seisokkitilanteessa. Insinööriyö. Savonia Ammattikorkeakoulu.
17. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2009. Vaarallisten kemikaalien varastointi. Helsinki: Erweko Painotuote Oy.
18. Työturvallisuuslaki. 738/2002.
19. Suomen pelastusalan keskusjärjestö. 2006. Vaarallisten aineiden torjunta. Kera-va: Savion kirjapaino Oy.
20. Käyttöturvallisuustiedote. 2011. Verkkodokumentti. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. <<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Kayttoturvallisuustiedote/>>. Päivitetty 4.1.2011. Luettu 10.2.2011.
21. Käyttöturvallisuustiedote. 2011. Verkkodokumentti. Reach- ja CLP-neuvonta. <<http://www.reachneuvonta.fi/Reach/reach.nsf/sp?open&cid=Content9E47F>>. Päivitetty 25.1.2011. Luettu 10.2.2011.
22. Toimintaperiaateasiakirja. 2006. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Ohje K4-2006.
23. TOKEVA-ohjeet. 2011. Pelastusopisto.
24. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet-turvallisuusohjeet. 2011. Verkkodokumentti. <<http://www.ttl.fi/ova/>>. Päivitetty 13.1.2011. Luettu 15.2.2011.
25. Kansainväliset kemikaalikortit. 2011. Verkkodokumentti. <<http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit/>>. Luettu 3.1.2011.
26. John Dainith. 2004. Oxford Dictionary of Chemistry. 5th edition. Englanti: Oxford University Press.
27. Laboratorion laatuohje. 2009. Loviisan voimalaitoksen sisäinen käyttöohje. K-11-00009.
28. Ympäristöterveyden erityistilanteet. 2003. Verkkodokumentti. Sosiaali- ja terveysministeriö. <<http://pre20031103.stm.fi/suomi/eho/julkaisut/ytheri/eto9.pdf>>. Luettu 4.2.2011.
29. Ranta, Minna. 2010. Kemikaalien hallintajärjestelmä Loviisan voimalaitoksella. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
30. Hukari, Olli. 2011. Käyttöryhmän päällikkö, Fortum Loviisan ydinvoimalaitos, Loviisa. Keskustelu 21.2.2011.

## Ilmoitusmenettelykaavio

### Ilmoitusmenettelykaavio kemikaalivuodossa

Alla 100 litran vuodossa, muussa tapauksessa toimittajan kirjallisen ohjeen mukaisesti





## Ensietolomake

# ENSITIETOLOMAKE KEMIKAALIVUODOILLE

Havainto päivämäärä: \_\_\_\_\_ ja aika: \_\_\_\_\_

<b>1. VUODON HAVAITSIJA:</b>	Nimi _____ Puhelin: _____
<b>2. VUOTOPAikka:</b>	<input type="checkbox"/> Valvottu alue <input type="checkbox"/> Puhdas puoli <input type="checkbox"/> LO1 <input type="checkbox"/> LO2 Huonetila: _____ Kerros: _____
<b>3. MITÄ ON TAPAHTUNUT:</b> - Lyhyt kuvaus	_____ _____
<b>4. OSALLISET:</b>	<input type="checkbox"/> Ihmisiä loukkaantunut, määrä: _____ <input type="checkbox"/> Ihmisten päälle roiskunut kemikaalia, määrä: _____ <input type="checkbox"/> Ihmisiä vaarassa, vaara-alue: _____
<b>5. KEMIKAALIN TIEDOT:</b>	Kemikaali tunnistettu: <input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei Aineen olomuoto: <input type="checkbox"/> Kiinteä <input type="checkbox"/> Neste <input type="checkbox"/> Kaasu <input type="checkbox"/> Höyry Kemikaalin nimi: _____ Muita tietoja: _____
<b>6. VUODON TIEDOT:</b>	Vuotokohta: <input type="checkbox"/> Putki <input type="checkbox"/> Venttiili <input type="checkbox"/> Pumppu <input type="checkbox"/> Säiliö <input type="checkbox"/> Liitoskohta Järjestelmä: _____ KZ- tunnus: _____ Vuodon jatkuvuus: <input type="checkbox"/> Jatkuva vuoto <input type="checkbox"/> Kertavuoto Arvio määrästä litroina: _____ Vuotoaukon koko, muoto, muuta tietoa vuotokohdasta: _____ Kemikaali leviää: <input type="checkbox"/> Sisällä <input type="checkbox"/> Ulkona Mihin valuu: <input type="checkbox"/> Lattialle <input type="checkbox"/> Viemäriin <input type="checkbox"/> Maaperään Onko vaaraa että vuoto leviää muihin huonetiloihin: <input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei Mihin: _____
<b>7. LISÄTIEDOT:</b> - Mitä toimenpiteitä jo suoritettu - Muuta tietoa	Kemikaalihöyryjen ja kaasujen leviäminen: <input type="checkbox"/> Ilmastointi pysäytetty <input type="checkbox"/> Hätätuuletus Huonetilaan liittyvät vaarat: <input type="checkbox"/> EX-tila <input type="checkbox"/> Sähkötila Muita vaaroja: _____ Vuotavan prosessin/järjestelmän tilanne: <input type="checkbox"/> Eristetty <input type="checkbox"/> Hätätuuletus <input type="checkbox"/> Alasajettu Muita tehtyjä ensitoimenpiteitä: _____ _____ Lisätietoja: _____ _____

**ILMOITA TIEDOT VÄLITTÖMÄSTI SUOJELUESIMIHELLE!**

## Vuodonhallintakaavio

