

SYSTEMINEN TURVALLISUUSJOHTAMINEN

KURSSIESSEITÄ SYKSYLTÄ 2016

Toimittanut

Antti Toppila ja Björn Wahlström*

*** = Kurssin vastuuopettaja**

Esseiden laatijat ovat antaneet luvan tallentaa ja julkaista työt Aalto-yliopiston avoimilla sivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

MS-E2194 Systeemitieteen tutkijakurssi: Systeminen turvallisuuden suunnittelu ja johtaminen (2op)

Aalto-yliopisto

Perustieteiden korkeakoulu

Systeemianalyysin laboratorio

PL 11100

00076 Aalto

Esipuhe

Syksyn 2016 kurssilla 29.-31.8.2016 oli peräti 25 innokasta osallistujaa. Joukkoon mahtui niin perus- ja jatko-opiskelijoita kun myös kokeneempia teollisuuden ja tutkimuslaitosten edustajia. Kaiken kaikkiaan saimme kymmenen esseetä kasaan joista yhdeksälle saimme luvan julkaista tässä kokoelmassa.

Esseet ovat vertaisarvioituja ja mielenkiintoista luettavaa. Ne sisältävät tapahtuma-analyysejä sekä uusia riskianalyysejä riippuen kirjoittajiensa mielenkiinnon kohteista.

Saadun palautteen perusteella vertaisarviointia ja sen osana saatuja kommentteja pidettiin hyvin hyödyllisinä. Konsepti vaikuttikin kaikin puolin sopivan hyvin tälle kurssille. Kiitokset siis hyvin suoritetusta vertaisarvioinnista esseiden kirjoittajille!

Osa esseistä ylittää huomattavasti esseiltä vaaditun kokonaispituuden. Tämä johtuu siitä, että näiden esseiden tekstit ovat tulleet käyttöön jossain muussakin yhteydessä, joten niitä ei siinä mielessä voi pitää pelkkinä kurssisuoritteina. Kuitenkin käytetty työmäärä on ollut merkittävä, joten täytyy jatkossa pohtia, että mikä pistemäärä vastaa parhaiten käytettyä työpanosta.

Kiitos kaikille kurssilaisille, sekä erityisesti tämän kokoelman esseiden kirjoittajille!

Espoo, 21. marraskuuta 2016,

Antti Toppila ja Björn Wahlström

Sisältö

- 3** **Esipuhe**
- 7** **Fukushima Daiichi – katastrofi ihmisen ja teknologian rajapinnasta**
Juha Törmänen
- 15** **Puhdistetun jäteveden joutuminen talousvesiverkoston**
Nokian kaupungissa 28.-30.11.2007 perustuen
Onnettomuustutkintakeskuksen tutkintaselostukseen 20.3.2009
Kalle Maaranen
- 25** **Työtapaturma kaivoksen metallien talteenottolaitoksella**
Marjo Uusi-Pantti
- 33** **Työtapaturmaonnettomuuden tapahtuma-analyysi**
Markus Sallila
- 39** **Ukrainan sähkönjakelukeskusten ja sähköverkon hakkerointi**
Mimi Lounio
- 49** **Riskianalyysi Aalto Aikikai ry:n järjestämistä aikidoharjoituksista**
Pekka Laitila
- 67** **Kuolemaan johtanut työtapaturma kartonkitehtaalla 18.9.1982**
Antti Aikala
- 75** **Tapahtuma-analyysi räjähdysonnettomuudesta Toulousessa**
Ranskassa 21.9.2001
Riitta Juvonen
- 87** **Platom Oy:n turvallisuuskulttuuri**
Pasi Junninen
- 108** **Vertaisarvioinnin ohjeistus**

Fukushima Daiichi – katastrofi ihmisen ja teknologian rajapinnasta

Juha Törmänen

1 Johdanto

Fukushiman ydinonnettomuus on viime vuosikymmenten tunnetuimpia suuronnettomuuksia. Maaliskuun 11. päivä 2011 tapahtunut Sendain maanjäristys ja sitä seurannut tsunami aiheuttivat laajaa tuhoa Japanin pääsaaren Honshun itärannikolla, ja myös TEPCO:n (Tokyo Electric Power Company) ylläpitämässä Fukushima Daiichin ydinvoimalassa. Maanjäristys vaurioitti Fukushiman alueen voimansiirtoa siten, että ydinvoimala joutui siirtymään varavirtajärjestelmien käyttöön. Odottamattoman korkea tsunami ylitti ydinvoimalan hyökyaaltosuojamuurien korkeuden kolmella metrillä, ja voimalan sisään päässyt vesi esti varavirtajärjestelmien toiminnan, aiheuttaen käynnissä olleiden reaktorien ylikuumentumisen [1].

Voimalaan tulvinut vesi, sähkön puute, ja tsunamin aiheuttamat vahingot voimala-alueelle estivät ongelmien nopean korjaamisen ja reaktorien lämpötilan laskemisen. Kuudesta reaktorista ensimmäisessä tapahtui vetyräjähdys onnettomuutta seuraavana päivänä, ja räjähdys vaurioitti voimala-alueetta entisestään. Seuraavien päivien aikana räjähdyksiä tapahtui myös reaktoreissa 2, 3, ja 4 [2]. 170 000 asukasta jouduttiin evakuoimaan ydinvoimalan lähialueilta. Vaikka ydinonnettomuuden aiheuttama säteily ei vienyt ihmishenkiä, suuri osa alueesta on edelleen eristetty ja evakuoitujen ihmisten kärsivän huomattavasti muuta väestöä yleisemmistä mielenterveysongelmista [3].

Kiinnostuin Fukushiman onnettomuuden taustasyistä kuullessani Ja-

panin parlamentin asettaman tutkintakomission lopputuloksista. Tutkimuskomission raportti oli kovasanainen, ja toteaa suoraan onnettomuuden olleen ihmisten aiheuttama [2, p. 9]. Komission mukaan onnettomuus olisi ollut pitänyt kyetä ennakoimaan ja välttämään. Syytä ei kuitenkaan vieritetä kenenkään yksittäisen ihmisen tai toimijan niskoille – raportti erityisesti painottaa, että ongelman juurisyitä olivat organisatoriset ja regulatoriset järjestelmät, jotka tukivat virheellisiä päätöksiä ja virheellistä toimintaa. Vaikuttaa siltä, että kyse ei ollut vain ihmisten – vaan ihmisorganisaatioiden rakenteiden – aiheuttamasta onnettomuudesta.

Henkilökohtainen näkemykseni on, että parempien ja toimivampien ratkaisujen kehittäminen inhimillisen toiminnan ja teknologian välille on nykypäivän parhaita ja tärkeimpiä “vipupisteitä”, eli toimia, joilla saadaan huomattavia hyötyjä suhteessa niihin laitettaviin resursseihin. Erittäin tärkeää on kehittää teknologiaa, joka huomioi inhimillisen käytäytymisen ja ihmisaivojen heikkoudet. Fukushiman katastrofi on tästä perspektiivistä erittäin mielenkiintoinen tapaus – tapahtuma, jonka juurisyöt eivät ole teknologiassa vaan siinä, miten teknologiaa sovellettiin ja osattiin hallita. Tässä esseessä pyrinkin pureutumaan niihin Fukushiman ydinonnettomuuden piirteisiin, jotka ehkä oltaisiin voitu välttää verrattain yksinkertaisilla korjauksilla, antamalla enemmän huomiota teollisuuden “ihmiskomponentin” kehittämiseen ja suorituskykyisenä pitämiseen.

Fukushiman onnettomuutta on käsitelty laajalti, ja siitä on saatavilla lukuisia yksityiskohtaisia ja laadukkaita tapahtumakuvauksia. Japanin parlamentin komitean raportin lisäksi erityisesti tutustumisen arvoinen on Carnegien raportti *Why Fukushima was Preventable* [4]. Molemmat tekstit ovat pitkälti yhdenmielisiä siitä, että ongelman pääsyyt liittyivät ennen kaikkea viranomaisten ja ydinvoimaoperaattorien haluttomuuteen panostaa ydinvoimalan turvallisuuteen riittävästi. TEPCO:n tapa arvioida ydinvoimalan onnettomuusriskejä oli päässyt ajan myötä kehittymään vajavaiseksi ja puutteelliseksi. Mahdollisten Fukushima Daiichiin kohdistuvien tsunamien korkeus oli arvioitu liian matalaksi, riskijärjestelmät eivät olleet ajan tasalla, ja toimijat eivät reagoineet tutkijoiden toistuvasti esittämiin huoliin puutteellisista tsunamimalleista ja maanjäristyksien potentiaalista aiheuttaa tuhoa ydinvoimalan järjestelmille. Ydinvoimalan työntekijät oli koulutettu puutteellisesti kriisitilanteita varten, ja ydinvoimalan omat ohjeet hätätilan varalta olivat puutteellisia. Näiden välittömien syiden taustalta löytyy lukuisia organisatorisia ja ihmistoi-

mintaan liittyviä syitä, jotka olivat merkittävässä roolissa onnettomuuden aiheuttamisessa.

2 Toimijat ja viranomaiset ajoivat yhteisesti ydinvoiman asiaa

Tärkeä syy siihen, miksi TEPCO ei joutunut panostamaan turvallisuutensa kehittämiseen, oli sen ja Japanin ydinturvaviranomaisen NISA:n (Nuclear and Industrial Safety Agency) asiantuntijoiden läheiset välit. Jo ennen virallisia onnettomuusraportteja julkaistu Nakamuran ja Kikuchin artikkeli *What we know and What We Have Not Yet Learned* [5] kuvailee viranomaisten ja operaattoreiden välistä suhdetta niin läheiseksi, että heidän muodostamaansa yhteisöä oli alettu kutsua “Ydinvoimakyläksi”. Ydinvoimakylällä oli merkittävä rooli Japanin ydinvoimapolitiikan määrittämisessä, ja myös TEPCO:n asiantuntijat pääsivät olemaan läheisesti mukana säännösten kehittämisessä. Artikkelin huomauttaa, että NISA ei ollut muutenkaan järin itsenäinen toimija – se sijaitsi hallinnollisesti Japanin valtionvarainministeriön alla, ja valtiovarainministeriön tehtäviin kuului myös ydinvoiman käytön laajentaminen Japanissa. Lisäksi NISA:n puheenjohtajan professuuri Tokion yliopistossa oli TEPCO:n rahoittama.

Japanin parlamentin tutkintakomissio päätyi samankaltaisiin havaintoihin. Komission raportti toteaa lisäksi, että ydinvoiman hallinnollinen ympäristö oli hyvin otollinen organisatoristen ongelmien syntymiseen. Kaikilla osapuolilla – operaattoreilla, viranomaisilla, Japanin hallituksella, ja akatemialla – oli vahva halu edistää ydinvoiman suosiota maassa ja pitää toisensa tyytyväisinä, ja kaikki halusivat välttää negatiivisen huomion, jota esimerkiksi puutteellisesta turvallisuudesta kärsivien ydinreaktorien sulkeminen olisi aiheuttanut [2, p. 43].

NISA ei ollutkaan missään määrin aktiivinen toimija pakottamaan TEPCO:a ja muita Japanin ydinvoimaoperaattoreita uudistamaan käytäntöjään. Tämä sopi hyvin myös TEPCO:lle, joka paini taloudellisten ongelmien kanssa, ja halusi keskittyä ennen kaikkea kulujen leikkaamiseen ja kannattavuutensa kohottamiseen [4, p. 44].

3 Kansainväliset käytännöt jäivät kuulematta

Lämmin yhteistoiminta ydinvoimakylässä tuki otollisesti eräänlaisen “kuplan” muodostumista Japanin ydinvoimatoimijoiden ympärille. Onnettomuusanalyysijä lukiessa ei voi välttyä muodostamasta kuvaa, että ydinvoimaoperaattorit, viranomaiset, ja heitä läheiset akatemian jäsenet onnistuivat vakuuttamaan toisensa siitä, että Japanin ydinvoimateknologia on korkealaatuista ja että laitoksissa ei ole onnettomuusriskejä. “Ydinvoimakyläläisten” yhteinen vahva luottamus yhteiseen asiaan mahdollisti sen, että ydinjoukon ulkopuolelta tulevat lukuisat varoitukset Fukushima Daiichin riskianalyysien puutteellisuudesta kaikuivat kuuroille korville [2], [5].

Carnegien raportti ongelman syistä käsittelee myös laajalti sitä, kuinka TEPCO jätti monia kansainvälisistä parhaista käytännöistä hyödyntämättä [4, pp. 19–24]. Fukushima Daiichissa oli varauduttu sähkövirran katkeamiseen paljon kansainvälisiä käytäntöjä heikommin, ja voimalaa oli suojattu vesivahingoilta ja tulvimiselta puutteellisesti. Ydinvoimalalla ei myöskään ollut varajärjestelmää lämmön poistamiseen reaktoreista merivesipumppujen joutuessa toimintakyvyttömäksi; esimerkiksi Taiwanissa voimalat ovat varautuneet vastaaviin tilanteisiin säilyttämällä erillisiä varavesivarastoja voimalaa korkeammalla fyysisellä sijainnilla, joista vettä voidaan tarvittaessa ohjata reaktoriin ilman sähköä.

Raportti toteaa myös, että japanilaiset riskiarviointikäytännöt olivat jääneet taakse kansainvälisistä standardeista. Esimerkiksi IAEA:n vuoden 2003 raportti varautumisesta tsunamien aiheuttamiin ongelmiin oli huomioitu vain osittain, ja japanilaisten metodologia jätti huomioimatta monet tsunamin kerrannaisvaikutukset, kuten veden mukana kulkeutuvan romun aiheuttamat ongelmat ja riskit.

4 Riskiarviot eivät huomioineet ongelmien kertautumista

Maanjäristykset ovat Japanissa arkipäivää, ja niihin osataan varautua ja niistä vastaan suojautua hyvin. Sen sijaan tsunami ja ydinonnettomuus osoittivat yhdessä, kuinka haastavaa systemisesti kompleksien riskien hallitseminen on.

Nakamura ja Kikuchi viittaavat artikkelissaan [5] Charles Perrow’n tutkimukseen ydinvoimalaonnettomuuksien systemisyydestä [6]. Ydinvoimaloiden kaltaiset ympäristöt ovat hyvin haastavia systeemejä mal-

lintaa, sillä niiden komponentit ovat välttämättä läheisesti kytkettyneitä keskenään, ja yksi vikatilanne johtaa herkästi koko systeemin vikaan ja ongelmien leviämiseen. Riittävän kattavien riskimallien luominen on tällöin haastavaa; Fukushima Daiichin onnettomuuden tapauksessa yksittäinen tapahtuma (maanjäristys) aiheutti itsestäänkin ongelmia, mutta vasta sitä seuranneen tsunamin aiheuttama voimalan sähkövirran menetytys ja jäähdytysjärjestelmien hajoaminen mahdollistivat neljän ydinreaktorin ylikuumentumisen ja vahingoittumisen. Yksittäisestä tapahtumasta edennyt tapahtumaketju riitti lopulta murtamaan kaikki laitoksen varajärjestelmät.

Hyväkään tekninen riskimalli ei auta tilanteessa, jossa malli on määritelty puutteellisesti ja unohtaa ottaa huomioon tärkeitä piirteitä. Toistuva tilanteen paheneminen ja ongelmien leviäminen epäilemättä rasitti valtavasti Fukushiman ydinvoimalan henkilökunnan kykyä puuttua ongelmatilanteisiin. Japanin parlamentin raportti toteaa, että ottaen huomioon voimalan henkilökunnan tiedon ja koulutuksen tason, siinä vaiheessa kun ydinvoimala menetti sähkönsä, tilanne ei ollut enää pelastettavissa [2, pp. 17–18]. TEPCO:n omat hätätilasuunnitelmat muun muassa olettivat, että reaktorien tilaa olisi mahdollista seurata ja tarkkailla kaikissa tilanteissa – tämä kävi Fukushiman oloissa mahdottomaksi, ja siksi TEPCO:n suunnitelmasta tuli täysin tehoton [2, p. 33].

Systeemiset haasteet näkyivät myös laajemmin tsunamin ja ydinonnettomuuden jälkiseurausten käsittelyssä. Fukushiman prefektuurin oma onnettomuussuunnitelma ei sisältänyt lainkaan skenaariota, jossa luonnononnettomuudesta seuraisi myös ydinonnettomuus [2, p. 36]. Odottamaton onnettomuusketju aiheutti sen, että paikalliset kriisinhallintajärjestelmät olivat kyvyttömiä huolehtimaan ydinonnettomuuteen liittyvästä kriisinhallinnasta – tsunamin seuraamuksien hoito kuormitti ne täysin. Ydinonnettomuuden hoito jouduttiin koordinoimaan epätavanomaisia reittejä pitkin suoraan pääministerin kanslian kautta, mikä aiheutti huomattavia kommunikaation ja yhteistoiminnan ongelmia ja turhautumista sekä operaattoreissa, viranomaisissa, että evakuoinnin kohteeksi joutuneissa kansalaisissa.

5 Ihmismieli ei käsitä ydinvoiman riskejä hyvin

Ydinonnettomuudessa evakuoitun Katsurao-kylän asukas kommentoi tilannettaan onnettomuuden jälkiarvioissa: “Me tapasimme nähdä joka päi-

vä TV-mainoksia, jotka väittivät, että ydinvoima maksaa vähemmän ja on turvallista ja puhdasta energiaa. Kun meillä oli näin elävät muistot tästä sanomasta, meidän oli vaikea uskoa, että onnettomuus todella oli tapahtunut, tai että tsunami voisi tuoda meille tällaisen tragedian.” [2, p. 59]

Ydinvoimalan kaltaiseen laitokseen liittyvät riskit ovat ihmismielelle erittäin hankalia käsittää – aivojamme ei ole varusteltu ottamaan huomioon erittäin harvinaisia mutta vaikutuksiltaan massiivisia riskejä. Tällaiset “musta joutsen” –tyyppiset riskit aiheuttavat ihmismielellä herkästi kahdenlaista reaktiota – joko riski yliarvioidaan ja koko ilmiö arvioidaan pelottavammaksi ja uhkaavammaksi kuin se onkaan, tai se aliarvioidaan, ja olemassa oleviin turvallisuusjärjestelmiin suhtaudutaan yli luottavaisesti. Japanin “ydinvoimakylän” yhteinen turvallisuuskupla oli näistä vahvasti jälkimmäistä leiriä.

Teknisten riskiarvioiden haasteena onkin se, että ne ovat vain niin hyviä ja kattavia kuin niille asetetut reunaehdot sallivat. Riskiarviointiin liittyvät ongelmat ovatkin herättäneet Fukushiman jälkeen keskustelua. Johan Downerin artikkeli Disowning Fukushima [7] argumentoi, että formaaliin, kvantitatiiviseen riskianalyysiin sisältyy aina merkittäviä sisäsyntyisiä ongelmia, sillä kvantitatiivinen riskimalli ei koskaan kykene ottamaan koko kontekstia huomioon. Kun ongelmia tapahtuu, vika on harvoin riskianalyysissä itsessään, ja useammin sen huonossa määrittelyssä tai toteuttamisessa. Organisatoriset heikkoudet mallin spesifikaatioiden määrittelyssä, mallin implementoinnissa, ja johtopäätösten vetämisessä aiheuttavat sen, että paraskaan malli ei kykene yksinään varmistamaan prosessin turvallisuutta.

Pahimmillaan vakuuttava tekninen riskimalli voi jopa toimia itseään vastaan. Maallikon silmiin vakuuttavat tekniset luvut ja uskottava todennäköisyysanalyysi voivat aiheuttaa liikaakin luottamusta siihen, että asiat ovat hyvällä mallilla; Japanin ydinvoimakylässä maan ydinturvallisuusjärjestelmä vanheni käsiin, ja silti toimijat eivät nähneet tärkeäksi panostaa kansainvälisten käytäntöjen implementointiin.

6 Kevyiden työkalujen puolesta

Fukushiman ydinonnettomuudessa ei ollut kyse siitä, että ihmiskunnan tietotaito tai teknologinen osaaminen olisi ollut riittämätön tällaisen katastrofin välttämiseksi; ongelma oli siinä, että kevyemmät, inhimilliset prosessit, joiden olisi pitänyt varmistaa teknisten turvallisuusprosessien

riittävyys, olivat puutteellisia.

Onkin tärkeää, että formaaleja riskianalysejä tuetaan kevyemmällä arviointi- ja kartoitusmekanismeilla. Organisaatiot tarvitsevat läpinäkyvyyttä, hyvin toimivaa kommunikaatiota, ja selkeitä kontrollimekanismeja varmistamaan, että tekniset tavoitteet eivät pääse lipumaan sivuun todellisista turvallisuusvaatimuksista. Eri organisaatioiden yhteistoiminnan tulisi olla läpinäkyvää ja selkeästi määriteltyä, jotta organisaatioiden asiantuntijat eivät pääse klikkiytymään ja eristäytymään sekä kansainvälisestä diskurssista että todellisuudesta.

Japanin parlamentin raportin tulkinta on, että Fukushiman onnettomuus johtui japanilaisille tyypillisestä organisaatiokulttuurista – tottelevaisuudesta, haluttomuudesta kyseenalaistaa asioita, ja halusta jatkaa eteenpäin samassa mallissa ja pysyä omassa ryhmässä [2, p. 9]. Vaikka voi hyvin olla, että nämä piirteet ovat tyypillisiä japanilaisille, ei se tarkoita, etteivätkö ne olisi lähtökohtaisesti yleisinhimillisiä. Samat ongelmat ja systeemiset luonteenpiirteet, jotka mahdollistivat Fukushiman ydinonnettomuuden, esiintyvät pienemmässä mittakaavassa lähes jokaisen organisaation päivittäisessä elämässä. Jokainen organisaatio hyötyisi epäilemättä Fukushiman opeista – siitä, että on tärkeää olla tuudittautumatta pelkän teknisen kapasiteetin tuomaan turvallisuudentunteeseen, vaan hallita aktiivisesti myös organisaation ihmistasoa ja ihmisten ja teknologian rajapintaa huolellisesti. Turvallisuutta ei tule ylläpitää pelkästään formaalissa, selkeästi rajatussa kontekstissa, vaan myös laajemmin, dialogisemmin, ja systeemisemmin, muodostaen jatkuvasti kyseenalaistettavan kokonaiskuvan siitä, millainen turvallisuussysteemin tila on ja mihin se on kehittymässä.

Kirjallisuutta

- [1] P. Y. Lipsy, K. E. Kushida, and T. Incerti, “The Fukushima disaster and Japan’s nuclear plant vulnerability in comparative perspective,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 47, no. 12, pp. 6082–6088, 2013.
- [2] The National Diet of Japan, “The official report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission,” 2012.
- [3] A. Hasegawa, K. Tanigawa, A. Ohtsuru, H. Yabe, M. Maeda, J. Shigemura, T. Ohira, T. Tominaga, M. Akashi, N. Hirohashi, T. Ishikawa, K. Kamiya, K. Shibuya, S. Yamashita, and R. K. Chhem, “Health effects of radiation and other health problems in the aftermath of nuclear accidents, with an emphasis on Fukushima,” *Lancet*, vol. 386, no. 9992, pp. 479–488, 2015.
- [4] J. M. Acton and M. Hibbs, “Why Fukushima Was preventable,” *Nucl. Policy*,

vol. March 2012, no. March, p. 43, 2012.

- [5] A. Nakamura and M. Kikuchi, “What We Know, and What We Have Not Yet Learned: Triple Disasters and the Fukushima Nuclear Fiasco in Japan,” *Public Adm. Rev.*, vol. 71, no. 6, pp. 893–899, 2011.
- [6] C. Perrow, *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. New York: Basic Books, 1984.
- [7] J. Downer, “Disowning Fukushima: Managing the credibility of nuclear reliability assessment in the wake of disaster,” *Regul. Gov.*, no. May 2013, pp. 287–309, 2013.

Puhdistetun jäteveden joutuminen talousvesiverkoston Nokian kaupungissa 28.-30.11.2007 perustuen Onnettomuustutkintakeskuksen tutkintaselostukseen 20.3.2009

Kalle Maaranen

1 Onnettomuuden kuvaus

Nokialla pääsi tekniseksi vedeksi nimitettyä puhdistettua yhdyskuntajätevettä keskiviikon 28.11.2007 noin kello 12 ja perjantain 30.11.2007 kello 12 välisenä aikana jätevedenpuhdistamolta talousvesiverkoston noin neljäsataa kuutiometriä. Tekninen vesi pääsi jätevesiverkoston, koska jätevedenpuhdistamolle oli rakennettu määräysten vastaisesti liitos teknisen veden ja talousvesiverkoston välille. Seurauksena oli yli 8 000 ihmisen sairastuminen.

Nokian kaupungissa on noin 30 000 asukasta. Onnettomuus keskittyi Nokian kaupungin taajaman keskusta-alueeseen.

Nokian kaupungin Kullaanvuoren jätevedenpuhdistamolla tehtiin keskiviikkona 28. marraskuuta 2007 huoltotöitä mm. lietteen polymeerisäiliöille. Samanaikaisesti jätevedenpuhdistamolla tehtiin talousvesilinjastossa hanojen vaihtotöitä, joiden ajaksi jätevedenpuhdistamon talousveden vesilinja suljettiin. Hanojen vaihtotöiden valmistuttua jätevedenpuhdistamon polymeerin valmistussäiliön uudelleen täyttäminen ei enää käynnistynyt automaattisesti. Tässä yhteydessä jäteveden puhdistamon vastaava hoitaja avasi puhdistetun jäteveden eli ns. teknisen veden venttiilin tarkoituksenaan polymeerisäiliön täyttäminen puhdistetulla jätevedellä. Koska talousvesiverkoston venttiili oli samanaikaisesti auki kun teknisen veden venttiili avattiin, puhdistettua jätevettä pääsi virtaamaan kunnalliseen vesijohtoverkoston. Teknisen veden paine oli suurempi kuin talousvesiverkoston paine, mikä mahdollisti teknisen veden virtaamisen

talousvesiverkostoon.

Polymeeriliuoksen valmistukseen oli jätevedenpuhdistamolla käytetty sekä talousvettä että teknistä vettä. Onnettomuustutkintakeskuksen tutkijalautakunnan arvion mukaan vuonna 1988 tehdyn puhdistamon saneeraustyön yhteydessä tai sen jälkeen oli tehty putkiliitos joka yhdisti puhdistamolle tulevan talousveden linjan ja teknisen veden linjan. Molemmissa linjoissa oli yhdet sulkuventtiilit, joiden oli määrä estää teknisen veden pääsy talousvesiverkostoon.

Keskiviikkona 28.11.2007 Nokian kaupungin Maatialan vesilaitoksella tehtiin automaation muutostöitä, jonka jälkeen automatiikkaa ei saatu enää käyntiin. Tästä syystä Nokialle otettiin lisävettä Tampereelta. Veden laadusta tulleet valitukset yhdistettiin alkuvaiheessa Tampereelta aloitettuun vedenottoon.

Valitusten johdosta vesijohtoverkostossa aloitettiin huuhtelutoimenpiteet keskiviikkona iltapäivällä. Huuhteluiden jälkeen tilanne näytti rauhoittuvan, mutta valitukset jatkuivat kuitenkin seuraavana aamuna. Torstai-iltana alettiin epäillä, että vesijohtoverkkoon on päässyt vierasta ainetta ja syytä alettiin etsiä mm. kerrostalojen lämmönvaihtimien kaukolämpövesivuodoista.

Jätevedenpuhdistamon vastaava hoitaja sai tiedon talousveden laatuongelmasta perjantaina 30.11.2007 aamupäivällä. Vesilaitoksen johtaja pyysi puhdistamon vastaavaa hoitajaa tarkistamaan, että onko jätevedenpuhdistamolta päässyt jätevettä talousvesiverkostoon. Puhdistamon vastaava hoitaja tarkisti teknisen veden venttiilin puoliltapäivin ja havaitsi sen olevan auki. Puhdistamon vastaava hoitaja sulki venttiilin ja kertoi myöhemmin iltapäivällä vesilaitoksen johtajalle venttiilin olleen auki.

Syy selvittyä perjantaina 30.11.2007 vesilaitoksella alettiin suunnitella vesijohtoverkoston puhdistusta ja juomavesijakelua.

2 Seuraukset

Nokian terveyskeskuksen lääkärissä vatsataudin takia kävi akuutissa vaiheessa 30.11.-16.12.2007 yhteensä noin 715 nokialaista. Tampereen yliopistollinen sairaala hoiti samaan aikaan yhteensä 167 nokialaista, joista 114 oli lapsia.

Saastunut vesi aiheutti erilaisia suolistosairauksia yli 8 000 ihmiselle. Osalla oireilu jatkui useita kuukausia ja osalla jälkitautina oli niveloireita. Pitkittynyt sairastelu aiheutti myös henkisiä kärsimyksiä. Poliisi

tutki myös kahden kuolemantapauksen yhteyttä saastuneen veden käyttöön.

Epidemiasta tehdyn kyselytutkimuksen mukaan likaantuneen alueen 9 000 asukkaasta noin 5 100 sairastui ripuliin tai oksennustautiin 28.11.2007-20.1.2008. Suurimmalla osalla sairastuneista oireet alkoivat joulukuun ensimmäisellä viikolla. Samana ajanjaksona puhtaan veden alueen 21 000 ihmisestä sairastui noin 3 200 henkilöä ja vertailupaikkakunnaksi valitulla Kangasalla noin 1 830 (väestö 27 000). Sairastuvuus oli likaantuneen veden alueella noin kahdeksankertainen ja puhtaan veden alueella noin kolminkertainen Kangasalaan verrattaessa.

3 Vesilaitteiden normisto onnettomuuteen liittyen

Ympäristöministeriön vuonna 1987 antamassa kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoja koskevassa rakentamismääräyskokoelman (D1) kohdassa 2.2.2 määrätään: "Vesilaitteistoon ei saa ilman erityistä lupaa kytkeä laitteita, jotka muuttavat veden mikrobiologista tai kemiallista laatua". Kohdassa 2.2.3 määrätään: "Yleiseen vesilaitokseen liitetyllä vesilaitteistolla ei saa olla suoraa yhteyttä muusta vesilähteestä vetensä saavaan vesilaitteistoon".

Kohdassa 2.3.1 määrätään: "Vesilaitteisto on tehtävä sellaiseksi, että siinä oleva vesi säilyy jatkuvasti terveydelliset laatuvaatimukset täyttävänä. Tällöin on torjuttava muun muassa veden takaisinimeytymisestä sekä nesteiden ja kaasujen sisään tunkeutumisesta johtuva saastumisvaara".

Kohdassa 2.10 määrätään: "Erityisessä vesilaitteistossa saadaan tekniseen käyttöön johtaa laadultaan muuta kuin talousvettä edellyttäen, että laitteisto erotetaan talousvesilaitteistosta riittävällä ilmavälillä. Tällaisen laitteiston jokainen vesipiste on varustettava selvällä ja pysyvällä merkinnällä, josta selviää veden laatu sekä käyttötarkoitus".

4 Johtaminen ja viranomaisyhteistyö

Vesilaitoksella tilannetta pidettiin alkuvaiheessa tavallisena painevaihteluihin liittyvänä ongelmana. Asiaa selvitettiin omaan asiantuntemukseen luottaen. Kun alettiin epäillä, että vedessä on tavanomaisesta poikkeavia aineksia, päästiin vähin erin varsinaiseen syyhyn kiinni. Syyn

selvittyä ryhdyttiin toimenpiteisiin eli määrättiin keittokehotus, lisättiin näytteenottoa ja aloitettiin verkoston puhdistus sekä varavedenjaku.

Onnettomuustutkintaraportti kritisoi toiminnan organisoitumista ja johtamista todeten, että keskeisille toimijoille muodostui em. korjaavien toimien käynnistyttyä käsitys, jonka mukaan tilanne olisi hoidossa. Raportti toteaa, että toimintaa ei organisoitu, esim. ruokamyrkytystyöryhmää ei kutsuttu koolle, eikä kukaan ottanut johtovastuuta. Raportin mukaan tilanteesta ei tehty sellaista analyysiä, jolla olisi muodostunut tarpeellinen tilannekuva tapahtuman laajuudesta ja sen edellyttämistä toimenpiteistä ja resursseista. Erityisesti kriisijohtamisen ja -viestinnän asiantuntijoita, esimerkiksi pelastuslaitosta olisi raportin mukaan ollut syytä konsultoida viipymättä.

Puutteelliseen toimintamalliin olivat johtaneet useat eri tekijät. Kokeemus toiminnasta verkoston saastumisen yhteydessä oli vähäistä. Vesilaitoksen ja kunnan varautuminen ja valmiussuunnitelmat eivät olleet riittävän hyvällä tasolla. Ympäristöterveydenhuollon uudistuneen organisaation ja kunnan vuorovaikutussuhde oli selkiytymätön. Erityisesti vesilaitoksen ja ympäristöterveydenhuollon keskinäinen vuorovaikutus ei ollut saumatonta ja se vaikeutti viestintää ja yhteisen tilannekuvan muodostamista.

Onnettomuustutkintaraportin mukaan toiminta lähti käyntiin jäsenymättömänä ja alimitoitettuna. Koska vastuujako oli epäselvää, ei myöskään tiedotusta hoidettu ammattilaisten voimin. Aliresursoinnin vuoksi esiintyi avainhenkilöiden ylikuormittumista. Kiireen vuoksi tilanteen analysointiin ei ollut aikaa, kuten ei myöskään organisointiin. Aluepelastuslaitoksen rooli oli raportin mukaan passiivinen.

Positiivisina seikkoina johtamisesta ja yhteistyöstä onnettomuustutkintaraportti nostaa esiin kaksi kohtaa. Kaupungin johdon ymmärrettyä tilanteen vakavuuden perustettiin tehostettu johtoryhmä, joka muodostui kaupungin johtoryhmästä asiantuntijoilla täydennettynä. Raportin mukaan tehostetun johtoryhmän perustaminen paransi asioiden hoitoa. Vedenjakuun osallistuneen puolustusvoimien toimintaa pidettiin onnistuneena ja yhteistoiminta Nokian kaupungin kanssa sujui hyvin.

5 Viestintä

Kaupungin valmiussuunnitelman liitteenä oleva poikkeusolojen viestintäsuunnitelma ei ollut toimijoilla alkuvaiheessa käytettävissä. Tavoitet-

tavuus virka-ajan jälkeen ja varamiesjärjestelyt olivat puutteelliset. Viestintä perustui sähköpostiviesteihin, suoriin puhelinyhteyksiin ja tekstiviesteihin. Viranomaisverkkoa ei hyödynnetty lainkaan. Käytetty viestintätapa johti siihen, että puhelimien ruuhkaantuessa muuttui keskinäinen yhteydenpito vaikeaksi.

Viestintään ei käytetty ammattilaisia vaan vesilaitoksen johtaja sai ja otti viestinnän hoitaakseen. Varoituksena vaarasta annettiin perjantaina 30.11.2007 keittokehotus epidemiaepäilyn perusteella ja siitä muutama tunnin kuluttua syyn selvittyä sama viesti lisättynä ongelman syyllä. Tieto keittokehotuksesta julkaistiin esimerkiksi Yleisradion uutislähetyksessä.

Viranomaistiedote ei ollut tuttu asia ensi vaiheen toimijoille. Sitä ei siitäkään syystä käytetty vaikka se olisi ollut tehokas tapaa jakaa tietoa. Tutkintaraportti toteaa, että viestinnän oli pitänyt olla tehokkaampaa siitä hetkestä lähtien kun ongelman syy selvisi. Raportin mukaan käyttöön olisi pitänyt ottaa viranomaistiedote tai hätätiedote, jonka käytön perusteena olisi ollut välitön terveyteen kohdistuva uhka.

Kansanterveyslaitos tutki kyselyssään, että missä vaiheessa ja mitä kautta kansalaiset saivat ensimmäisen tiedon onnettomuudesta, jonka syy oli selvillä jo perjantai-iltana. Kyselyn mukaan kohtalaisen suuri määrä ihmisiä sai tiedon vasta lauantaina ja osa vieläkin myöhemmin. Naapureilta saatu tieto oli jokaisena päivänä selkeästi merkittävin informaatikanava. Myös radio todettiin perjantain osalta tehokkaaksi tiedon lähteeksi ja lauantain osalta myös lehdistö. Tutkimuksesta voidaan päätellä, että jonkin verran sairastumisia olisi vältetty tehokkaammalla viestinnällä.

Alkuvaiheessa ei järjestetty keskitettyä puhelinpalvelua vaan lisätietokysymyksiä varten annettiin avainhenkilöiden puhelinnumerot. Virhe huomattiin pian. Nokian kaupunki ei panostanut vuorovaikutteisiin verkkopalveluihin.

Tiedotusvälineiden roolista onnettomuustutkintaraportti toteaa sen olleen aluksi tyypillisen "onko aihetta uutiseen"- tyyppisen, mutta onnettomuuden vakavuuden selvittyä niiden roolin muuttuneen kansalaisia avustavaksi. Tiedotusvälineet hakivat myös syyllistä kesken onnettomuuden hoitamisen, mikä ei raportin mukaan ainakaan helpottanut ylikuormittuneiden henkilöiden kykyä hoitaa kriisiä.

6 Onnettomuustutkintaraportin suositukset

Onnettomuustutkintaraportti antaa joitain suosituksia asioiden parantamiseksi tulevaisuudessa.

Ensimmäisen suosituksen mukaan kuntaliiton tulisi yhdessä Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen ja muiden alalla toimivien yhteisöjen ja viranomaisten kanssa kehittää, julkaista ja viedä käytäntöön toimintamalli tai hyvä käytäntö, jonka avulla vesi- ja viemärlaitosten toiminta voitaisiin organisoida suunnitelmalliseksi ja riskejä jatkuvasti arvioivaksi. Raportin kohta, jossa suositus on annettu on otsikoitu “Vesihuollon toimialan parhaat menettelytavat ja alan arvostuksen nostaminen”. Kohdassa ei ole otsikosta huolimatta avattu enempää alan arvostuksen nostamista. Nähtävästi suunnitelmallisuuden on ajateltu tuovan myös mainitun arvostuksen nostamisen. Otsikossaan raportti on siinä suhteessa oikeassa, että arvostuksen nostamista vesihuoltoalalle tarvitaan. Vaikka kyseessä on sähköön verrattavan välttämättömyshyödykkeen tarjoamisesta, niin ala ei nauti suurta arvostusta suuren yleisön keskuudessa. Ehkä syynä on, että vesihuollolla on Suomessa pitkät kunnalliset perinteet, eikä sen resursointiin ymmärretä kiinnittää samanlaista huomiota kuin esimerkiksi sosiaali- terveyssektorin kohdalla.

Toisen suosituksen mukaan Suomen ympäristökeskuksen tulisi tehdä yhdessä maa- ja metsätalousministeriön sekä ympäristöministeriön kanssa selvitys, joka tuottaisi ajantasaista tietoa jätevesien käsittelyn tilasta ja mahdollisista toimintaan liittyvistä puutteista. Tässä suosituksessa onnettomuustutkintaraportti viitanee raportissa esiintyneisiin mainintoihin teknisen viraston vanhentuneesta toimintakulttuurista, jonka mukaan jätevedenpuhdistamo oli organisaatiossa ikään kuin erillinen saareke jota puhdistamonhoitaja hoiti riippumattomasti ja itsenäisesti ilman johtamista. Toisaalta suosituksen perusteena on se tosiseikka, että jätevedenpuhdistamolle oli rakennettu lakien ja asetusten vastainen liitos likaisen ja puhtaan veden verkostojen välille.

Kolmannen suosituksen mukaan sosiaali- ja terveysministeriön tulisi huolehtia siitä, että ympäristöterveydenhuollon toimialan varautumis- ja valmiussuunnitelmat on tehty asianmukaisella tavalla ja niissä on selkeästi esitetty johto- ja viestintävastuut vesiepidemiatilanteissa. Raportti avaa suosituksen perusteita sekä toteaa, että ympäristöterveydenhuollon erityistilanneopas ja sosiaali- ja terveysministeriön asetus antavat menettelyyn ohjeet. Suositus alleviivaa Nokian puutteellista johtamista

ja tiedottamista toteamalla, että Nokian vesiepidemiassa vastuu viestinnästä ja johtamisesta oli epäselvä, mikä johti osaltaan epäonnistuneeseen tiedottamiseen sekä johtamattomaan tilanteen hoitamiseen.

Kolmannen suosituksen mukaan sisäasiainministeriön tulisi yhdessä muiden toimijoiden kanssa huolehtia siitä, että säädökset ja ohjeet ajantasaistetaan siten, että kuntien varautuminen kattaa saumattomasti tilanteet myös normaaliaikojen häiriötilanteista poikkeusoloihin. Raportti avaa suositusta toteamalla, että kuntien varautuminen on saatava kattamaan kaiken tasoiset turvallisuustilanteet laatimalla riittävät säännökset valmiussuunnittelusta ja harjoittelusta. Suositukseen liittyen raportti toteaa lisäksi, että Nokian kaupungin valmiussuunnitelmassa varautumisesta normaaliaikojen häiriötilanteisiin mainittiin vain yhdessä lauseessa.

Neljännän suosituksen mukaan liikenne- ja viestintäministeriön tulisi yhdessä sisäasiainministeriön kanssa muuttaa viranomaistiedotteita koskevaa asetusta siten, että myös kunnilla olisi mahdollisuus pyytää hätäkeskusta välittämään viranomaistiedote.

Raportin mukaan kunnan viranomaiset eivät lähettäneet viranomais-tiedotettava onnettomuuden alkuvaiheessa, eikä sen lähettämisen mahdollisuudesta ollut riittävää tietoa. Nykyinen valtioneuvoston asetus viranomais-tiedotteiden välittämisvelvollisuudesta velvoittaa teleyrityksen välittämään hätätiedotteen jos se tulee välitettäväksi pelastus-, poliisi- tai rajavartiolaitosviranomaiselta. Säteilyturvakeskuksen tai Ilmatieteen laitoksen toimialalla ilmenneessä vaara- tai uhkatilanteessa teleyritys on velvollinen välittämään myös Säteilyturvakeskuksen tai Ilmatieteen laitoksen antaman ensimmäisen hätätiedotteen. Onnettomuustutkintaraportin mukaan kunnille pitäisi antaa itsenäinen oikeus pyytää hätäkeskuksia välittämään hätä- tai muut viranomaistiedotteet, mikä mahdollistaisi nopeamman tiedon kulun.

Onnettomuustutkintaraportti käsittelee suositusten lisäksi myös muita huomioita ja ehdotuksia asiaan liittyen todeten seuraavat asiakokonaisuudet: tiedonvaihto Euroopan unionin sisällä, terveydensuojeluviranomaisen vastuulla olevan talousveden laadun valvonnan läpinäkyvyys ja luotettavuus sekä vesihuollon merkitys osana kriittistä infrastruktuuria.

Onnettomuustutkintalautakunnan mielestä olisi hyvä jos esimerkiksi kansanterveyslaitos huolehtisi siitä, että kansainvälinen tiedonvaihto toimisi nykyistä paremmin. Raportin mukaan tiedonvaihto ei ole nykytilanteessa järjestäytyntä.

Talousveden laadunvalvonnan vastuut eivät onnettomuustutkintaraportin mukaan ole riittävällä tavalla selvät ja ne pitäisi kirjata asiaa säätelevään asetukseen. Raportti nostaa em. asian esiin vaikkakaan se ei Nokian tapauksessa ollut onnettomuuteen vaikuttavana tekijänä. Huomiota kiinnitetään siihen, että talousveden säännöllinen valvonta on terveydensuojeluviranomaisen tehtävä vaikkakin käytännössä asiaa hoidetaan ainakin osin vesihuoltolaitoksen toimesta. Onnettomuustutkintalautakunnan mukaan näytteenotto liittyy vedenlaadusta tiedottamiseen ja pitää tärkeänä tehdä selvä ero toiminnanharjoittajan vastuulle kuuluvan valvonnan ja viranomaisen tekemän viranomaisvalvonnan välille niin, etteivät vastuut pääse sekoittumaan tavanomaisessa valvonnassa, eivätkä erityistilanteessa toimittaessa.

Onnettomuustutkintalautakunnan mukaan vesihuolto on osa kriittistä infrastruktuuria ja siihen liittyvien velvollisuuksien ja vastuiden on oltava selvät hallinnon kaikilla tasoilla. Asiaa avataan toteamalla esimerkkejä vesihuoltoa säätelevän lainsäädännön ja hallinnon moninaisuudesta sekä monista toimijoista:

- Pohjaveden muodostumisalueita ja pintavesien ottopaikkoja suojellaan ympäristönsuojelulaille.
- Vedenottolupia säädellään vesilain ja ympäristönsuojelulain perusteella.
- Maa- ja metsätalousministeriö ohjaa alueellisia ympäristökeskuksia vesivarojen käytön ja hoidon tehtävissä.
- Alueelliset ympäristökeskukset hoitavat vesihuoltoon liittyviä maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön hallinnonalan viranomaistehtäviä.
- Sosiaali- ja terveysministeriön hallinnonalan kanssa vesilaitos toimii kun se toimittaa verkostoon talousvettä.
- STM:llä on käytettävissään asiantuntijalaitoksena Kansanterveyslaitos (nykyisin Terveyden ja hyvinvoinnin laitos).
- Kansallisena keskusvirastona Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus (nykyisin Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto).
- Aluehallintona toimii lääninhallitus ja paikallishallintona kunnan terveydensuojeluviranomainen.

- Vesihuoltolaitokset toimivat vesihuoltolaissa säädetyin valtuuksin ja velvollisuuksin.

Edellä mainitut hallinto-organisaatiot ovat olemassa nykyisinkin, joskin niiden nimet ja tehtävät ovat hieman muuttuneet. Onnettomuustutkintalautakunta todennäköisesti tahtoi huomiolla sanoa, että vesihuollon hallinto on liian monimutkaista, ehkäpä siinä määrin, että vesihuoltoalan edistäminen ei valtionhallinnon puolesta ole kenenkään vastuulla. Lautakunta toteaa kuitenkin, ettei sillä ole antaa suositusta yksinkertaisemmasta hallinnosta vesihuollon alalle. Lopuksi onnettomuustutkintalautakunta toteaa, ehkäpä hieman huolestuneenakin, että muodostettaessa useiden kuntien yhteistoiminta-alueita on tarkkaan pidettävä huoli alueellisten organisaatioiden yhteistyön toimivuudesta toisten alueellisten organisaatioiden ja kuntien kanssa.

Kirjallisuutta

- [1] <http://www.turvallisuustutkinta.fi/fi/index/tutkintaselostukset/muotonnettomuudet/tutkintaselostuksetvuosittain/muotonnettomuudet2007/b22007ypuhdistetunjatevedenjoutuminentalousvesiverkostonnokiolla28.-30.11.2007.html>

Työtapaturma kaivoksen metallien talteenottolaitoksella

Marjo Uusi-Pantti

1 Johdanto

Huolimattomuus aiheutti työturvallisuusmääräysten vastaisen tilanteen, sekä työturvallisuusmääräysten noudattamisen valvonnan laiminlyönti, niin kuin myös toiminnallisista edellytyksistä huolehtimatta jättäminen mahdollistivat kuolemaan johtaneen tapaturman.

Tämä tapahtuma-analyysi kertoo perusmetallien tuottajana toimivan kaivososakeyhtiön tuotantoalueella tapahtuneesta kuolemaan johtaneesta työtapaturmasta. Tapaturmassa menehtynyt kenttäoperaattori C työskenteli metallien talteenottolaitoksella. Tapaturmahetkellä kaivosyhtiön tuotantoalueella työskenteli noin tuhat työntekijää sadasta eri yrityksestä. Toimitusjohtajan alaisuudessa toimineella tehtaanjohtajalla A oli alaisuudessaan seitsemän osastopäällikköä ja tehdas toimi viidessä työvuorossa. Osastopäälliköiden vastuulla oli mm. turvallisuusosaamisesta, riskienarvioinnista, ohjeista sekä suojaimista huolehtiminen. Lisäksi he päättivät laitteiden hankinnoista ja korjauksista.

Tuotannon suunnitteluvaiheessa tehty laaja riskienarviointi keskittyi etupäässä ympäristöriskeihin, ei juurikaan työturvallisuusriskeihin.

2 Taustatietoa metallien talteenotosta

Metallien talteenottolaitoksen osastopäällikkönä toimi B, jonka alaisuudessa oli tapaturmahetkellä mm. käyttöpäälliköt X ja Y. X oli kaasulaitoksen käyttöpäällikkö, joka oli tuurannut oman toimensa ohella metal-

lien talteenottolaitoksen (MTO) käyttöpäällikköä Y:tä hänen kuukauden kestäneen lomansa ajan. Y irtisanoutui heti lomalta palattuaan ja tapaturma sattui hänen viimeisenä työpäivänään. Irtisanoutumisen jälkeen X oli nimetty toistaiseksi uudeksi MTO:n käyttöpäälliköksi oman toimensa ohella. Kahden viikon irtisanomisaikana Y opasti X:ää ja teki sivussa myös välttämättömät paperityöt.

Y:n alaisuudessa toimi vuorotyön- ja päivätyönjohtajat, joiden tehtäviin kuului valvoa prosessihenkilöstöä ja heidän työtehtäviään. Tarvittaessa työnjohtajat sijaistivat päivävuorossa toisiaan. Kussakin vuorossa oli 10 - 15 työntekijää. Prosessinohitajista osa työskenteli valvomossa ja osa kentällä, eli kaivosalueella. Vuoromestarit myönsivät työluvat alueella tehtäville huolto- ja kunnossapitotöille.

3 Prosessin ohjauksen näytteiden otosta

Kukin vuoro otti ennalta määritellyistä prosessikohteista näytteet, jotka analysoitiin tehtaan laboratoriossa. Lisäksi oli muutama online-näytteenotto, joista saatiin tulokset suoraan tietojärjestelmään. Näytteiden tuloksilla ohjattiin prosessia. Vuoroissa näytteenottajina toimivat yleensä samat henkilöt. Näytteenottajat toimivat pääsääntöisesti työparina, ainoastaan poikkeustilanteissa näytteenottaja sai liikkua kentällä yksin. Aamuvuoron ensimmäinen näytteenottokierros alkoi klo 07.00 ja toinen ennen klo 09.00. Ensimmäisellä aamukierroksella kerättiin eniten näytteitä. Kierroksella liikuttiin joko kävellen tai autolla. Näytteet otettiin n. 0,5 l muoviasiaan näytteenottopisteistä.

MTO:lla näytteenottajia oli ohjeistettu pitämään mukanaan yhtä kannettavaa monikaasumittaria työparia kohden, henkilökohtaista pelastautumislaitetta sekä henkilökohtaista hengityssuojainta. Monikaasumittari näytti ilman happi-, rikkivety- ja häkäpitoisuudet sekä räjähdysvaarallisten kaasujen pitoisuudet ja hälytti raja-arvojen ylityksistä äänellä, vilkkumalla ja värinällä. Yhteisessä käytössä olleita kannettavia monikaasumittareita oli MTO:lla 9-10 kappaletta. Rakennusten ovissa oli maininta vaadittavasta suojarustuksesta.

Menehtynyt kenttäoperaattori C (36v.) oli ollut 3,5 vuotta työsuhhteessa yritykseen. C oli saanut prosessinohitajan koulutuksen ja tehdasalueen turvallisuuskoulutuksen. C oli osallistunut yrityksen turvallisuusinfoon edellisen kerran noin 2 kuukautta ennen tapaturmaa.

Tapaturmapäivän aamulla sää oli lähes tyyni, lämpötila -6,4°C, eikä sa-

tanut.

4 Tapaturma

Tapaturmassa menehtynyt kenttäoperaattori C oli tullut tehtaalle klo 05.30 neljän vapaapäivän jälkeen. Hänen aamuvuoronsa vuoromestari AV aloitti työt klo 06.15 ja päivämestari PV klo 07.00. AV oli turvallisuusinfossa klo 08.00-10.00, samoin kuin C:n työpari D. Infon aikana AV:n tuuraajana oli PV.

Klo 07.00 C teki D:n kanssa ensimmäisen näytteenottokierroksen. Kierroksella ei ollut havaintoja rikkivedystä, mikä myöhemmin aiheutti C:n kuoleman. Työparilla oli mukanaan kaikki ohjeitten mukaiset suojainvälineet. D oli ajanut ennen näytekierrosta reitin autollaan läpi, mutta ei ollut huomannut alueelle kaksi viikkoa aiemmin asennettuja varoituskauhoja. Oletus on, että aamuyöllä alueella työskennelleet alihankintayritysten työntekijät olivat ajaneet autolla varoituskauhat pois paikoiltaan.

Kalkkilaitoksen aamuvuoron työntekijät olivat yrittäneet ottaa kalkkikivilietteestä prosessinäytettä, mutta näytteenottoventtiili oli ollut tukossa, joten näytettä ei saatu. Venttiili jäi ilmeisesti auki. Tukos aukeni itsestään prosessidatan mukaan klo 07.25. Hallin lattialle alkoi valua paineella kalkkikivilietettä 5-12 kuutiometriä tunnissa. Lattian automaattinen kaivopumppu alkoi pumpata lietettä esineutraloinnin 1-linjan varastosäiliöön.

Esineutraloinnin varastosäiliöön lattiakaivosta pumpattu kalkkikiviliete aiheutti varastoitavan liuoksen kanssa reaktion, jossa muodostui hiilidioksidia. Hiilidioksidi lisäsi varastosäiliössä nestepinnan yläpuolella olleen kaasun määrää. Kaivopumppu oli suunniteltu poistamaan kertynyt kondenssivesi esineutraloinnin varastosäiliöön. Kaasun määrän lisääntyessä liuoksesta vapautunut rikkivetykaasu ja hiilidioksidi purkautuivat säiliön ylivuotoputken kautta ulos vallitilaan. Alueella vallinnut poikkeuksellisen tyyni sää ja alueen suojainen sijainti pitivät kaasupilven lähes paikallaan.

Ensimmäinen automaattinen rikkivetyhälytys tapahtui reaktorihallissa klo 07.46. Klo 08.12 aikaan PV ilmoitti reaktorihallin sisätiloissa olleesta rikkivetyhavainnosta urakoitsijalle. Tämän jälkeen PV meni MTO:n aamupalaveriin. C:hen oltiin viimeisen kerran yhteydessä puhelimitse klo 08.45, kun häntä pyydettiin pienentämään peroksidin syöttöjä molemmille linjoille. Klo 09.00 aikaan urakoitsijoiden työntekijöiden olles-

sa onnettomuuspaikan läheisellä putkisillalla, heidän monikaasumittarinsa näytti 140 ppm. He poistuivat 10 minuutin kuluessa paikalta. Klo 09.20 kaksi toisen urakoitsijan työntekijää havaitsivat C:n tuupertuneena maassa ja ilmoittivat siitä työnjohtajalleen. Työnjohtaja soitti asiasta PV:lle klo 09.26.

C menehtyi rikkivetymyrkytykseen tapaturmapaikalle pian löytämisen jälkeen. Hän oli pystynyt kävelemään näytteenotto paikalta muutamia kymmeniä metrejä. C:llä ei ollut mukanaan hengityssuojainta, pelastautumislaitetta eikä monikaasumittaria. Kerrotun mukaan C oli ottanut valvomossa käteensä monikaasumittarin, mutta se oli piipannut. Piippaus ilmaisi sen, että mittari oli kalibroitava ennen käyttöä. Tätä C ei ilmoittanut esimiehelleen.

5 Ennen tapaturmaa havaitut rikkivetypitoisuudet

Tehdasalueella oli ollut useita rikkivetyhavaintoja etenkin viimeisen 1,5 vuoden aikana. Ne johtivat prosessin ja koneiden muutoskorjauksiin. Alueella oli muistutettu myös aliurakoitsijoita hankkimaan ja käyttämään tehtaan vaatimia suojainlaitteita. Noin kaksi viikkoa ennen tapaturmaa siisteystarkastuksessa sakeutinalueella tehtaan johdon käyttämät monikaasumittarit ilmoittivat 50-70 ppm rikkivetylukemat. Tehtaan oman tutkinnan perusteella vuodon syyksi oli paikallistettu NiCo-varastosäiliön imuputkiston puhdistus. Tehtaanjohtaja A oli antanut tämän takia kirjallisen vuotoalueen eristämismääräyksen, jolloin vuotoalueelle päätettiin hankkia puomit ja vaarakyltit. Alue eristettiin tilapäisesti muovinauhoilla, koska puomien ja kylttien toimitusaika oli 2 viikkoa. Ne saapuivat tehtaalle vasta tapaturman aikaan. Rikkivetyhavaintojen takia oli päätetty teetättää peräperää Hazop-riskienarviointi kolmella eri tehtaan vastuuhenkilöllä. Vain alustavia selvityksiä oli ehditty tekemään. Arvioinnit eivät valmistuneet sovitun aikataulun mukaisesti tehtävän haasteellisuu- den ja muiden tehtaalla ilmenneiden työpaineiden takia. Kenelläkään tehtävään määrättyllä henkilöllä ei ollut käytännön kokemusta Hazop-menetelmästä. Hazop-analyysi tehtiin vasta pari kuukautta onnettomu- den jälkeen ja siihen osallistui ulkopuolisen yrityksen kaksi erityisasian- tuntijaa. (Hazop-analyysistä tietoa liitteessä 1).

Näillä aiemmilla rikkivetyhavainnoilla ei ollut suoranaista teknistä yhteyttä tapaturmaan johtaneeseen tilanteeseen, joka käynnistyi auki jääneestä venttiilistä ja siitä seuranneesta tapahtumasarjasta. Tosin havain-

tojen perusteella tietoisuus rikkivetyvaaroista oli lisääntynyt, kun mitaushavainnot oli kirjattu pöytäkirjoihinkin.

6 Tapaturmaan johtaneet tekijät

6.1 Kalkkikivilietteen vuoto aiheutti rikkivetypäästön vallialueelle

Kalkkilaitoksen työntekijöiden näytteenottoyritys tyssäsi tukkiintuneeseen venttiiliin. Venttiilin hana jäi heiltä auki-asentoon, mikä oletettavasti oli huolimattomuutta. Tukoksen korjaannuttua auki jääneestä venttiilistä vuoti lattiakaivoon runsaasti kalkkikiviliettä. Liete pumpattiin automatisoidusti esineutraloinnin varastosäiliöön, jonka suunnittelussa ei ollut huomioitu eri yhdisteiden mahdollista yhdenaikaisuutta siellä. Pumpattu kalkkikiviliete aiheutti reaktion, jossa muodostui runsaasti hiilidioksidiä. Hiilidioksidi lisäsi varastosäiliössä nestepinnan yläpuolisen kaasun määrää. Kaasun määrän lisääntyessä liuoksesta vapautunut rikkivetykaasu ja hiilidioksidi purkautuivat säiliön ylivuotoputken kautta vallitilaan noin tunnin ajan ennen tapaturmaa. Vallitilaan ja sen ympäristöön syntyi korkea rikkivetypitoisuus. Pitoisuus pysyi korkeana, koska oli poikkeuksellisen tyyni sää, lämpötila matala ja C:n työskentelyalue oli suojainen. Esineutraloinnin varastosäiliön vallitila sijaitsee aivan onnettomuuspaikan vieressä. Kyseinen varastosäiliö oli liitetty hönkien keruujärjestelmään, mutta kaasunmuodostus oli niin voimakasta, että rikkivety purkautui hiilidioksidin mukana myös vallitilaan.

6.2 Puutteet C:n henkilösuojausissa ja onnettomuuteen johtaneet tekijät

C:llä oli löydettäessä mukanaan puhelin, muttei pelastautumislaitetta eikä monikaasumittaria. Hän ei tehnyt havainnot ensimmäisellä aamukierroksella rikkivedystä, joten hän todennäköisesti oletti alueen olevan turvallinen edelleen. Lisäksi valvomossa ainut vapaana ollut monikaasumittari hälytti kalibroinnin puutetta kun C oli ottanut sen käteensä ennen kierrokselle lähtöä. Uhri päätti tehdä näytteenoton ilman suojaimia oletettavasti koska ei nähnyt prosessin alasajoa mahdollisena sen takia, että hän jäisi odottamaan riittävien henkilösuojausten palautumista valvomoon. Mittarit eivät olleet henkilökohtaisia, eikä säiliöalueella ollut

kiinteitä rikkivetyilmaisia. Rikkivedyn määrää mitattiin ulkona kaasupesureiden poistoputkista ympäristölupaehtojen mukaisesti. Työntekijät kertoivat tehneensä alueella säännöllisesti havaintoja 10-100 ppm rikkivetypitoisuuksista vuosina 2009-2012. Reaktorihalleissa olevista kiinteistä rikkivetytunnistimilta oli tullut hälytyksiä tapaturma-aamuna.

Uhri lähti poikkeuksellisesti yksin toiselle näytteenottokierrokselle työparin osallistuessa turvainfoon.

6.3 Johtopäätökset

Voidaan siis todeta, että kuolemaan johtanut onnettomuus sisälsi vaarallisia toimintatapoja, kuten hanan kiinnitilaan jättämisen varmistamattomuus ja henkilösuojaimien käyttämättä jättäminen. Työympäristön poikkeamana voidaan pitää poikkeuksellisen tyyntä säätä, mutta kaasua ei olisi kuulunut päästä vallitilaan ollenkaan. Tekniset tekijät kuten kalkkikivilietehanan tukkeutumisen mahdollistanut hanamalli ja väärä mitoitus johtivat tilanteeseen, missä automatisoitu lattiakaivon pumppausjärjestelmä yhdisti säiliöön riskienarvioinneissa huomiotta jääneen yhdisteen.

Toiseksi, näytteenottajat eivät tienneet suurentuneesta altistumisriskistä alueella, koska mittauspaikealle varoitukseksi laitettu huonolaatuinen eristysnauha ei ollut pysynyt paikoillaan, vaikkakin nauha oli ilmeisesti laitettu teknisesti toisella tapaa sattuneen vuodon takia. Myös yksintyöskentely näytteenottokierrolla oli poikkeava toimintatapa. Uhrin oletetaan olleen hyvä työhönsä liittyvässä riskientunnistamisessa, koska uhri oli kokenut työssään ja oli perehdytetty tehtäviinsä ja tiesi hyvin henkilösuojaimien käytön velvoitteet. Henkilösuojaimien käyttämättä jättäminen oli sääntörikkomus ja voitaisiin nähdä myös vaarallisena työtapana. Ohjeistus oli selkeä, mutta valvonta ei ollut tapauksessa riittävää.

Kyseessä oli yhteinen työpaikka, mutta alueella toimineiden alihankkijoiden osasyllisyyttä onnettomuuteen ei voitu osoittaa, joten ei myöskään selvitetty oliko heidät riittävän hyvin perehdytetty esimerkiksi yrityksen tapaan merkitä alueet, joihin ei saa mennä. Turvallisuusjohtamisen kehittämisessä tulisi huomioida tehtävien riittävä resurssointi myös poikkeustilanteissa, niin esimiestasolla kuin työntekijäkin. Kahden ihmisen tehtäviä hoitava esimies ei pysty huolehtimaan valvontavastuustaan täysipainoisesti. Yritykseen tulisi luoda myös toimintatapa, millä varmistetaan henkilösuojaimien käyttö.

Ratkaiseva ongelmakohta oli myös tiedonkulku. C ei ollut saanut tietoa mittausalueella havaituista rikki-pitoisuuksista. Vaaratilanneilmoitusten käsittelyä tulisi nopeuttaa ja analyysiä parantaa, sekä raporttien jakamista tulisi tehostaa. (Lundberg etc. 2009.) Vaikka onnettomuustutkinnan materiaalit osoittavat tapaturmaan liittyneen paljon poikkeuksellisia tekijöitä, niin kuten käräjäoikeuden tuomiostakin käy ilmi, oli yrityksen työturvallisuuskulttuurissa sekä -johtamisessa parannettavaa. Kaivostoiminnassa on sille ominaiset riskinsä ja siitä johtuen tiukat turvallisuus- ja seurantamääräyksensä, joita ei tässä tapauksessa noudatettu riittävällä tasolla.

7 Vastaavien työtapaturmien torjunta

Yrityksen johdon tulee toimia esimerkkinä työntekijöille ja alihankkijoille. Sekä johdon, että työntekijöiden tulee osallistua turvallisuuden kannalta merkittävien asioiden käsittelyyn. Johdon tulee laatia vaaratilanteiden tiedotus- ja dokumentointimenettely.

Työturvallisuusriskien torjunnan lähtökohtana ei ole henkilösuojaus, vaan riskien poistaminen. Työnantajan vastuulla on päättää työssä käytettävistä suojaimista. Suojaimien ja turvalaitteiden kuten kaasumittarien tulisi olla ensisijaisesti henkilökohtaisia ja niiden kunnonvalvonnan tulee olla systemaattista. Työympäristön mahdollisten hengenvaarallisten kaasupitoisuuksien valvonta tulee toteuttaa pääasiassa kiinteillä monikaasumittareilla henkilökohtaisista suojaimista luopumatta. Uuden tuotantotekniikan riskit tulee tunnistaa etukäteen käyttäen paras mahdollista asiantuntemusta ja systemaattista riskien arviointia. Arviointi ei saa jäädä puutteelliseksi rahan säästö syistä. Myös epävarmuutta tulee pyrkiä mallintamaan. Kaikki todennäköisyydet ja mahdollisuudet tulee analysoida. Aven ja Krohn ohjaavat epävarmuuden mallintamisessa riskien käsitteellistämiseen teorioiden tuella ja laatuajattelun laajentamiseen koko prosessin kattavaksi. He ovat huomioineet myös tietoisuuden edellytykset. (Aven & Krohn 2014.)

Prosessiturvallisuus on ydinasia onnettomuuksien ehkäisyssä ja häiriöttömässä tuotannossa. Prosessia, joka sisältää merkittäviä riskejä tulee aina voida luotettavasti hallita ja ohjata. On myös olennaista, että vaarallisille pitoisuuksille määritellään toimenpiderajat. Päätöksentekoprosessin alustuksesta tulee vastuullistaa joillekin sekä ohjeistaa. Alustuksen tulee olla aina vaihtoehto ennen henkilökohtaista riskinottoa. Prosessi-

suunnittelijat sekä käyttö- ja kunnossapidon henkilöstö, työntekijätaso mukaan luettuna, tulee ottaa mukaan riskien arviointiin. Turvallisuuskriittisten laitteiden kunnossapidon tulee olla ennakkohuollon piirissä. Käyttöhäiriöiden turvallisuusmerkitys on arvioitava ja käyttöhäiriöiden syiden selvittämiseen on paneuduttava.

Turvallisuusohjeet ja siihen liittyvä koulutus ja opastus tulee pitää ajan tasalla. HAZOP -analyysi on hyvä metodi uhkien systemaattiseen tunnistamiseen. (Dunjóa etc. 2010, Baybutt 2015.)

Kirjallisuutta

- [1] Aven T., Krohn B. S. (2014). A new perspective on how to understand, assess and manage risk and the unforeseen, *Reliability Engineering and System Safety*, 121, 1–10.
- [2] Baybutt P. (2015). A critique of the Hazard and Operability (HAZOP) study, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 33, 52-58.
- [3] Dunjóa J., Fthenakis V., Vilcheza J. A., Arnaldosa J. (2010). Hazard and operability (HAZOP) analysis. A literature review, *Journal of Hazardous Materials* 173, 19–32.
- [4] Lundberg J., Rollenhagen C., Hollnagel E. (2009). What-You-Look-For-Is-What-You-Find – The consequences of underlying accident models in eight accident investigation manuals, *Safety Science* 47, 129–131.

Liite: Hazop-analyysi (Hazard and operability analysis)

Kyseessä on uhkien systemaattinen tunnistamismenettely, jossa usean alueen asiantuntijoita kerätään aivoriiheen. He käyttävät analyysissa hyödykseen systeemin prosessi- ja instrumentointikaavioita käydäkseen läpi toiminnan kannalta tärkeät komponentit. Analyysissä käydään prosessi komponentti komponentilta läpi prosessisuureineen seuraavia avainsanoja hyödyntäen: **(1)** ei **(2)** enemmän **(3)** vähemmän **(4)** sekä että **(5)** osa siitä **(6)** päinvastoin **(7)** toinen **(8)** kuin **(9)** liian aikaisin **(10)** liian myöhään **(11)** ennen **(12)** jälkeen

Prosessisuureita ovat esimerkiksi virtaukset, paineet, lämpötilat, pinnan korkeudet, jne. Hazop-analyysissä, eli uhkien systemaattisessa tunnistamismenettelyssä pohditaan niihin johtavia tilanteita tai tapahtumia. Lähde: Björn Wahlström. Systeminen turvallisuuden suunnittelu ja johtaminen (2op) -kurssin opetusmateriaalit, diaesitys 29.08.2016.

Työtaturmaonnettomuuden tapahtuma-analyysi

Markus Sallila

Kappaleessa tapahtuma käydään läpi tapahtuma, sekä siihen liittyvä tieto. Loppuun on liitetty kuva tapahtumista AcciMap-kaaviona, josta voi seurata tapahtumien ja syiden loogista ketjua. Analyysi kappaleessa koitetaan löytää epäkohdat ja niiden mahdolliset syyt. Pohdinnassa pohditaan tapaturmaa arvuuttelemalla sen syyllisiä ja muodostamalla hypoteeseja tarkoituseristä. Työ perustuu tapaukseen KKO:2014:75.

1 Tapahtuma

Työntekijä vammautti kätensä poistaessaan tukosta höyläyskoneesta. Työntekijä oli työskennellyt kyseisellä työpaikalla kolme vuotta ja koulutettu koneen käyttöön. Käsi vammautui sen jäädessä suojakotelon ja pyörivän puhdistusharjan väliin.

Kone oli varustettu CE-merkinnällä ja EY-vaatimustenmukaisuusvaikutuksella. Merkinnöillä valmistaja takaa laitteen olevan EU-direktiivien mukainen. Koneen merkinnät ovat laitevalmistajan itse annettavissa. Kone oli sijoitettu lukittuun suojahuoneeseen. Konetta käytettiin huoneen ulkopuolelta ohjauspaneelilla. Vain koulutetut työntekijät saivat avata oven. Avattaessa huoneen sähkölukko ohjauspaneelista, lautojen syöttö koneeseen katkeaa, mutta kone pysyy muuten käynnissä. Alkuperäisessä ohjeistuksessa myös muut toiminnot sammutetaan, kuten puhdistusharjat, ennen tukoksen poistamista käsin, tai muita huoltotoimenpiteitä suoritettaessa. Tukoksen sattuessa koneen käyttäjä ja työnjohtaja saavat hälytyksen. Harjojen kohdalta ei voi ylettyä suojahuoneen ohjauspaneelissa olevaan hätäpysäytyspainikkeeseen.

Koneen tukosten poistamisesta oli ohjeistus. Ohjeistuksessa käskettiin ensin yrittämään koneen viereen sijoitetun ohjauspaneelin avulla poistaa tukos liikuttelemalla höyläyspöytää. Mikäli tukos ei irtoa, on kone sammutettava ja tukos poistettava käsin.

Tukoshälytyksen sattuessa työnjohtaja oli saanut hälytyksen, muttei tullut paikalle. Työntekijä oli luullut huoneeseen mennessään, pysäyttäneensä koneen puhdistusharjat, samalla kun ohitti sähkölukon. Työntekijä oli ohjeen mukaisesti käyttänyt koneen viereen sijoitettua ohjauspaneelia. Ohjeen mukaan puhdistusharjat tulisi pysäyttää tämän epäonnistuuksessa. Epäonnistuttuaan hän käytti ensimmäiseksi tukoksen poistamiseen puukeppiä. Tukosta jäi koneen alueelle, josta työntekijä ei ollut aikaisemmin poistanut tukosta käsin. Työntekijän poistaessa tukosta käsin, pyörivä puhdistusharja veti hänen kätensä suojakotelon ja pyörivän puhdistusharjan väliin.

Puukepin käyttäminen on työntekijän mukaan yleinen käytäntö. Työnjohtaja ja tuotantopäällikkö eivät olleet tietoisia tästä käytännöstä. Voi olla, että keppi oli harjanvarsi ja työtehtäviin kuuluu mahdollinen harjaaminen. Tällöin puukepistä tosin olisi tullut käyttää termiä harjanvarsi.

Tapahtuma-aikana käsiteltiin matalamman laadun puuta, jonka tukosriski on suurempi. Työnjohtaja ja tuotantopäällikkö olivat käyneet asian läpi ja korostaneet kiireettömyyttä. Työnjohtajan mukaan työvuorojen välillä on ollut kilpailua tuotantomäärissä, johon ei ole kannustettu.

Tapaturman jälkeen höyläyskoneen suojahuoneeseen meneminen automaattisesti sammuttaa myös harjat ja niiden läheisyydessä olevat sivuterät. Höyläyspöydälle on myös asetettu lisäsuoja.

2 Analyysi

Tukoksia on ollut mahdollista poistaa käynnissä olevasta koneesta. Koneen hätäpysäytysnappula on väärässä paikassa, mikäli siihen ei pääse käsiksi jokaisesta tarpeellisesta paikasta. Koneen suunnittelussa ei välttämättä ole otettu huomioon, että joku saattaisi poistaa tukoksia käynnissä olevasta koneesta, jolloin hätäpysäyttämisen tarpeellisuutta koneen siitä osasta ei ole nähty tarpeelliseksi ominaisuudeksi. Koneen käyminen tukoksia poistettaessa voi olla myös ominaisuus, mikäli se edistää tukosten poistamista.

Koneen CE-merkintä on laitevalmistajan itse annettavissa Euroopan si-

sämarkkinoilla. Tämä johtaa CE-merkintöjen merkityksettömyyteen turvallisuuden kannalta. Työnjohtaja ja tuotantopäällikkö kuitenkin vetosivat koneen CE-merkintään, todistaessaan syyttömyyttään. CE-merkintä on saattanut antaa virheellisen käsityksen turvallisuudesta ja johtaa koneen ja sen prosessin turvallisuuden tarkastelun puutteellisuuteen.

Tukos oli johtanut hälytykseen koneen käyttäjälle ja työnjohtajalle. Tästä huolimatta koneen käyttäjä oli ratkaisemassa ongelmaa yksin; mikä ei ollut työkoneen käyttöohjeiden vastaista. Jos tukosta olisi ollut poistamassa useampi henkilö olisivat virheet olleet epätodennäköisempiä. Toinen henkilö olisi kyennyt myös pysäyttämään koneen hätäpysäytysnapulasta, johon puhdistusharjojen jumittama käyttäjä ei yllä. Hälytyksen välittäminen myös työnjohtajalle viittaa mahdollisesti siihen, että työnjohtajalla voisi olla jonkinlainen rooli tukosten purkamisen valvomisessa tai työparin järjestämisestä tehtävään. Hälytys on voinut olla tuotannonohjaus syistä, koska koneen mahdollinen pysäyttäminen voi vaikuttaa jalostusprosessin etenemiseen. Mikäli tukoksen poistaminen on yleisesti ottaen erittäin matalariskinen toimenpide, voi työparin läsnäolo olla resurssien hukkaamista ja muilla työturvallisuustoimenpiteillä saattaa olla paremmat vaikutukset.

Työntekijällä oli unohtanut pysäyttää puhdistusharjat, koska kuvitteli pysäyttäneensä ne samalla, kun avasi suojahuoneen lukituksen. Työntekijä oli kokenut ja koulutettu. Usean vuoden aikana käyttämisen kannalta epäoleelliselta tuntuvat ominaisuudet saattavat unohtua. Kertauskoulutus on voinut olla puutteellista. Myös työohjeiden läsnäolo näkyvillä voi edistää muistamista.

Työvaiheen ohittamiseen on saattanut vaikuttaa myös kiirehtiminen, jonka motiivi voi olla työvuorojen välisessä kilpailussa. Työvuorojen välisen kilpailun motiivi on epävarma. Siihen saattaa vaikuttaa yrityksen mahdollinen tuotannon vähentäminen. Johdosta lähtöisin oleva työkulttuuri saattaa myötävaikuttaa tämän tyyppiseen kilpailuun.

Puukepin käyttäminen oli vakituinen työtapana, jota useat käyttäjät eri työvuoroista käyttivät. Työnjohtaja väittää olleensa tietämätön käytännöstä. Puukepin läsnäolo työtilassa on tässä tapauksessa kyseenalainen. Mikäli tukokset on tarkoitus poistaa suljetusta koneesta käsin, niin puukeppi on turhaan sijainnut lähistöllä. Puukepin sijainti lähistössä rohkaisee käyttämään sitä. Puukeppi vaikuttaa lautojen tökkimisen kannalta järkevältä, mikäli kone on käynnissä. Keppi on saattanut olla käytössä myös kampeamista varten. Työnjohtajalla voi olla velvollisuus tietää mi-

ten töitä käytännössä tehdään ja miksi työtilassa on puukeppi, jolle ei ilmennyt muita käyttötarkoituksia.

Tapaturman jälkeiset toimenpiteet estävät kyseisen kaltaisen tapahtumisen vastaisuudessa. Koneen kokonaan pysäyttäminen ei olisi välttämättä perusteltua.

3 Pohdinta

Kyseenalaisimmalta vaikuttava asia on puukeppi. Keppi on tyypillinen työkalu, kun asioihin ei haluta koskea käsin. Työkone oli eristetty suojahuoneeseen, joten keppi tuskin on sattumalta päätynyt sinne.

Jos puukepillä on jokin tarkoitus, olisi työnjohtajan tiedettävä asiasta. Työnjohtajan tietämättömyys kepeistä tekee siitä epäilyttävämmän. Työkoneen tukokset jotka eivät poistuneet mekaanisesti työpöytää liikuttellessa oli määrä poistaa käsin. Mikäli keppi olisi kätevä apuväline, olisi kyseessä hyväksi koettu käytäntö, minkä tiedostaminen olisi arvokasta.

Koska keppi ei ole tukoksen poistoon tarkoituksenmukainen, saattaa kepin käyttö olla haitallista koneelle. Työnjohtajan tietämättömyys kepeistä merkitsee sitä, että työntekijät itsenäisesti ottaisivat riskin työkoneen vahingoittamisesta. Työntekijät tuskin ryhtyisivät itse käyttämään keppiä, ellei asiaa ole opetettu.

Työntekijä kertoi kepin olleen useiden työvuorojen käytössä. Kepin käyttö on siis saatettu oppia työhön perehdyttämisessä.

On toki mahdollista, että joku joskus on kokeillut keppiä tukoksen poistamiseen ja hyväksi käytännöksi koettuaan jakanut tiedon toisten työntekijöiden kanssa. Tällöin tosin on taas pohdittava, että mistä keppi tuli. Jos keppi ei ollut paikalla turvahuoneessa, on jonkun tarvinnut tuoda se mukanaan. Tämä viittaisi harkittuun toimintaan, jolloin työkoneen mahdollinen vahingoittuminen olisi varmaankin ymmärretty.

Koska useat työvuorot käyttivät keppiä, olisi työnjohtajan mahdollisesti pitänyt tietää asiasta. Mikäli työnjohtaja ei tietäisi toiminnasta jota hän johtaa, ei hän kykenisi johtamaan sitä.

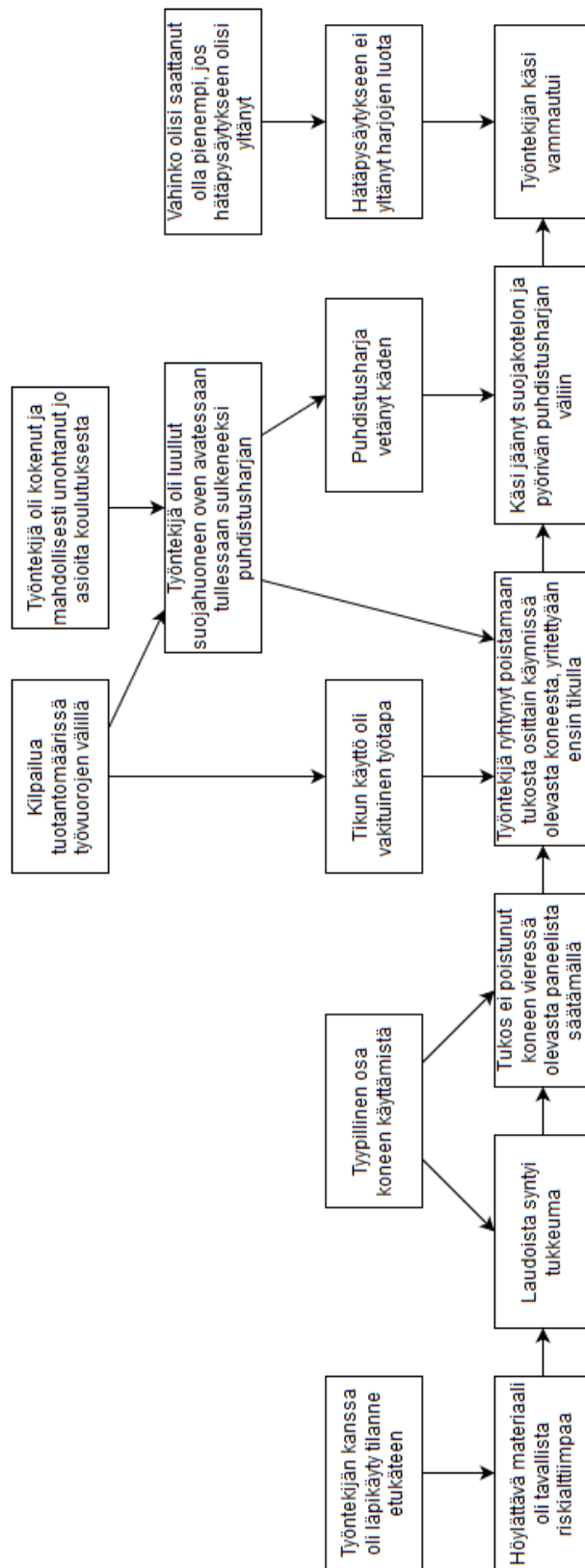
Työkoneen ohjeistuksessa tiedostettiin tukosten poistamisen olevan mahdollinen vaaratekijä. Silti työntekijä oli yksin tilanteessa poistamassa tukosta käsin. Työnjohtajalle oli tullut tieto tukoksesta, joten työntekijän alkaessa ohjeistuksen mukaisesti suorittamaan mahdollisesti vaarallista työtä, voisi olla hyvä että paikalla olisi joku toinen valvomassa tilannetta ja mahdollisesti painamassa hätäpysäytysnappulaa. Hätäpysäytys-

nappulan olemassaolo viittaa mahdollisuuteen, että konetta käytettäessä voi syntyä tilanteita, jossa kepin olemassaolo on tarpeellinen. Mahdollisen työskentelyalueen sijainti, kun kone on päällä, oli nimenomaan harjojen läheisyydessä tukosten poistaminen käsin. Koska siltä alueelta ei kykene yltämään hätäpysäytysnappulaan, voisi kuvitella että jonkun toisen tulisi olla läsnä, painamassa nappulaa ennalta arvaamattomien tilanteiden varalta.

Tukoksia saattaa syntyä niin usein, että toisen työntekijän läsnäolon vaatiminen saattaisi lisätä työntekijöiden tarvetta. Työntekijä toimi ohjeiden vastaisesti. Mikäli hän olisi toiminut ohjeiden mukaisesti, voisi riski onnettomuuden tapahtumisesta olla niin pieni, että toisen henkilön läsnäolo ei ole tarpeellista. Kuitenkin aiemmassa pohdinnassa ilmi tulleet seikat hätänappulan sijoittelusta, sekä riskin tiedostaminen käyttöohjeessa viittaisivat siihen, että toisen työntekijän läsnäolon voisi olettaa olevan tarpeellista.

Kirjallisuutta

- [1] <http://www.finlex.fi/fi/oikeus/kko/kko/2014/20140075?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ty%C3%B6turvallisuus>



Ukrainan sähkönjakelukeskusten ja sähköverkon hakkerointi

Mimi Lounio

1 Johdanto

Tämä essee analysoi Ukrainan sähkönjakelukeskusten ja sähköverkon hakkerointia joulukuussa 2015 olemassa olevan julkisen tiedon perusteella. Tarkoituksena on saada ymmärrys tapahtumien kulusta, onnettomuuden syistä, sekä tekijöistä, joita tulisi huomioida suunnitellussa teollisuuden automaatiojärjestelmien (ICS, Industrial Control System) ja käytönvalvontajärjestelmien (SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition) turvallisuutta. Etenkin sähkölaitosten, mutta myös muiden automaatio- tai valvontajärjestelmiä hallinnoivien ja käyttävien organisaatioiden turvallisuusjohtamisen kannalta tapahtumien ymmärrys on tärkeää, jotta yritysturvallisuuden tavoitteita, toimintaa, organisointia sekä seuraamista pystytään kehittämään ja suunnittelemaan tulevaisuudessa yhä paremmin. Yritysturvallisuuden osalta analyysi keskittyy lähinnä tieto- ja kyberturvallisuuden osa-alueisiin. Kyberturvallisuudella viitataan tässä analyysissä tietoturvallisuuden osa-alueeseen, joka keskittyy sähköiseen tietojen käsittelyyn, ja johon kohdistuu uhkatekijöitä (Viestintävirasto 2008).

2 Automaatiojärjestelmien tietoturva

Automaatiojärjestelmiä hyödynnetään tänä päivänä useissa yhteiskunnalle kriittisissä toiminnoissa, kuten esimerkiksi energian tuotannossa ja jakelussa, liikenteen ohjaamisessa ja vesihuollossa. Teollisuuden au-

tomaatiojärjestelmiin kuuluvat hajautetut automaatiojärjestelmät (DCS, Distributed Control System), käytönvalvontajärjestelmät (SCADA), sekä ohjelmoitavat logiikat (PLC, Programmable Logic Controller) (Eerola 2011). Käytönvalvontajärjestelmien tehtävänä on sähköverkon reaaliaikainen valvonta ja prosessien ohjaus. Sen avulla saadaan reaaliaikaisista tietoa sähköverkon tilanteesta, ja voidaan toteuttaa sekä rutiini, että kriittisiä toimintoja. Järjestelmän häiriöt voivat siis aiheuttaa vakavain ongelmia, joten sen tulisi olla luotettava ja toimia myös sähkökatkojen ja tietoliikennehäiriöiden aikana (Lakervi & Partanen 2012). Automaatiojärjestelmiin kohdistuvia tietoturvapoikkeamia on raportoitu vähän, sillä tietoturvaongelmia ei haluta tuoda julki maineen kärsimisen tai taloudellisten menetysten pelossa. Järjestelmät voivat myös olla osa yhteiskunnan kriittistä infrastruktuuria, mikä tekee niistä myös sopivia kohteita terrorismille ja kybersodankäynnille (Eerola 2011). Automaatiojärjestelmien onnettomuuksien seuraamukset ovat usein vakavia, joten on tärkeää analysoida ja ymmärtää julkaistujen onnettomuuksien tapahtumankulkua ja syitä.

3 Tapahtumien kulku

Joulukuun 23 päivä, 2015, arviolta 225 000 ukrainalaista menetti sähkönsä kolmannen osapuolen päästessä hallinnoimaan laittomasti ukrainalaisten sähköjakeluyrityksien tietokone- ja SCADA-järjestelmiä (ICS-CERT 2016). Tapaus oli tiettävästi ensimmäinen sähköjakeluhäiriöihin johtanut kyberhyökkäys. Tapahtumat alkoivat iltapäivällä, noin kello 15:35, jolloin seitsemän 110kV ja 2335 kV sähköaseman sähköjakelu katkaistiin kolmeksi tunniksi, ja jonka aikana myös muut sähköjakeluverkon osat kokivat häiriöitä ja joiden hallinnointi jouduttiin vaihtamaan manuaaliseen tilaan (SANS 2016). Hyökkäykset kohdistuivat ensimmäiseksi Kyivoblenergo-sähköjakeluyritykseen, jonka jälkeen myös kaksi muuta sähköjakelijaa olivat hyökkäyksen kohteena. Hyökkäykset olivat pitkälle koordinoituja, ja tapahtuivat 30 minuutin aikavälillä toisistaan (ICS-CERT 2016). Vaikka tapahtumat vaikuttivatkin ainoastaan 225 000 ukrainalaisen sähköjakeluun, ja katkoksen kestossa kyse oli tunneista, vaikutus hyökkäyksen kohteena olevien yritysten maineeseen ja luotettavuuteen kriittisten palvelun tarjoajana oli äärimmäisen merkittävä. Huomionarvoiseksi onnettomuuden tekee myös sen epätavallisuus, sekä mahdollisuus suurempaan tuhoon tulevaisuudessa, mikä-

li kriittisten järjestelmien kyberturvallisuuteen ei kiinnitetä suurempaa huomiota. Jotta saataisiin parempi käsitys siitä, miten vastaavanlaisiin hyökkäyksiin pystyttäisiin paremmin varautumaan tulevaisuudessa, on tärkeää käydä läpi tapahtumien kulkua ja saada ymmärrys hyökkääjän toimintatavoista sekä kyvyistä.

4 Hyökkäysmenetelmät

Ukrainan sähköverkon hakkeroinneissa oli todennäköisesti kyse järjestelmällisestä toimijasta, jolla oli runsaasti resursseja käytössä. Hyökkääjä käytti useita eri tekniikoita ja taktiikoita, muuntautuen jokaisen kolmen eri hyökkäyskohteen ympäristöön ja puolustusmekanismeihin. Käytettyjä menetelmiä olivat muun muassa kalastelusähköpostiviestit, BlackEnergy 3-haittaohjelman variantit, Microsoft Office dokumenttien manipulointi sekä haittaohjelmien lisäys dokumenttien sisälle (SANS 2016). Näiden menetelmien avulla hyökkääjät saivat ensimmäisen jalansijan toimistoverkosta ja onnistuivat keräämään käyttäjätietoja ja -tunnuksia. Tiedonkeruu toimistoverkon puolella auttoi toimijoita pääsemään sisälle ICS-verkkoon (Zetter 2016). Hyökkääjien tapa toimia osoitti asiantuntemusta sekä tietoliikenneverkosta että ICS- ja valvontasäätöjärjestelmistä. Hyökkääjät myös osoittivat sekä kykynsä että halunsa hyökätä suoraan sähköasemien laitteistoon, ja laatia kustomoituja haittaohjelmia, joiden avulla laitteiden normaali hallinta häiriytyi. Lisäksi energiayrityksen asiakaspalvelulinjat tukittiin hyökkääjien toimesta tuhansilla puhelulla. Kaikesta huolimatta, hyökkäyksen merkittävin asia ei ollut eri hyökkäystavat tai -tekniikat, vaan hyökkäyksen kesto. Hyökkääjät onnistuivat piiloutumaan ja keräämään tietoa verkossa useita kuukausia, joka johti ympäristön hyvään tuntemukseen ja eri hyökkäysmenetelmien onnistuneeseen käyttöön. Käytettyjä hyökkäysmenetelmiä olivat muun muassa (SANS 2016):

- kalasteluviestit, joilla hyökkääjät yrittivät saada tunnuksia päästäkseen sisään sähkölaitosten yritysverkkoon
- BlackEnergy3-haittaohjelman käyttö kaikkien sähkölaitoksien hyökkäyksissä
- Käyttäjätunnusten varastaminen yritysverkoista
- VPN-yhteyksien hyväksikäyttö automaatioverkkoihin tunkeutumi-

sessä

- Etähallintalaitteiden käyttö
- KillDiskin käyttö Master Boot Recordien/latauskoodien tyhjentämisessä sekä lokien tuhoamisessa
- UPS (keskeytymätön virransyöttö) - järjestelmien hyväksikäyttö ajastetuilla katkoksilla
- Palvelunestohyökkäykset (DoS) sähkölaitosten puhelin- tai asiakaspalvelukeskuksiin

5 Järjestelmään murtautuminen

Hyökkäyksen alkuvaiheessa hyökkääjät lähettivät haitallisia liitteitä sisältäviä kohdistettuja kalasteluviestejä, jotka oli suunniteltu näyttämään siltä, että ne tulivat luotetuilta henkilöiltä. Hyökkääjät käyttivät hyökkäysmenetelmää, jossa käyttäjää huijataan käynnistämään haitallinen makro sekä piilohaittaohjelma (BlackEnergy), joilla hyökkääjät saivat ensimmäisen jalansijan organisaatiosta (SANS 2016). Makrolla tarkoitetaan käskyä, joka toteuttaa ohjelmassa halutun toimintasarjan. Järjestelmään murtautuminen oltaisiin siis voitu tehdä vaikeammaksi työntekijöiden tietoturvakoulutuksella sekä kalasteluviestiharjoituksilla. Koska haitallinen liite sisälsi nollapäivän uhkan, tarkoittaen, että sitä ei oltu ikinä aiemmin tunnistettu antivirus-toimittajien toimesta, sille ei myöskään ollut olemassa olevia tunnisteita, joten se pääsi käytettyjen tietoturvateknologioiden läpi. Koska perinteiset tietoturvateknologiat eivät pysty tunnistamaan uusia nollapäivän uhkia, olisi kriittisissä ympäristöissä tärkeää käyttää kehittyneempiä teknologioita, joiden avulla myös nollapäivän uhat pystytään tunnistamaan jo ennen kuin haittaohjelma pääsee käynnistymään työasemalla, ja leviämään muuhun ympäristöön. Olisi tärkeää käyttää hiekkalaatikoteknologiaa, jolla voidaan tarkistaa verkon sisään tulevat ja ulospäin lähtevät tiedostot ja sähköpostit. Olisi myös tarpeellista segmentoida ympäristö niin, että voidaan tarkemmin monitoroida, rajoittaa ja kontrolloida liikennettä eri segmenttien välillä (ICS-CERT 2016). Julkisen tiedon perusteella, sähkölaitoksilla oli käytössä IT-ympäristön ja automaatioympäristön erottava palomuuuri. Julkaistun tiedon perusteella ei kuitenkaan selviä minkälainen palomuuuri oli

kyseessä, ja mikäli sen avulla olisi pystytty monitoroimaan liikennettä, ja mikäli monitorointiin oli resursoitu työntekijää.

6 Hyökkäyksen eteneminen

Kun hyökkääjät saivat jalansijan IT-ympäristöstä ja pääsivät asentamaan vakoiluohjelman tiedonkeruuta varten, he saivat kartoitettua oikeat henkilöt sekä laitteet, joiden avulla pääsy sähköverkkojen toiminnonohjausjärjestelmiin onnistuisi. Tätä seurasi hyökkäykset työasemiin, palvelimiin sekä laitteisiin, joilla kommunikaatio sähköjakelulaitoksiin tapahtuu (SANS 2016). Olisi ollut tärkeää tiedostaa millaista tietoa IT-verkossa sekä automaatiojärjestelmäverkossa liikkuu, ja kontrolloida tarkasti tietoon pääseminen ja sen jakaminen. Julkaistun tiedon perusteella, hyökkäyksen laitteiden automaatiojärjestelmäverkoissa ei ollut käytössä teknologiaa eikä henkilöstöä monitoroimassa liikennettä, siinä ilmeneviä poikkeuksia tai uhkia. Tämä edesauttoi hyökkääjiä pysymään verkossa ja keräämään tietoa useita kuukausia. Julkaistun tiedon perusteella hyökkääjät saivat ensimmäisen jalansijan jo puolivuotta ennen sähkökatkoksen tapahtumista. Liikenteen monitorointi yritysverkon puolella olisi todennäköisesti voinut estää hyökkäyksen etenemisen automaatioverkon puolelle. Varsinkin kriittisissä ympäristöissä olisi tärkeää kyetä tunnistamaan poikkeuksia liikenteessä, uudet ulospäin suuntautuvat yhteydet sekä tuntematon suojattu liikenne. Häiriöiden tai tuhojen tapahtuessa, on myös erittäin tärkeää pitää varmuuskopioita kriittisistä tiedostoista ja ohjelmistoista, jotta korjaavat toimenpiteet pystyttäisiin toteuttamaan mahdollisimman nopeasti. (SANS 2016)

Hyökkäyksen etenemisessä auttoi myös se, että yritysten käyttämistä VPN-yhteyksistä (tekniikka, jonka tarkoituksena on levittää sisäverkko suojatusti julkisen verkon yli etäkäyttäjille) puuttui kaksi-vaiheinen tunnistautumismenetelmä, jonka ansiosta VPN-yhteyksien kautta oli helpompi päästä käsiksi automaatiojärjestelmään (SANS 2016). Etäyhteydet ovat ainoastaan niin turvallisia kuin niiden päätepisteet, joten ne luovat aina riskin automaatiojärjestelmän toiminnalle. Tänä päivänä etäyhteydet automaatiojärjestelmiin ovat kuitenkin usein välttämättömiä, ja suojattu VPN-yhteys on yksi yleisimmistä ratkaisumalleista. Suojatun yhteyden lisäksi tulisi kuitenkin aina käyttää vahvaa tunnistusmenetelmää henkilön tunnistamiseen (Viestintävirasto 2008). Mikäli hyökkäyksen kohteena olevat yritykset olisivat käyttäneet esimerkiksi kaksivai-

heista tunnistautumismenetelmää, olisi hyökkäyksen eteneminen mahdollisesti pystytty estämään, tai vähintäänkin viivyttämään. VPN-yhteyksiä käyttävillä työntekijöillä tulisi myös aina olla mahdollisimmat rajoitetut roolipohjaiset oikeudet, jotta haitat saataisiin väärinkäyttöpauksissa minimoitua. Olisi myös hyvä rajoittaa yhteyksien määrä minimiin, kyseenalaistaa yhteyksien tarve, pitää yhteydet aikarajattuina, sekä katkaista yhteys manuaalisesti tarvittaessa.

Julkaistun tiedon perusteella hyökkääjät myös etäkäyttivät laitosten työasemia. Tiukka segmentointi ja kontrollointi, sekä sovellusten whitelisting, olisi aina suositeltavaa automaatioympäristöissä (ICS-CERT 2016). Näiden avulla ainoastaan sallitut sovellukset hyväksytään, ja etäyhteyksien mahdollistavien ohjelmistojen lataaminen estetäisiin. Hyökkääjät saivat myös hallinnan useille asemille keskitetysti. Tämä olisi mahdollisesti voitu estää antamalla yhdelle käyttäjälle vain tietty määrä oikeuksia hallintaan. Olisi myös tärkeää monitoroida automaatiojärjestelmän sovellusliikennettä ja huomata epänormaali toiminta lokien ja korrelaatioiden perusteella.

Hyökkääjät häiritsivät sekä kommunikaatioyhteyksiä että korjaustoimenpiteitä sähkökatkojen aikana usein eri menetelmin (SANS 2016). Sähköjakeluhäiriöt koskivat kaiken kaikkiaan 27 sähkölaitosta, sekä noin 225 000 asiakasta. Kun sähkölaitokset saivat hyökkäyksen kohteena olleet työasemat lopulta takaisin käyttöön, niissä olikin hyökkääjien asentama haittaohjelma, joka esti sähköjakelun etähallinnan. Samanaikaisesti hyökkääjät aiheuttivat palvelunestohyökkäyksen yritysten puhelinkeskuksiin, joten asiakkaat eivät päässeet puhelimitse läpi asiakaspalveluun ilmoittamaan sähkökatkoksista. Tarkoituksena oli todennäköisesti estää sähkölaitoksia havaitsemasta miten laajasta katkosta oli kyse, jolloin tapahtuman kriittisyyttä ei myöskään ymmärretty ajoissa. Tavoitteena saattoi myös olla asiakkaiden turhauttaminen ja epäytytyväisyys.

7 Hyökkäyksen onnistumiseen johtaneet tekijät

Hyökkäyksen onnistumisessa auttoivat useat eri seikat. Sähkölaitoksien infrastruktuurista oli paljon julkista tietoa saatavilla, kuten käytettyjen etäohjausyksiköiden laitevalmistajat sekä versiot, sillä laitevalmistajat olivat julkaisseet tiedon internet-sivuillaan (SANS 2016). Ei kuitenkaan ole tarpeeksi tietoa siitä, miten moniin erilaisiin laitteisiin päästiin vaikuttamaan hyökkäyksen aikana yritystasolla. Tavallisimmin samankal-

taisissa sähköverkkoympäristöissä erilaisten laitteiden ja ohjelmistojen määrä on varsin laaja, ja on oletettavaa että hallinta- ja automaatiojärjestelmissä oli käytössä useita eri käyttöjärjestelmiä, kuten Windows XP ja 7 sekä useita erilaisia etähallintalaitteita ja -yhteyksiä, sekä teollisuuskytkimiä. Yleisesti käytetyissä käyttöjärjestelmissä, kuten Windows XP ja 7, ongelmana on, että ne ovat usein hyökkäyksen kohteena helppoja. Haavoittuvaisuudet julkistetaan nopeasti, mutta myös hyväksikäyttäjät löytävät nopeasti (Viestintävirasto 2008).

Etenkin teollisuusjärjestelmissä, jossa päivityksiä ei pystytä tekemään nopeasti valmistajan julkaistessa haavoittuvaisuuksia, yleisemmät alustat ovat erityisen alttiita hyökkäyksille ja haittaohjelmille. On myös huomioitavaa, että useat teollisuusautomaatiojärjestelmissä yhä käytetyt käyttöjärjestelmät, kuten Windows XP, eivät enää ole tuettuja valmistajan toimesta, jolloin uusia korjauksia haavoittuvaisuuksille ei enää edes tuoteta. Automaatiojärjestelmissä käytetyt käyttöjärjestelmät ja laitteet ovat usein suunniteltu toimistokäyttöön, joten tuotteita tuetaan usein vain muutamista kuukausista muutamaan vuoteen. Automaatiolaitteiden elinkaari on kuitenkin tavallisesti huomattavasti pidempi kuin toimistolaitteiden, joten tämä tuo suuren haasteen teollisuusautomaatiosta ja sen tietoturvasta vastaaville henkilöille (Viestintävirasto 2008).

8 Hyökkääjien motiivit

Vieläkään ei tiedetä miksi hyökkääjät valitsivat juuri Ukrainan sähköverkon, ja juuri nämä sähköjakelulaitokset kohteikseen, ja mitkä hyökkäyksen motiivit olivat. Mahdollisia syitä sille, että nimenomaan kyseiset laitokset valittiin, oli niiden yhteisesti käyttämät teknologiat, samankaltaiset arkkitehtuurit ja konfiguraatiot, keskitetty hallinta usealle laitokselle sekä niiden palvelualueet (SANS 2016). Teollisuusautomaatiojärjestelmiin kohdistuvissa hyökkäyksissä on taustalla usein hyvin erilaisia motiiveja, kuten ilkivalta, kuuluisuuden tai arvostuksen etsiminen, torjuntaohjelmien haastaminen, turvallisuusaukkojen paljastaminen, tai yksinkertaisesti helppous (Viestintävirasto 2008). Ukrainan sähköverkkojen tapauksessa on kuitenkin todennäköisesti kyse hyvin ammattimaisesta toiminnasta, ja on epäilty että hyökkäys olisi suunniteltu toimimaan viestinä ja pelotteena päättäjille siitä, että hyökkääjät pystyvät halutessaan katkaisemaan energian jakelun laajalla alueella (Zetter 2016). Tapahtuma toimiikin herätteenä teollisuusautomaation toimijoille. Auto-

maatio on verkottunut osaksi yhteiskunnan kriittisiä järjestelmiä, kuten sähkön ja lämmönjakelua, joten tieto- ja kyberturvan tärkeyttä automaatiossa ei tänä päivänä pystytä enää sivuuttamaan. Automaatiota käyttävät organisaatiot, kuin myös automaatioimittajat, ovat usein kansallisesti suuria tai jopa maailmanlaajuisia konserneja verkkojen osalta, joten ei usein ole kyse ainoastaan yritysriskistä, vaan kansallisesta tai globaalista riskistä (Viestintävirasto 2008).

9 Johtopäätökset

Ukrainan sähkölaitosten ja sähköverkkojen kyberiskut korostavat tarvetta yritysjohtoon sitoutumiselle tietoturvaan. Tietoturva ei ole enää ainoastaan IT-osaston vastuulla, eikä voida olettaa, että automaatiohenkilöstöllä olisi tarvittavaa tietotaitoa tietoturvariskeistä. Tieto- ja kyberturvasasiat koskettavat organisaation jokaista jäsentä, joten tietoturvatoinnin tulisi olla järjestelmällistä ja osana organisaatiokulttuuria. Ukrainan iskussa jo pelkästään työntekijöiden koulutuksella kalasteluviestien varalta olisi jo saatu muutos aikaan. Tapahtumat myös painottavat automaatioverkostojen tietoturvakartoitusten tekemistä. Verkottumisen myötä tietoturvaohjelmien ja -haavoittuvuuksien määrä tulevat yhä kasvamaan. Sähköverkkolaitteiden määrä tulee yhä nousemaan, sovellusten monimutkaisuus lisääntymään, ja etätyöskentelyn lisääntyminen verkon yli kasvamaan. Nämä kaikki tuovat lisää haasteita organisaatioiden tietoturvalle. Kriittisimpiä kohteita kyberiskulle sähkönjakelun kannalta tulevat kuitenkin yhä olemaan käytönvalvontajärjestelmät. Mikäli katsotaan Suomen automaatiojärjestelmien tietoturvatilannetta, on hyvä tiedostaa, että avoimia laitteita kriittisissäkin ympäristöissä on tänä päivänä vielä suuri määrä. Aalto yliopiston Sähkötekniikan Tieliikenne- ja tietoverkkotekniikan laitos tutki tammi-maaliskuun aikana vuonna 2013 Suomen automaatioverkkojen haavoittuvuutta ja löysi verkosta yhteensä 2915 suojaamatonta tehdasautomaatiolaitetta (Tiilikainen & Manner 2013). Osa näistä laitteista oli sähkönhallinnan ja järjestelmien etäkäyttöön kuuluvia laitteita. Huolestuttavaksi tästä tekee sen, että turvallisuudesta vastaavat tahot eivät usein tiedä, että nämä laitteet ovat yhteydessä Internetiin. Organisaatioiden olisikin tärkeää tehdä jatkuvasti tietoturvakartoituksia, joiden avulla saadaan selville kriittistä toimintaa uhkaavat tilanteet, mahdolliset seuraukset toiminnalle, sekä suojausta tarvitsevat kohteet. Ukrainan tapahtumat myös painottavat hyvän ark-

kitehtuurin, ajantasaisen teknologian sekä jatkuvan tietoturvakoulutuksen merkitystä niin organisaation kuin myös koko yhteiskunnan kokonaisturvallisuuden kehittämisessä ja ylläpitämisessä.

Kirjallisuutta

- [1] Eerola, R. (2011) Automaatiojärjestelmien tietoturvaan liittyviä erityishaasteita. Tutkielma. Tampereen Teknillinen Yliopisto.
Saatavilla: <https://wiki.tut.fi/Tietoturva/Tutkielmat/AutomaationTietoturva>
- [2] ICS-CERT (2016) Cyber-Attack Against Ukrainian Critical Infrastructure. Julkaistu: 25.2.2016. Saatavilla: <https://ics-cert.us-cert.gov/alerts/IR-ALERT-H-16-056-01>
- [3] Lakervi E. & Partanen, J. (2012) Sähköjakelutekniikka. Helsinki: Hakapaino Oy, 2012.
- [4] SANS (2016). Analysis of the Cyber Attack on the Ukrainian Power Grid. Julkaistu: 18.3. 2016.
Saatavilla: https://ics.sans.org/media/E-ISAC_SANS_Ukraine_DUC_5.pdf
- [5] Tervo, J. (2013) Verkostoautomaatiojärjestelmien tietoturva 2013. Saatavilla:
http://energia.fi/sites/default/files/verkostoautomaatiojarjestelmien_tietoturva__2013-09-27.pdf
- [6] Tiilikainen, S. & Manner, J. (2013) Suomen Automaatioverkkojen haavoittuvaisuus. Raportti Internetissä julkisesti esillä olevista automaatiolaitteista. Aalto yliopisto, Sähkötekniikan korkeakoulu, Tieliikenne- ja tietoverkkotekniikan laitos. Saatavilla: <https://research.comnet.aalto.fi/public/Aalto-Shodan-Raportti-julkinen.pdf>
- [7] Viestintävirasto (2008). Teollisuusautomaation tietoturva. Verkottumisen riskit ja niiden hallinta. Saatavilla:
https://www.viestintavirasto.fi/attachments/cip/5na1SblCp/SAS29_TeollisuusautomaationTietoturva.pdf
- [8] Zetter, K. (2016). Inside the Cunning, Unprecedented Hack of Ukraine's Power Grid. Wired magazine. Julkaistu: 3.3.2016. Saatavilla:
<https://www.wired.com/2016/03/inside-cunning-unprecedented-hack-ukraines-power-grid/>

Riskianalyysi Aalto Aikikai ry:n järjestämistä aikidoharjoituksista

Pekka Laitila

1 Johdanto

Suoritan tässä esseessä riskianalyysin ohjatuista aikidoharjoituksista aikidoseura Aalto Aikikai ry:ssä [1], jossa toimin toisena pääohjaajana. Rajoitan analyysini käsittelemään akuutteja loukkaantumisia, jotka tapahtuvat ohjattuja harjoitteita suoritettaessa harjoittelijoiden oman toiminnan seurauksena.

Essee jakaantuu viiteen osuuteen. Ensin kuvaan lyhyesti mitä aikido on. Seuraavaksi kerron lyhyesti Aalto Aikikain taustasta ja toiminnasta. Kolmannessa osuudessa esittelen millaisia seuran järjestämät aikidoharjoitukset ovat ja neljännessä analysoin harjoituksiin liittyviä loukkaantumisriskejä ja seurassa toteutettavia toimenpiteitä niiden torjumiseksi. Analyysissä jaottelen erilaiset loukkaantumistilanteet ensin kahteen loukkantumistilannekategoriaan. Tämän jaottelun pohjalta luonnehdin loukkaantumistilanteita tarkemmin ja arvioin niistä koituvien vammojen vakavuutta ja yleisyyttä. Samassa yhteydessä esittelen myös niitä toimenpiteitä, joilla seurassa pyritään ennaltaehkäisemään loukkaantumistilanteiden sattumista. Tämän jälkeen arvioin kyseisten toimenpiteiden tehokkuutta peilaamalla Aalto Aikikain loukkaantumistilanteiden yleisyyttä ja vakavuutta useiden vuosien harjoituskokemuksiini kahdessa muussa aikidoseurassa: Kuopion aikidoseura Tenchikan ry:ssä [2] ja Helsingin yliopiston aikidoseura Seitokai ry:ssä [3]. Esseen viimeinen osuus on yhteenveto.

2 Lyhyt kuvaus aikidosta

Aikido on japanilainen itsepuolustuslaji, jonka kehitti Morihei Ueshiba (1883-1969) 1900-luvun ensimmäisellä puoliskolla [4]. Aikidon kehittämisen taustalla on Ueshiban ihanne itsepuolustustaidosta, joka ei perinteisten kamppailutaitojen tapaan pyri vastustajan vakavaan vahingoittamiseen. Pikemminkin tavoitteena on saada hyökkääjä ymmärtämään kamppailun tarpeettomuus. Tämän filosofian myötä aikidotekniikat koostuvat tyypillisesti seuraavista elementeistä: 1) hyökkäykseltä suojautuminen mukautumalla siihen oman kehon liikkeellä, 2) hyökkääjän horjuttaminen samanaikaisesti ohjaamalla tämän hyökkäysvoima sopivaan suuntaan ja 3) tilanteen lopettaminen kohdistamalla horjutettuun hyökkääjään sidonta, nivellukko, kaato tai heitto. Aikidon filosofian puitteissa lajissa ei kilpailla, koska kilpailutilanteen katsotaan ruokkivan tarvetta uuteen kamppailuun.

Aikidoa harjoitellaan valkoisessa harjoituspuvussa, joka koostuu housuista, takista ja vyöstä, jolla takki sidotaan kiinni. Lisäksi kokeneemmat harjoittelijat käyttävät mustaa tai tummansinistä hakamaksi kutsuttua housuhametta. Lajissa käytetään taitotasoa ilmentäviä vyöarvoja, jotka jaetaan oppilas- ja opettaja-tasoihin. Harjoittelu tapahtuu yleensä kaatumisia pehmentävistä patjoista kootulla alueella (tatami).

3 Lyhyt kuvaus Aalto Aikikaista

Aalto Aikikai ry on v. 2002 perustettu Aalto-yliopiston ylioppilaskunnan alayhdistys, jonka perustoiminta koostuu aikidoharjoitusten järjestämisestä Helsingin seudun korkeakouluissa opiskeleville tai työskenteleville ihmisille. Ohjattuja viikkoharjoituksia on lukukausien aikana 3-4 ja kesäkuukausien aikana kaksi.

Seura ottaa aloittelijoita mukaan toimintaansa aina syys- ja kevätlukukausien alussa. Aloittelijat päästetään suoraan mukaan kahteen viikkoharjoitukseen, jotka ohjataan heidän taitotasonsa huomioiden. Noin kolmen kuukauden harjoittelemisen jälkeen heille annetaan lupa osallistua kaikkiin seuran harjoituksiin.

Aalto Aikikailla on kaksi opettaja-tasoista pääohjaajaa, joista allekirjoittanut on siis toinen. Ohjaamme kumpikin harjoituksia viikoittain. Toinen pääohjaaja on harjoitellut aikidoa yli 30 vuotta ja allekirjoittanut yli 20 vuotta. Pääohjaajien lisäksi harjoituksia ohjaavat kuukausittain seu-

ran kokeneimmat oppilas-tasoiset jäsenet, jotka ovat harjoitelleet aikidoa 3-5 vuotta.

4 Kuvaus aikidoharjoituksesta Aalto Aikikaissa

Aalto Aikikain yksittäinen aikidoharjoitus on pituudeltaan 1,5-2 h ja se voidaan tyypillisesti jakaa neljään osioon: 1) alkulämmittely, 2) lajikohtainen liikehdintäharjoittelu, 3) tekniikoiden pariharjoittelu ja 4) tekniikoiden kertaaminen ja loppulämmittely.

4.1 Alkulämmittely

Alkulämmittely kestää yleensä noin 10-15 minuuttia ja koostuu tyypillisesti seuraavista elementeistä:

1. Olkapää-reisi-hippa parin kanssa: yritetään kevyesti koskettaa omalla kädellä parin olkapäätä tai reittä ja välttää parin antamaa osumaa. Onnistuneesta osumasta kumpikin suorittaa viisi toistoa valitsemaansa lihaskuntoliikettä.
2. Mattopaini parin kanssa: pysytään polvillaan ja yritetään saada parin hartiat koskettamaan maata.
3. Liikkuminen tatamin päästä päähän erilaisilla etenemistyyleillä; esim. erilaisten eläinten liikkumista mukailevat tyyliä.
4. Hyppiminen paikallaan erilaisilla tyyleillä ja välissä lihaskuntoliikkeitä; intervallit n. 10-30 s.
5. Kehon niveliä ja lihaksia lämmittävät pyörittelyt ja venytykset varpaista niskaan.

Yllä olevan listan kohdista 1.-4. toteutetaan alkulämmittelyssä tyypillisesti yksi tai kaksi valittua. Tämän lisäksi kohta 5. sisältyy alkulämmittelyyn lähes poikkeuksetta jossain laajuudessa.

4.2 Lajikohtainen liikehdintäharjoittelu

Lajikohtainen liikehdintäharjoittelu kestää yleensä noin 5-10 minuuttia ja koostuu tyypillisesti seuraavista elementeistä:

1. Hallitun kaatumisen eli ukemin harjoittelu. Ukemeita on useita erilaisia, mutta yleensä keskitytään harjoitteluun neljää pa-

ritekniikoissa eniten esiintyvää muotoa. Ukemiharjoittelussa opettaminen on vaiheistettu siten, että aloittelijat harjoittelevat ensin ukemeissa esiintyviä rullauksia maassa istualtaan, sitten ukemeita harjoitellaan polven korkeudelta ja lopulta pystyasennosta.

2. Aikidotekniikoissa esiintyvien askelkuvioiden tai kehonliikkeiden harjoittelu; esim. hyökkäysten väistö-/sisäänmenoliikkeet.
3. Niiden hyökkäysliikkeiden harjoittelu, joihin aikidotekniikoita sovelletaan; esim. erilaiset lyönnit.

Yllä olevan listan kohdista 1. eli ukemiharjoittelu toteutetaan jokaisessa harjoituksessa. Kohdat 2. ja 3. ovat mukana tarvittaessa, esimerkiksi johdatuksena harjoituksessa myöhemmin harjoiteltaviin tekniikoihin.

4.3 Tekniikoiden pariharjoittelu

Tekniikoiden pariharjoittelu on harjoitusten pääosio, joka kestää tyypillisesti noin 45-80 minuuttia harjoitusten kokonaispituudesta riippuen. Kunkin pariharjoituksen alussa ohjaaja valitsee itselleen parin, kertoo tälle kuinka hyökätä ja demonstroi sitten seuraavaksi harjoiteltavaa puolustautumistekniikkaa parinsa hyökkäyksiin. Riippuen tekniikan tuttuudesta harjoittelijoille, ohjaaja näyttää siitä noin 4-10 toistoa ja selittää tärkeimmät tekniset yksityiskohdat. Ohjaaja usein myös ohjeistaa millaisella hyökkäysvoimalla sekä hyökkäys- ja puolustusnopeudella ja rytmillä hän haluaisi tekniikkaa harjoiteltavan. Jos käsillä oleva hyökkäysmuoto tai tekniikka on monelle harjoittelijalle vieras, on siinä käytettäviä kehonliikkeitä harjoiteltu jo yksin tai parin kanssa harjoitusten "lajikohtainen liikehdintä" -vaiheessa. On myös mahdollista, että tekniikkaa harjoitellaan osissa; esim. ensin harjoitellaan vain sisäänmenoa, sitten sisäänmenoa ja horjutusta ja lopulta koko tekniikkaa esim. heittoineen tai kaatoineen.

Tekniikoita harjoitellaan yleensä neljän toiston sarjoissa, joissa hyökkääjän ja puolustautujan roolit ovat kiinnitetyt. Neljän toiston jälkeen roolit vaihdetaan. Yhtä tekniikkaa harjoitellaan tyypillisesti noin 5-10 minuuttia. Yleensä ohjaaja kiertää harjoittelemassa jokaisen parin kanssa ja on muutaman toiston verran sekä hyökkääjän että puolustautujan roolissa kullekin harjoittelijalle. Tämän kokemuksen perusteella ohjaaja antaa tarvittaessa henkilökohtaisia neuvoja harjoittelijalle. Jos usealla harjoittelijalla toistuu sama virhe joko hyökkäysmuodossa tai tekniikassa, ohjaaja keskeyttää harjoittelun ja demonstroi ja selittää harjoitetta

lisää.

4.4 Tekniikoiden kertaaminen ja loppulämmittely

Harjoitusten lopussa on tapana kerrata läpikäytyjä tekniikoita vapaa-
muotoisesti noin 10-15 minuuttia. Esimerkiksi, jos on harjoiteltu samaan
hyökkäysmuotoon kolmea tekniikkaa, lopussa harjoitellaan siten, että
hyökkääjä hyökkää aina k.o. hyökkäysmuodolla ja puolustautuja saa ai-
na vapaasti tehdä jonkin noista kolmesta tekniikasta. Jos puolustautujan
roolissa oleva tuntee useampia tekniikoita k.o. hyökkäysmuotoon, voi hän
tehdä niitäkin vapaasti huomioiden kuitenkin hyökkääjän kyky vastaa-
nottaa tekniikka. Tekniikoiden kertaamisen jälkeen tehdään usein vielä
minuutin intervalleissa yleisimpiä lihaskuntoliikkeitä. Harjoitukset päät-
tää usein pieni palauttava hyppely ja hengitysharjoitusrutiini.

5 Riskianalyysi aikidoharjoituksesta Aalto Aikikaissa

Kuten johdannossa totesin, analyysini rajoittuu käsittelemään harjoituk-
sissa sattuvia akuutteja loukkaantumisia, jotka tapahtuvat harjoittelijoi-
den oman toiminnan seurauksena heidän suorittaessaan ohjattuja har-
joitteita. Tällaiset loukkaantumistilanteet voidaan jaotella kahteen kate-
goriaan. Ensimmäiseen kategoriaan kuuluvat tilanteet, joissa harjoitte-
lija loukkaa itseään ilman varsinaista vahinkotilannetta toisen harjoit-
telijan kanssa. Toiseen kategoriaan kuuluvat tilanteet, joissa harjoitte-
lija loukkaantuu harjoittelijoiden välisen vahinkotilanteen seurauksena.
Liitteessä olevaan taulukkoon 1 olen eritellyt näiden kahden kategorian
alle erilaisia loukkaantumistilanteita, joita tiedän sattuneen omissa aiki-
doseuroissani harjoittelu-urani aikana. Kunkin loukkaantumistilanteen
osalta olen merkinnyt taulukkoon arvioni niistä koituvien vammojen yleis-
syydestä seuraavan periaatteen mukaisesti. Vihreällä korostetut solut
vastaavat loukkaantumistilanne-vamma-kombinaatioita, joita tiedän ta-
pahtuneen Aalto Aikikain harjoituksissa nykymuotoisena viisi vuotta jat-
kuneen toiminnan aikana. Niissä olevat arviot vammojen yleisyydestä pe-
rustuvat omiin havaintoihini, joita olen tehnyt aktiivisen harjoitusläsnä-
oloni puitteissa (pääsääntöisesti olen osallistunut seuran kaikkiin viikko-
harjoituksiin nykymuotoisen toiminnan alusta asti). Harmaalla koroste-
tut solut viittaavat loukkaantumisiin, joita muistan harjoittelu-uraltani
Tenchikanista (v. 1993-2005) ja Seitokaista (v. 2006 lähtien), mutta jollai-

sia ei toistaiseksi ole sattunut Aalto Aikikain harjoituksissa. Tyhjät solut taulukossa viittaavat loukkaantumisiin, jollaisista en oman harjoittelurani puitteissa ole tietoinen, vaikka niitäkin varmasti eri seuroissa on tapahtunut. Krampit ja venähdykset olen eritellyt taulukossa “lieviin” ja “taukoa vaativiin”. “Lievä” viittaa tässä yhteydessä vammaan, joka ei estä harjoittelijaa jatkamasta harjoituksia esim. muutaman minuutin hoitotauon jälkeen. “Taukoa vaativa” viittaa puolestaan vammaan, joka pakottaa harjoittelijaa keskeyttämään harjoituksen ja/tai pitämään harjoittelutaukoa muutaman päivän ajan.

Käyn seuraavaksi tarkemmin läpi taulukkoon 1 eriteltyjä loukkaantumistilanteita ja niissä saatavia vammoja. Kunkin loukkaantumistilanteen osalta käsittelen myös niitä toimenpiteitä, joilla seurassa pyritään ennaltaehkäisemään k.o. loukkaantumistilanteen syntyminen.

6 Loukkaantuminen ilman harjoittelijoiden välistä vahinkotilannetta

6.1 Yleiset kehonliikkeet

Harjoitteissa yleisesti käytettävät kehonliikkeet aiheuttavat seuran jäsenistössä lähinnä lieviä kramppeja tai venähdyksiä muutamia kertoja kuukaudessa. Kramppeja esiintyy lähinnä jalkapohjissa ja pohkeissa esim. ponnistusliikkeiden ja staattisissa asennoissa pysymisen yhteydessä. Venähdyksiä tulee tyypillisesti selkään yläruumiin kehonkierroista, nivusiin jalkojen päällä tehdyistä painonsiirroista, nilkkoihin vinoon astumisesta ja polviin tilanteista, joissa tukijalka ei käänny kehon mukana ja polvi vääntyy. Osa venähdyksistä voi olla jopa niin lieviä, ettei harjoittelija keskeytä harjoitteluaan hetkeksikään, eivätkä muut välttämättä tule tietoiseksi hänen loukkaantumisestaan. Tämän takia taulukossa 1 oleviin arvioihin on syytä suhtautua varauksella. Arviolta noin keran vuodessa käy niin, että harjoittelijalta kramppaa tai venähtää paikka esim. heti alkulämmityssä sen verran voimakkaasti, että hän joutuu keskeyttämään harjoituksen. Kuitenkaan mitään vakavampia, useiden päivien tai viikkojen toipumisaikaa vaatineita kramppeja tai venähdyksiä en muista yhdenkään harjoittelijan saaneen yleisiä kehonliikkeitä tehdessään.

Yleisten kehonliikkeiden suorittamisesta koituvia loukkaantumisia py-

ritään ennaltaehkäisemään alkulämmittelyn kautta. Alkulämmittelyssä suoritettavien harjoitteiden on tarkoitus lämmittää kehon lihaksia ja niveliä loppuharjoitusta silmällä pitäen. Jos esim. tarkoituksena on tehdä potkuja, jalat lämmitellään ja venytellään erityisen huolellisesti. Alkulämmittelyssä käytettävät harjoitteet toteutetaan järjestyksessä, joka rassittaa kehoa nousujohteisesti. Tällä tavoin pyritään välttämään yllä kuvatun kaltaisten loukkaantumisten sattuminen itse alkulämmittelyssä. Usein alkulämmittely ja liikehdintäharjoittelu voidaan toteuttaa lomit-tain. Esimerkiksi erilaisten ukemien rullailu istuma-asennosta tai polvil-taan on hyvä tapa saada alkuhiki.

6.2 Epäonnistunut ukemi

Erilaisten ukemien tekeminen voi epäonnistua useilla eri tavoilla. Louk-kaantumisia aiheuttavia tilanteita ovat mm. seuraavat:

- varpaiden taittuminen/tärähdys varpasiin
- polven taittuminen/tärähdys polveen
- tärähdys takapuoleen/selkään
- sormien taittuminen/tärähdys sormiin tai kämmeneen
- ranteen taittuminen/tärähdys ranteeseen
- kyynärpään taittuminen/tärähdys kyynärpäähän
- tärähdys olkapäähän
- niskan taittuminen/tärähdys päähän

Epäonnistuneet ukemit aiheuttavat viikoittain mustelmia harjoittelijoille, etenkin aloittelijoille. Lieviä venähdyksiä sattuu muutamia kertoja kuukaudessa ja taukoa vaativia suunnilleen kerran vuodessa. Kerran seuran nykymuotoisen toiminnan aikana on eräs aloittelija murtanut so-lisluunsa epäonnistuneen ukemin seurauksena.

Epäonnistuneista ukemeista koituvia loukkaantumisia pyritään ennal-taehkäisemään ukemeiden vaiheittaisella ja runsaalla harjoittelulla. Uke-meiden harjoittelu alkaa istualtaan tehtävällä alkeisharjoitteella, jossa keho tekee osan useissa eri ukemeissa käytettävästä liikeradasta. Tämän myötä perusukemeita eteen- ja taaksepäin aletaan harjoitella pol-viltaan ja istuma-asennosta. Kun niiden tekeminen sujuu, aletaan uke-meita harjoitella seisoma-asennosta. Seisoma-asennosta ukemeita har-joiteltaessa aloittelijoille opetetaan, että he voivat halutessaan helpottaa

seisoma-asennosta lähtevän ukemin tekemistä hakeutumalla mihin tahansa suorituskorkeuteen seisoma- ja polvi-/istuma-asentojen välissä ennen ukemin varsinaista rullausvaihetta. Ukemeita harjoitellaan erikseen lähes jokaisessa harjoituksessa, jotta oikeaoppiset ukemit kehittyvät ajan myötä harjoittelijalle refleksinomaisiksi liikkeiksi.

6.3 Varpaiden taittuminen tatamipalojen väliin

Koska Aalto Aikikain harjoittelupaikoilla tatamialue ei ole kehystetty kiinteästi, on tatamipaloilla tapana liikkua hieman harjoitusten aikana. Tämän seurauksena tatamipalojen väliin voi syntyä muutamien milli- tai senttimetrien levyisiä rakoja, joihin harjoittelijan varvas voi lipsahtaa ja taittua esim. jalkaterän kääntyessä. Taittumisen seurauksena varvas voi esim. venähtää tai periaatteessa jopa murtua. Lieviä venähdyksiä sattuu lähes kuukausittain, mutta harjoittelutaukoja vaativia loukkaantumisia ei seuran nykymuotoisen toimintahistorian aikana ole käsittäkseni sattunut.

Kuvatun kaltaisia loukkaantumisia pyritään ennaltaehkäisemään toisaalta lämmitellessä varpaat alkulämmityssä ja toisaalta huolehtimalla itse kunkin harjoittelijan toimesta, että tatamipalojen väliin muodostuvat raot poistetaan heti havaittaessa ennen harjoitusten alkua ja niiden aikana. Rakojen havainnoinnissa ja poistamisessa päävastuu on ohjaajalla ja kokeneimmilla harjoittelijoilla.

6.4 Itsensä lyöminen puuaseella

Toisinaan miekka- tai keppiharjoitteita tehtäessä onnistuu harjoittelija kopauttamaan itseään omalla aseellaan esim. sääreen tai päähän. Muutamana kerran vuodessa tuloksena tällaisesta sattumuksesta voi olla mustelma tai kuhmu.

Miekan tai kepin kopautuksista tulevia loukkaantumisia pyritään ennaltaehkäisemään aseliikkeiden vaihteellisella ja toistuvalla harjoittelemisellä. Ohjaaja myös omalla esimerkillään ja sanoillaan rohkaisee harjoittelijoita tekemään liikeratoja ensin hitaasti ja nostamaan vauhtia vasta sitä myöten, kun liikeradat sujuvat oikein.

7 Loukkaantuminen harjoittelijoiden välisessä vahinkotilanteessa

7.1 Loukkaantuminen harjoitusparin sisäisessä vahinkotilanteessa

Kuten taulukosta 1 nähdään, pariharjoitteita harjoiteltaessa voi syntyä useita erilaisia vahinkotilanteita parin välisen vuorovaikutuksen seurauksena. Potkuihin ja lukkoihin liittyviä vahinkotilanteita voi käytännössä syntyä vain aikidotekniikoita harjoiteltaessa. Sen sijaan muita taulukoon 1 listattuja vahinkotilanteita voi syntyä sekä alkulämmittelyn hippa- ja painipeleissä että aikidotekniikoita harjoiteltaessa. Seuraava lista erittelee tarkemmin taulukossa 1 esitettyjä vahinkotilanteita.

1. Olkapää-reisi-hipassa parinsa olkapäähän osumaa hakeva harjoittelija lyö tätä vahingossa kasvoihin.
2. Aikidotekniikoita harjoiteltaessa hyökkääjän lyönti/potku osuu esim. puolustautujan vatsaan tai päähän esim. hyökkääjän huonon kontrollin ja/tai puolustautujan epäonnistuneen väistö- tai torjuntaliikkeen seurauksena.
3. Osana aikidotekniikkaa käytettävä puolustautujan hämärslyönti osuu hyökkääjää esim. vatsaan tai päähän esim. puolustautujan huonon kontrollin ja/tai liian hitaasti lyöntiin reagoivan hyökkääjän takia.
4. Hyökkääjän ja puolustautujan ranneluut kolahtavat yhteen puolustautujan torjuessa hyökkääjän lyöntiä virheellisellä torjuntaliikkeellä.
5. Hyökkääjän sormet, ranne tai varpaat vääntyvät lyönnin/potkun osuessa.
6. Puolustautujan sormet tai ranne vääntyvät lyöntiä/potkua torjuttaessa.
7. Hyökkääjän ja puolustautujan varpaat/polvet/olkapäät/päät osuvat yhteen hyökkäyksen vastaanotossa tai horjutuksessa.
8. Hyökkääjän kehoon tai raajaan tulee vääntö/yliojennus/nykäisy/impakti puolustautujan tekemässä äkillisessä horjutusliikkeessä tai sitä seuraavassa hyökkääjän kaatumisessa.

9. Hyökkääjän kehoon tulee vääntö/yliojennus/ impakti hänen tullessaan huonosti alas äkillisestä heitosta.
10. Puolustautujan kehoon tulee vääntö/yliojennus/impakti hänen heittäessään tai kaatuessaan heiton jälkeen.
11. Hyökkääjän raajaan tulee vääntö/yliojennus puolustatujan tekemässä äkillisessä lukossa.

Yllä olevassa listassa esiteltyjä vahinkotilanteita sattuu harjoituksissa viikoittain, mutta pääsääntöisesti niistä ei koidu loukkaantumisia. Mustelmia harjoittelijoille tulee viikoittain. Eniten niitä aiheuttavat listan 4. kohdassa mainitut ranteiden kolahtelut. Lieviä venähdyksiä ja haavoja tulee noin kerran kuukaudessa. Haavat syntyvät pääasiassa siten, että harjoittelijalla on liian pitkät varpaankynnet, jotka viiltävät pienen haavan tämän harjoituspariin jossain vaiheessa pariharjoitetta. Vastaavasti, mutta harvemmin, harjoittelijan liian pitkät sormenkynnet voivat naarmuttaa tämän paria. Kuhmuja ja taukoa vaativia venähdyksiä tulee noin kerran vuodessa. Lisäksi pari kertaa seuran nykymuotoisen toiminnan aikana on kasvoihin osunut lyönti on osunut silmän alueelle aiheuttaen mustan silmän tai silmän vuotamista. Kuten taulukosta 1 nähdään, harjoitusparin kesken sattuvat vahinkotilanteet voivat aiheuttaa myös vakavampia loukkaantumisia kuten aivotärähdyksiä ja luunmurtumia. Tällaisilta on kuitenkin Aalto Aikikaissa toistaiseksi säästyty.

Suhteutettuna alkulämmittelyssä käytettävien hippa- ja painipelien keston harjoitusten pituudesta, sattuu niissä loukkaantumisia useammin kuin varsinaisessa tekniikoiden pariharjoittelussa. Tähän on useita eri syitä. Aikidotekniikoita harjoiteltaessa sekä hyökkääjällä että puolustautujalla on yleensä tarkka käsitys toisen tuloillaan olevasta liikkeestä. Hippa- ja painipeleissä näin ei ole, mikä lisää vahinkotilanteiden sattumistodennäköisyyttä. Etenkin aloittelijoilla on tapana innostua/stressaantua pelitilanteesta liikaa, mikä yhdistettynä heidän mahdollisesti heikkoon kehonhallintaan tekee heistä alttiimpia loukkaantumisille. Lisäksi, koska hippa- ja painipelit ovat osa alkulämmittelyä, ei harjoittelijoiden keho ole välttämättä ennättänyt lämmitä kunnolla, mikä myös edesauttaa loukkaantumisten sattumista pelien yhteydessä. Toisaalta liian pitkäksi jääneet varpaan- tai sormenkynnet tai harjoittelijan päälle unohtuneet korut aiheuttavat suurimman riskin juuri näitä pelejä pelatessa. Mitä pidemmälle harjoitukset pääsevät etenemään, sitä suuremmalla todennäköisyydellä harjoittelija itse tai joku muu havaitsee tämän

kynsien olevan liian pitkät tai esim. korviin jääneet korvakorut. Silloin kynnet leikataan ja korut poistetaan välittömästi. Harjoittelijat on ohjeistettu pitämään kyntensä lyhyinä ja poistamaan kaikki korunsa harjoitusten ajaksi.

Hippa ja paini ovat kumpikin pidettyjä ja tehokkaita lämmittelymuotoja, jotka tarjoavat suhteellisen turvallisen viitekehyksen tutustua kamppailutilanteessa olemiseen sekä esim. etäisyyteen, ajoitukseen ja horjuttamiseen liittyvien ilmiöiden havainnointiin ja harjoitteluun. Niissä saa hyvän temmon ja hien päälle ilman varsinaista lajiosaamista, mikä myös on suotuisaa alkulämmittelyn kannalta. Näiden syiden takia pelit on pidetty harjoitusrutiineissa, vaikka niissä piileekin loukkaantumisriski. Riskin minimoimiseksi onkin keskitytty siihen, että ohjaaja selostaa ja demonstroi pelien luonnetta aina silloin, kun harjoituksissa on aloittelijoita tai kun ohjaaja havainnoi jonkin parin vauhdin tai kontaktin nousevan liian kovalle tasolle. Tarkoitus on nimenomaan pitää pelien intensiteetti rentoon lämmittelyyn sopivana; pyrkimys ei ole voittaa toista liian ahneesti. Ohjaajan ohella myös harjoitteluparin kokeneemman osapuolen odotetaan omalla esimerkillään ja ohjeituksellaan huolehtivan siitä, ettei tekemisen intensiteetti nouse liikaa.

Yleisesti, kaikkia yllä kuvattuja loukkaantumistilanteita pyritään ennaltaehkäisemään harjoittelemalla keskittyneesti ja omat ja parin taidot huomioiden. Nyrkkisääntö on se, että hyökkääjä tekee hyökkäyksen niin hyvällä kontrollilla, että vaikka puolustautujan vastaanotto epäonnistuisi, loukkaantumista ei pääse tapahtumaan. Toisaalta puolustautujan tehtävänä on pitää huoli siitä, ettei hyökkääjä loukkaannu vastaanottaessaan tekniikkaa. Lähtökohtaisesti kokemattomamman osapuolen kyvyt määrittävät sen intensiteetin, jolla tekniikkaa harjoitellaan. Kontrollitua ja maltillista harjoittelemista edesauttaa se, että ohjaaja selittää harjoitteiden ydinasiat sekä esimerkillään ja sanoillaan usein määrittää, millaisella hyökkäysvoimalla, nopeudella ja rytmillä harjoitteita tulisi suorittaa. Kuten myös harjoitusten eri vaiheiden kuvauksessani mainitsin, tekniikassa esiintyviä kehonliikkeitä (sekä hyökkääjän että puolustautujan) voidaan harjoitella tarvittaessa yksin ennen pariharjoittelua ja tekniikoita voidaan harjoitella tarvittaessa osissa. Heittotekniikoita harjoiteltaessa ohjaaja voi kehottaa harjoittelijoita ottamaan itselleen samankokoisen parin, vaikka parit yleensä muodostetaankin vapaasti. Vastaavasti, jos harjoiteltavana on monelle harjoittelijalle vieras tekniikka, ohjaaja voi kehottaa kokeneita harjoittelijoita ottamaan parikseen ko-

kemattomampia. Lisäksi ohjaaja kiertää harjoittelemassa tekniikoita jokaisen harjoittelijan kanssa ja antaa heille henkilökohtaista palautetta. Kaikki nämä toimenpiteet auttavat vähentämään erilaisten vahinkotilanteiden syntymistä ja toisaalta minimoimaan niistä syntyvien vammojen vakavuutta.

8 Loukkaantuminen muussa harjoittelijoiden välisessä vahinkotilanteessa

Harjoitusparin sisäisten vahinkotilanteiden lisäksi vahinkotilanteita kahden harjoittelijan välille voi syntyä myös heidän harjoittellessaan periaatteessa erillään. Tällaisia tapauksia ovat muun muassa seuraavat:

1. Harjoittelijat osuvat toisiinsa esim. ukemeita harjoiteltaessa.
2. Eri harjoituspareihin liittyvät harjoittelijat osuvat toisiinsa pariharjoitetta suorittaessaan.
3. Harjoittelijan puumiekka tai -keppi osuu toiseen harjoitteliijaan yksin tehtävässä aseharjoitteessa.
4. Harjoittelijan puumiekka tai -keppi osuu toiseen harjoituspariin kuuluvaan harjoitteliijaan asetekniikoita pareittain harjoiteltaessa.

Kohdissa 1 ja 2 mainittuja vahinkotilanteita sattuu lähes viikoittain, mutta yleensä niin pienillä kontakteilla, ettei niistä synny mitään loukkaantumisia. Arviolta muutaman kerran vuodessa harjoittelijoiden yhteen törmäys johtaa esim. mustelman, pienen haavan tai lievän venähdyksen saamiseen. Muistaakseni noin kerran kuluneen viiden vuoden aikana joku harjoittelija on saanut törmäyksen seurauksena kuhmun tai taukoa vaativan venähdyksen. Kohdissa 3 ja 4 mainittuja vahinkotilanteita on sattunut arviolta pari kertaa kuluneen viiden vuoden aikana, mutta niistä ei ole koitunut loukkaantumisia.

Yllä kuvattuja loukkaantumistilanteita pyritään ennaltaehkäisemään toisaalta huomioimalla tilarajoitukset harjoitteiden toteutuksessa ja toisaalta noudattamalla yleistä varovaisuutta ja havainnoimalla ympäristöä harjoitteita tehtäessä. Esimerkiksi, kun ukemeita harjoitellaan harjoitusparin "lajikohtainen liikehdintä" -osuudessa, ohjaaja ohjeistaa harjoittelijoita tekemään ukemeita tatamin päästä päähän kahdessa jonossa, etäisyydet harjoituskumppaneihin huomioiden. Vastaavasti, jos tilaa on niukasti tekniikoiden pariharjoittelua silmällä pitäen, saatetaan niitä tarvit-

taessa harjoitella kolmen tai useamman harjoittelijan ryhmissä. Aseilla harjoiteltaessa kullekin harjoittelijalle ja harjoitusparille varataan enemmän tilaa ympärille kuin aseettomia harjoitteita tehtäessä.

9 Loukkaantumisten hoitaminen

Seuralla on harjoitussalilla ensiapulaukku, jossa on kylmäpusseja, sidetarpeita, laastareita, desinfiointiainetta ja kynsisakset. Nämä tarpeet ovat riittäviä yleisimpien vammojen ensiapuun: Haavat voidaan puhdistaa, laastaroida ja teipata; venähdyksille ja iskukohdille voidaan suorittaa kylmä-kompressio-kohoasento-ensiapu ja venähtänyt sormi tai varvas voidaan teiptata. Kramppien tapauksessa voi harjoituskaveri tarvittaessa auttaa lihaksen venyttämässä. Jos vamma estää normaalin liikumisen, harjoittelija saatetaan tarvittaessa kotiin/bussipysäkille tai paikalle voidaan soittaa taksi tai ambulanssi. Suomen aikidoliitto tarjoaa jäsenseurojensa jäsenille erityistä aikidovakuutusta, jonka ottamista Aalto Aikikai suosittelee jäsenilleen. Sen turvin voi mennä esim. suoraan taksilla lähimpään sairaalaan.

10 Yleiset huomiot ja johtopäätökset

Koska aikido on itsepuolustuslaji, on selvää, että sen harjoitteluun lähtökohtaisesti kuuluu loukkaantumisriskeille altistuminen. Esseessä kuvatut, erilaisia vahinkotilanteita ennaltaehkäisevät toimenpiteet pitävät harjoittelun Aalto Aikikaissa kuitenkin mielestäni hyväksyttävällä loukkaantumisriskitasolla aikidon lajiluonne huomioiden. Loukkantumisten yleisyys ja vakavuus Aalto Aikikaissa ei ratkaisevasti poikkea havainnoistani liittyen Tenchikaniin ja Seitokaihin. Esimerkiksi taulukossa 1 vihreällä olevat solut voisivat mielestäni Aalto Aikikain sijaan käytännössä ihan yhtä hyvin edustaa Tenchikanissa tai Seitokaissa sattuvia loukkaantumisia, seurojen jäsenmäärät huomioiden. Tätä varmasti selittää se, että Aalto Aikikain harjoittelukulttuuri muistuttaa paljon Tenchikanin ja Seitokain harjoittelukulttuuria. Tähän syynä on oma harjoitteluhistoriani k.o. seuroissa sekä se tosiasia, että Aalto Aikikain toinen pääohjaaja on myös yksi Seitokain pääohjaajista. Koska Tenchikan ja Seitokai ovat kumpikin yli 30 vuotta vanhoja aikidoseuroja, arvioisin niiden harjoituskulttuurin heijastavan kokemusta loukkaantumisriskien

tunnistamisesta ja ennaltaehkäisemisestä. Siinä mielessä äsken esittämäni toteamus taulukko 1:een liittyen osoittaa, että Aalto Aikikaissa huomioidaan harjoitteluturvallisuutta kaiken kaikkiaan hyvin.

Merkittävimmät erot loukkaantumisriskien osalta verratessani Aalto Aikikaita Tenchikaniin ja Seitokaihin ovat seuraavat.

1. Aalto Aikikain harjoitussaleilla tatamialue on harjoittelijoiden lukumäärään nähden huomattavasti pienempi kuin Tenchikanin ja Seitokain harjoitussaleilla. Aalto Aikikain kahdella eri harjoitussalilla tatamialueet ovat n. 57 m² ja n. 80 m² ja ihmisiä harjoituksissa tyypillisesti n. 10-15. Seitokain harjoitussalilla tatamialue on kooltaan yli kaksinkertainen Aalto Aikikain saleihin verrattuna, vaikka ihmisten määrä harjoituksissa on tyypillisesti n. 10-20. Myös Tenchikanissa muistan tilaa olleen harjoittelijaa kohden enemmän kuin Aalto Aikikaissa. Tilanpuutteen myötä harjoittelijoiden välisiä törmäystilanteita sattuukin Aalto Aikikain harjoituksissa kokemukseksi mukaan enemmän kuin Tenchikanissa ja Seitokaissa. Tilanpuutteen asettamia turvallisuushaasteita pyritään kuitenkin jatkuvasti huomioimaan Aalto Aikikain harjoituksissa. Tästä esimerkki on pariharjoitteiden muuttaminen tarvittaessa useamman hengen ryhmäharjoitteiksi.
2. Siinä missä Tenchikanin ja Seitokain harjoitussaleilla tatamit ovat kiinteiden raamien sisällä, Aalto Aikikailla näin ei ole. Tämän takia Aalto Aikikaissa tapahtuu enemmän varpaiden taittumista tatamipalojen väliin. Valitettavasti seuran harjoitussalit ovat luonteeltaan sellaisia, että kiinteiden raamien hankkiminen vaikuttaa haastavalta ajatukselta. Sen takia jatkossakin on tärkeää pitää kiinni siitä kulttuurista, että raot tatamien välissä poistetaan välittömästi ne havaitessa.
3. Aalto Aikikaissa suurin osa harjoittelijoista on nuoria (20-30 v.) miehiä, kun taas Tenchikanissa ja Seitokaissa harrastajaryhmä on heterogeenisempi sukupuoli- ja ikäjakaumaltaan. Aalto Aikikain nuorten miesjäsenten tietynlainen rämäpäisyys lisää kokemukseni mukaan etenkin pariharjoittelussa esiintyvien vahinkotilanteiden yleisyyttä Aalto Aikikaissa Tenchikaniin ja Seitokaihin verrattuna. Esimerkki rämäpäisyyteen liittyvästä vahinkotilanteesta on, että puolustautujan roolissa oleva yrittää "runtata" tekniikan läpi väkisin voimalla taidon puutteessa. Kuten edellä olen esitellyt, tämäntyypp-

pisten tilanteiden kitkemiseen ohjaajan arsenaalissa on mm. tekniikoiden toimintaperiaatteiden selkeä selittäminen, tekniikoiden harjoittaminen vaiheittain sekä se, että ohjaaja harjoittelee kutakin tekniikkaa jokaisen paikalla olevan harjoittelijan kanssa ja antaa henkilökohtaista palautetta.

4. Kokemukseni perusteella Aalto Aikikain harjoituksissa sattuu TENCHIKANIA ja SEITOKAITA enemmän tilanteita, että harjoittelijan pitkät varpaankynnet viiltävät haavan harjoitusparin jalkaterään. Tämä viittaa Aalto Aikikain jäsenten hajamielisyyteen varpaankynsien lyhyenä pitämisen osalta ja toisaalta asian valvomisen kannalta. Tämän puutteen osalta jokaisen Aalto Aikikain jäsenten tulisi parantaa käytöstään.
5. Aalto Aikikaissa, TENCHIKANISSA ja SEITOKAISSA on kaikissa kokemukseni mukaan hieman erilaiset harjoitusten loppurutiinit. Siinä missä seuroille on yhteistä se, että harjoitusten lopussa pyritään kertaamaan harjoitteluja tekniikoita vapaamutoisesti, Aalto Aikikaissa sitä seuraa miltei poikkeuksetta intensiivinen lihaskuntoliikesessio. TENCHIKANISSA puolestaan saatettiin tehdä jonkin verran lihaskuntoliikkeitä, mutta usein myös palauttavia venytyksiä. SEITOKAISSA ei usein tehdä lihaskuntoliikkeitä eikä venyttelyjä vaan joko jatketaan loppuun asti tekniikoiden vapaamuotoista kertaamista tai tehdään polviltaan hengitystä ja kehon keskustan käyttöä harjoittavaa liikettä parin kanssa. Kehon palautumisen ja sitä kautta vammojen ennaltaehkäisemisen kannalta olisi hyvä, jos Aalto Aikikaissakin tehtäisiin lihaskuntoliikkeiden ohella myös palauttavia venytysliikkeitä. Toisaalta kehon keskustan voimankäytön aktiivisempi harjoittelu voisi opettaa harjoittelijoita pois vääränlaisesta voimankäytöstä erilaisia tekniikoita suoritettaessa, mikä voisi vähentää harjoittelijoiden loukkaantumisriskiä.

11 Yhteenveto

Suoritin tässä esseessä riskianalyysin ohjatuista aikidoharjoituksista aikidoseura Aalto Aikikai ry:ssä, jossa toimin toisena pääohjaajana. Rajoitin analyysini käsittelemään akuutteja loukkaantumisia, jotka tapahtuvat ohjattuja harjoitteita suoritettaessa harjoittelijoiden oman toiminnan seurauksena. Analyysiäni taustoittaakseni esittelin lyhyesti aikidoa

itsepuolustuslajina, kerroin Aalto Aikikain taustasta ja kuvasin millainen seuran ohjattujen harjoitusten rakenne tyypillisesti on. Analyysissäni erittelin erilaisia loukkaantumistilanteita riippuen esim. siitä, tapahtuvatko ne ilman kahden harjoittelijan välistä vuorovaikutusta vai sen myötä. Lisäksi arvioin erilaisista loukkaantumistilanteista koituvien vammojen vakavuutta ja yleisyyttä. Esittelin myös toimenpiteitä, joilla seurassa pyritään ennaltaehkäisemään vahinkotilanteiden syntymistä tai minimoimaan niistä koituvien vammojen vakavuutta. Vertaamalla Aalto Aikikain harjoituksissa sattuvien vahinkotilanteiden yleisyyttä ja vakavuutta useiden vuosien harjoittelukokemuksiini kahdesta muusta aikidoseurasta, totesin Aalto Aikikaissa toteuttavien turvallisuustoimenpiteiden pitävän harjoittelemisen hyväksyttävällä loukkaantumisriskitasolla aikidon lajiluonne huomioiden. Tarpeellisia ja toisaalta helposti toteutettavia parannuksia harjoitusten turvallisuuteen ovat parempi kontrolli harjoittelijoiden varpaankynsien pituudesta sekä palauttavien venyttelyjen lisääminen harjoitusten loppurutiineihin.

Kirjallisuutta

- [1] Aalto Aikikai ry:n viralliset web-sivut: www.aaltoaikikai.ayy.fi
- [2] Tenchikan ry:n viralliset web-sivut: www.tenchikan.fi
- [3] Seitokai ry:n viralliset web-sivut: www.seitokai-aikido.fi
- [4] Petteri Silenius: Aikido - harmonisen voiman tie, 2. painos, WSOY, 2005.

Taulukko 1. Loukkaantumistilannekategoriat, niihin kuuluvia loukkaantumistilanteita ja arviot tilanteista saatavien vammojen yleisyydestä

LIITE
Taulukko 1. Loukkaantumistilannekategoriat, niihin kuuluvia loukkaantumistilanteita ja arviot tilanteista saatavien vammojen yleisyydest

Loukkaantumistilannekategoria	Loukkaantumistilanne	Arvio loukkaantumistilanteesta saatavan vamman yleisyydestä seuran koko jäsenistössä											
		mustelma	kuhmu	kramppi	haava	venähdyks	revähdyks	silmävamma	(lievä) aivotärähdyks	välilevy-pullistuma	murtuma		
Loukkaantuminen ilman harjoittelijoiden välistä vahinkotilannetta	Vleiset kehonliikkeet: -ponnistusliikkeet -kehonkierrot -painonsiirrot paikallaan -staattisessa kehonasennossa pysyminen -alastulo askeleesta tai hypystä Epäonnistunut ukemi	viikoittain		lievä: -5 krt/v taukoa vaativa: -1 krt/ 5 v		lievä: -2 krt/kk taukoa vaativa: -1 krt/v							
	Varpaiden taittuminen tatami-palojen välillä					lievä: -2 krt/kk taukoa vaativa: -1 krt/v							1 krt/5 v
Loukkaantuminen harjoittelijoiden välisessä vahinkotilanteessa	Itsensä lyöminen puuaseella	-1 krt/v	-1 krt/5v										
	Loukkaantuminen harjoitusparin sisäisessä vahinkotilanteessa: -lyönnin/potkun osuminen -yhteentörmäys -äkillinen horjutusliike -äkillinen heitto -äkillinen lukko -epäonnistunut heitto	viikoittain	-1 krt/v		-1krt/ 2 kk	lievä: -1 krt/kk taukoa vaativa: -1 krt/v		3 krt/ 15 v	-2krt/ 5 v	2 krt/15 v	2 krt/15 v		2 krt/15 v
	Loukkaantuminen muussa harjoittelijoiden välisessä vahinkotilanteessa: - yhteentörmäys ukemia tehtäessä - eri harjoitusparien väliset törmäykset	-1 krt/v	-1 krt/5 v		-1krt/ 5 v	lievä: -1 krt/v taukoa vaativa: -1 krt/5v							

Kuolemaan johtanut työtapaturma kartonkitehtaalla 18.9.1982

Antti Aikala

Tässä onnettomuusanalyysissä käydään läpi tapahtunut onnettomuus ja sen käsittely oikeusistuimissa korkeimman oikeuden ennakkopäätöksen KKO:1986-II-116 pohjalta [1]. Lisäksi tarkastellaan mahdollisuutta estää onnettomuus noudattamalla kurssilla Systeeminen turvallisuuden suunnittelu ja johtaminen esitettyjä turvallisuusjohtamisen periaatteita.

Tarkastelussa huomioidaan, ettei oikeudessa syyllisiksi todetuilla johtajilla ollut minkäänlaista ennakkoaavistusta kyseisen onnettomuuden mahdollisuudesta, eli tarkastellaan, olisiko tämä onnettomuus voitu todennäköisesti estää turvallisuusjohtamisen periaatteita noudattamalla, vaikkei onnettomuuden riskistä oltu edes tietoisia.

1 Onnettomuuden kuvaus

Tampella Oy:n flutingkartonkitehtaan seisokissa tehtaan työntekijä Rissanen oli laskeutunut narutikkailla 3,8 metrin syvyiseen jauhatuskyyppiin puhdistukseen sen jäljelle jääneestä massasta, jota oli kyyppin pohjalla noin 15 cm kerroksena. Kyyppin pohjalle päästyään Rissanen oli menettänyt tajuntansa, jolloin kyyppin päälle jäänyt työtoveri Immonen ymmärsi tilanteen vaarallisuuden ja lähti hakemaan apua muilta työntekijöiltä sekä hakemaan ilmaletkua puhtaan ilman syöttämiseksi kyyppiin. Palatessaan ilmaletkujen kanssa kyyppille, sinne oli jo laskeutunut Rissasta auttamaan Pitkänen, joka putosi tajuttomana kyyppin pohjalle noin metrin korkeudelta.

Tämän jälkeen kyyppin päällä olleet työntekijät syöttivät letkuilla ilmaa kyyppiin ja paikalle hälytetyt palomiehet saivat Rissasen ja Pitkäsen

pois kyypistä noin puolen tunnin kuluttua siitä, kun nämä olivat jääneet kyypin pohjalle. Rissanen kuoli samana iltana sairaalassa tajuihinsa tulematta. Ruumiinavauspöytäkirjan mukaan Rissasen välitön kuolinsyy oli ollut tuntemattoman kaasun ja hapenpuutteen aiheuttama tukehtuminen. Auttamaan mennyt Pitkänen oli kaksi vuorokautta tajuttomana ja yhteensä hoidettavana 10 vuorokautta sairaalassa, hänelle jäi haitta-asteeltaan korkeintaan 25 prosenttia oleva lievän aivovamman jälkitila, joka ilmeni päänsärkynä ja muistisuoritusten lievänä heikentymisenä. Lääkärilausunnon mukaan hänen vammansa oli aiheutunut tukehtumisesta, johon oli liittynyt hengenvaara.

2 Asian käsittely eri oikeusasteissa

Asiaa käsiteltiin ensin raastuvanoikeudessa, sitten hovioikeudessa ja lopulta ennakkotapauksena korkeimmassa oikeudessa. Jokaisessa oikeusasteessa katsottiin tehtaan teknillisen johtajan sekä tehtaan käyttöpäällikön olleen syyllisiä onnettomuuteen, koska heidän olisi koulutuksensa ja ammattikokemuksensa perusteella pitänyt ymmärtää suoritetun työn vaarallisuus, huolehtia työturvallisuusmääräysten antamisesta ja niiden noudattamisen valvonnasta ja muista turvatoimista. Näiden laiminlyöntien takia heidät tuomittiin työturvallisuuslain säännösten rikkomisesta sekä kuoleman ja ruumiinvamman tuottamuksesta. Lopullisessa korkeimman oikeuden tuomiossa kummatkin johtajat tuomittiin 40:en päiväsakkoon sekä korvaamaan valtiolle ja asianomistajille oikeudenkäyntikuluja.

Korkeimman oikeuden päätöksestä selviää, että tehtaalla oli aiemmin siirrytty suljettuun kiertovesijärjestelmään, mikä tunnetusti aiheuttaa bakteeripitoisuuden lisääntymistä, mikä edelleen aiheuttaa hapen puutetta ja hapenpuute aiheuttaa rikkivedyn muodostumista. Korkeimman oikeuden mukaan teknillisen johtajan ja käyttöpäällikön olisi pitänyt ymmärtää tämä ja mittauksin varmistaa, että prosessimenetelmän muutos ei vaikuta luonteensa puolesta jo sinänsä vaarallisen säiliötyöskentelyn turvallisuuteen.

Teknillisen johtajan olisi siis pitänyt ymmärtää rikkivedyn, hiilidioksidin ja happikadon mahdollisuus massakyypeissä nykyisillä työtavoilla ja huomata, että annetuissa työsuojelumääräyksissä ei tätä ollut otettu huomioon riittävän selvästi. Käyttöpäällikön olisi taas tullut laatia antamansa työturvallisuusmääräykset niin, että nämä vaaratekijät olisi niis-

sä huomioitu.

Tehtaan kaksi johtajaa, teknillinen johtaja Ek ja käyttöpäällikkö Hietanen tuomittiin siis siitä huolimatta, että tehtaalla tapahtunutta onnettomuutta oli pidetty ennalta arvaamattomana, johon ei mitenkään ollut osattu varautua – tehtaalla oli tämä rutiiniluonteisena pidetty tyhjennys tehty samalla tavalla jo 20 vuoden ajan, eikä mitään ongelmia ollut aiemmin esiintynyt. Oikeus siis katsoi, ettei tietämättömyys riskeistä ole riittävä peruste vapautua rikosoikeudellisesta vastuusta onnettomuuden tapahtuessa. Edelleen se, ettei työturvallisuusviranomaisilla ollut työtapaan huomauttamista ei vähentänyt johtajien vastuuta työturvallisuudesta. Eli johtajien tulee virkansa ja koulutustaustansa perusteella aktiivisesti selvittää mahdollisia riskikohteita ja mahdollisuuksien mukaan ennalta ehkäistä vakavat onnettomuudet.

Oikeuden päätöksessä mainitaan lisäksi tehtaan suojelupäällikön Gröndahlin vuonna 1980 antama tehtaan yleisohje työturvallisuudesta sekä työskentelystä kyypeissä: “Gröndahlin vuonna 1980 antamat yleiset työturvallisuusohjeet huomioon ottaen Ekin ja Hietasen olisi aikaisempien vastaavanlaisten onnettomuuksien sattumatta jäämisestä ja kyypien puhdistustyön rutiiniluontoisuudesta huolimatta tullut huolehtia siitä, että heidän alaisilleen olisi annettu työturvallisuuden edellyttämät riittävät ohjeet sekä opetus ja ohjaus kyypityöskentelyyn.”

Oikeuden päätöksestä ei valitettavasti selviä tarkalleen, mitä tuossa Gröndahlin yleisohjeessa sanotaan, mutta yllä olevan lainauksen perusteella korkein oikeus ilmeisesti katsoi, että Gröndahlin yleisohjeen tarkka huomioiminen olisi voinut ehkäistä tai lieventää nyt aiheutunutta vahinkoa.

Systeeminen turvallisuuden suunnittelu ja johtaminen-kurssilla esitettyjen turvallisuusjohtamisen periaatteiden soveltaminen tässä tapauksessa

Pyrin tässä tarkastelemaan, olisi onnettomuus ollut todennäköisesti esitettävissä, ottaen huomioon sen, että onnettomuuteen johtanutta työtehtävää sen toteutuneella tekotavalla pidettiin tehtaalla aivan turvallisena. Tarkastelen tässä erilaisia turvallisuusperiaatteita ja niiden soveltumista siis tämän onnettomuuden ehkäisyyn.

3 The bow-tie model of accidents

Bow-tie model of accident-periaatteen mukaan pyritään minimoimaan onnettomuuden synty vähentämällä esimerkiksi erilaisten järjestelmien, kuten teknisten suojausmekanismien ja ohjeistuksen avulla onnettomuusrisiä ja jos onnettomuus kuitenkin tapahtuu, niin pyritään toisten järjestelmien avulla vähentämään onnettomuudesta aiheutuneita vahinkoja. Onnettomuutena voidaan tässä pitää ihmisen kulkeutuminen vahingossa säiliöön, missä hengittäminen on vaarallista hapenpuutteen ja/tai myrkyllisten kaasujen takia. *Bow*-osa, tapahtumariskin minimointi, pienentää todennäköisyyttä joutua vahingossa vaaralliseen tilaan. *Tie*-osan, tapahtuman vaikutusten minimointi, pyritään rajaamaan onnettomuuden haitat niin pieniksi kuin mahdollista.

Voidaan ajatella, että etukäteen turvallisiksi ajatellussa toiminnossa ei tällä metodologialla ole paljoa käyttöä. Toisaalta yleisen turvallisuuden parantamiseksi olisi riskien vähentämistoimenpiteenä (Bow) voitu käydä koko henkilöstön kanssa osastoittain turvallisuusohjeet huolellisesti läpi ja turvallisuusohjeiden valvonta olisi voinut yleisen riskien minimoinnin kannalta olla huolellisempaa. Oikeuden päätöksen perusteella tämä olisi vähentänyt onnettomuusrisiä merkittävästi.

Vastaavasti yleisenä osaston onnettomuuden vaikutuksen minimointitoimenpiteenä (Tie) olisi kaikilla työntekijöillä voinut olla käytössä esimerkiksi radiopuhelimet. Näin onnettomuustilanteessa kyypin päälle jäänyt työtoveri Immonen, joka ymmärsi tilanteen vaarallisuuden hengitysilman kannalta, olisi voinut informoida radiopuhelimella heti muita työntekijöitä. Näin oltaisiin todennäköisesti välttytty ainakin ylimääräiseltä vammautumiselta varsinaisen onnettomuustapahtuman jälkeen. Edelleen nyt menehtynyt työntekijä olisi näin voinut saada avun nopeammin ja selvittää onnettomuudesta.

4 High reliability vs. Normal accidents theory

Korkean luotettavuuden teoria tähtää toimenpiteisiin, joiden päämääränä estää vakavien onnettomuuksien syntyminen (lähes) kokonaan. Tälle on esitetty vastakohtana tavanomaisten onnettomuuksien teoriaa ("Normal accidents theory"), missä onnettomuudet hyväksytään ikään kuin väistämättöminä "oheisvahinkoina" taloudellisen tuottavuuden kylkiäisinä, joita vain nyt tapahtuu silloin tällöin, erityisesti kompleksisissa sys-

teemeissä.

Korkean luotettavuuden tunnusmerkistöinä pidetään:

- Hyvin suunniteltu organisaatio
- Turvallisuus organisaation primaarinen tavoitteena
- Redundanttisuus edistää turvallisuutta
- Hajautettu päätöksenteko tuo riipeyttä ja joustavuutta yllätyksellisissä tilanteissa
- Koulutus ja toimenpiteiden simulointi edistää turvallisuutta

On huomattavaa, että flutingkartonkitehtaalla, jossa onnettomuus tapahtui, oli jotain tehty myös tämän korkean luotettavuuden mukaisesti. Esimerkiksi tehtaalla oli selkeät johtosuhteet ja nimetty työsuojeleupäällikkö, joka oli myös kirjoittanut ohjeet työturvallisuudesta. Ilmeisesti lähitöllä oli myös hälytysvalmiudessa oleva palokunta. Redundanttisuutta löytyi myös siitä, että töitä tehtiin työporeittain, eli paremmalla onnella kuolemalta olisi voitu välttyä työparin toimittaman ilman ja hänen tekemänsä hälytyksen ansiosta.

Kuitenkin voidaan perustellusti väittää, ettei turvallisuus ollut organisaation primaarinen tavoite, turvallisuusohjeita ei oltu ilmeisesti kovinkaan tarkkaan tutkittu osastotasolla, vaan ne olivat kirjoitettu ikään kuin "viran puolesta" säilytettäväksi kansioissa. Myöskään se, ettei ohjeiden noudattamista erikseen valvottu, viittaa turvallisuustoimenpiteiden mieltämiseksi toissijaiseksi toiminnoksi. Yhtenä tavanomaisten onnettomuuksien teorian tunnusmerkkinä pidetään vastuun kieltämistä. Tässäkin tapauksessa käyttöpäällikkö ja teknillinen johtaja eivät hyväksyneet käräjäoikeuden eivätkä hovioikeuden päätöstä, vaan heidän näkemyksensä mukaan onnettomuus vain tapahtui yllättäen.

5 Hyvän turvallisuusjohtamisen periaatteet

Hyvään turvallisuusjohtamiseen kuuluu oleellisena osana seuraavat osat:

- Riskianalyysi, missä tunnistetaan uhat ja arvioidaan niiden vakavuus ja esiintymistiheys
- Käyttökokemusten keräys ja analysointi, kerätään suunnitellusti

omat onnettomuus- ja "läheltä piti"-tapahtumat sekä myös tapahtumat samankaltaisista organisaatioista ja toimintaympäristöistä.

- Muutosten suunnittelu ja läpivienti, jokainen muutos pitäisi sisältää myös riskianalyysin päivityksen
- Toiminnan arviointi, missä arvioidaan, vastaako toiminta suunniteltua toimintaa ja saavutetaanko sillä asetetut tavoitteet. Ellei, niin mitä pitäisi muuttaa.

Eli riskianalyysi pitäisi suorittaa toimintaa aloitettaessa ja analyysi pitäisi päivittää sitä mukaa, kun uutta käyttökokemusta kertyy. Erityisesti muutostilanteista pitäisi tehdä uusi analyysi, missä otetaan huomioon muutoksen mahdolliset vaikutukset toimintaan. Käyttökokemusten keruu ja toiminnan arviointi pitäisi olla jatkuvaa toimintaa turvallisuuden ylläpitämiseksi ja parantamiseksi.

Toiminnan riskianalyysissä ja siihen liittyvässä käyttökokemusten keräyksessä huomioidaan aiemmat kokemukset toiminnasta, esimerkiksi tehtaalla aiemmat onnettomuudet ja riskitilanteet. Koska vakavat onnettomuudet ovat harvinaisia, tulee huomioida myös muista vastaavista organisaatioissa sattuneet tapahtumat, mm. kirjallisuutta tutkimalla. Tähän viittasi myös korkein oikeus tuomiossaan: "Hengitysilman myrkyllisyys oli eräs säiliössä työskentelyssä yleensä huomioon otettava vaaratekijä, minkä oli täytynyt olla sekä Ekin että Hietasen tiedossa." Eli luultavasti riskianalyysi oli tehty tehtaalla turhan yleisellä tasolla. Esimerkiksi hapenpuutetta on aina mahdollisuus esiintyä suljetuissa säiliöissä, joissa on orgaanista ainetta.

Riski määritellään tapahtuman todennäköisyyden ja tapahtuman vakavuuden tulona. Hapenpuute on kirjaimellisestikin henkeä uhkaava riski. Hengenmenetystä ei länsimaiden työturvallisuusajattelussa hyväksytä, eli käytännöissä näin vakavan tapahtuman todennäköisyyden pitäisi olla nolla. Toisaalta kunnollisen riskianalyysin perusteella oltaisiin varmastikin huomattu, ettei nollan todennäköisyyttä voida todeta vain sillä perusteella, ettei vastaavaa onnettomuutta ole tällä tehtaalla tapahtunut viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Näin olisi syntynyt tarve varmistaa hengitysilman kelvollisuus ennen säiliöön menemistä ja näin tältä onnettomuudelta oltaisiin todennäköisesti vältytty. Hengitysilman kelvollisuuden varmistamiseksi olisi Flutingtehtaalla voitu esimerkiksi investoida melko edullisiin kiinteisiin ja tehokkaisiin säiliökohtaisiin puhaltimiin.

Tehtaalla olisi voitu myös harkita, onko noihin massakyypppeihin pakko edes mennä sisälle niiden puhdistamiseksi. Eikö pesuletkua voitaisi ohjalla joidenkin apuvälineiden avulla? Onhan 3,8 metrin syvyisiin kyypppeihin kiipeäminenkin narutikkailla oma riskinsä, mitä olisi syytä välttää, jos mahdollista.

Edelleen riskianalyyssissä olisi voitu todeta muitakin riskejä, kuten sairauskohtaus tai muu välitöntä hoitoa vaativa onnettomuus kyyppissä työskennellessä. Tällaisen tapahtuman riski on toki melko pieni, mutta tapahtuman haitallisten seurausten minimoimiseksi kyyppit olisi hyvä varustaa lattiataason miesluukulla, eikä vain ylhäältä käsin avattavilla miesluukuilla, jotta sairastunut tai työtapaturman uhri saataisiin kyyppistä mahdollisimman nopeasti hoitoon. Mikäli kyyppi olisi varustettu myös alatason miesluukulla, olisivat työtoverit ehkä voineet tässä tapahtumassa pelastaa tajuttoman kollegansa esimerkiksi henkeä pidätellen. Toisaalta kahdella miesluukulla säiliökin olisi tuulettunutkin paremmin, jolloin koko onnettomuudelta oltaisiin ehkä vältytty.

Oikeuden päätöksessä mainittiin tehtaan siirtyminen suljettuun kiertoon ja siitä johtuvaan bakteeritoiminnan lisäykseen kiertovedessä, mikä taas johti lisääntyneeseen hapenkulutukseen ja kasvavaan hapettomien olosuhteiden ja korkeiden rikkivetypitoisuuksien riskiin. Eli tehtaalla oli aiemmin ollut muutostilanne, mikä yllä esitettyjen periaatteiden mukaisesti olisi vaatinut kunnollisen riskianalyyssin päivityksen. Eli näin oltaisiin todennäköisesti huomattu hapenpuutteen ja rikkivedyn aiheuttama riski.

Toisaalta, ehkä tehtaalla oli jossain määrin kuitenkin ymmärretty säiliötyön riskit. Ainakin suojelupäällikön Gröndahl oli antanut ohjeita ilmeisesti myös säiliötyöskentelyyn. Ongelmana ilmeisesti oli, ettei tieto riskeistä kulkeutunut suorittavalle portaalle asti, tai että nämä neuvot olivat unohtuneet ennen kyyppin pesua. Moderni työturvallisuusajattelu lähtee siitä, että inhimillisiä virheitä sattuu ihmisille, mutta vakavia onnettomuuksia ei kuitenkaan saisi sattua. Esimerkiksi säiliötyölupakäytännön avulla voidaan kerrata ennen säiliöön menoa tekijöiden kanssa, mitä asioita tulee tehdä ja ottaa huomioon ennen säiliöön menemistä. Myös miesluukkujen kanteen voidaan kirjoittaa tärkeimmät ohjeet muistutukseksi.

Toinen tyypillinen inhimillisen toimintatapa on "ylimääräisen" työn välttäminen. Näin turvallisuusmääräykset pitäisi luoda mielekkäiksi ja sellaisiksi joiden noudattaminen on helpompaa kuin niiden rikkomi-

nen. Esimerkiksi ylhäältä päin käytettävä pesulaitteisto olisi voinut olla kätevämpikin tapa kuin kapuaminen kyypin sisälle.

Tehtaalla ei työturvallisuusohjeiden noudattamisen valvontaa ilmeisesti tehty ainakaan systemaattisesti, ainakin tästä oli maininta oikeuden päätöksessä. Mikäli yllä mainittuja turvallisuusjohtamisen periaatteita olisi noudatettu, olisi tämä toiminnan tarkkailu ollut keskeisessä osassa normaalia työskentelyä.

6 Johtopäätös

Yhden Flutingtehtaan työntekijän kuolemaan ja toisen vammautumiseen johtanut työtapaturma olisi ollut vältettävissä, mikäli oltaisiin noudatettu tarkemmin hyviä turvallisuusjohtamisen käytäntöjä. Ensinnäkin tehtaalla olisi pitänyt tehdä kattava riskianalyysi kattavasti kerätyn tiedon perusteella ja päivitettää analyysi aina muutostilanteissa, kuten suljetuun kiertoon siirryttäessä. Näin oltaisiin melko varmasti havahduttu säiliötyön riskeihin ja oltaisiin tehty tarpeelliset järjestelyt ja määräykset riskien eliminoinemiseksi. Lisäksi turvallisuusjohtamisen periaatteiden mukaisesti oltaisiin varmistettu, että organisaatio toimii riskianalyysin perusteella annettujen määräysten mukaisesti. Erityisesti turvallisuutta olisi lisännyt, jos toimenpiteet ja määräykset olisivat tehty niin, ettei turvallinen työskentely ole yhtään sen hankalampaa kuin riskejä ottava työtapa.

Kirjallisuutta

- [1] Korkeimman oikeuden ennakkopäätös KKO:1986-II-116.
<http://www.finlex.fi/fi/oikeus/kko/kko/1986/19860116t>
- [2] Kurssin "Systeeminen turvallisuuden suunnittelu ja johtaminen" luentomateriaali.

Tapahtuma-analyysi räjähdysonnettomuudesta Toulousessa Ranskassa 21.9.2001

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Riitta Juvonen

Toulousen kaupungissa Ranskassa TotalFinaElf Groupin omistamalla Grande Paroissen AZF-lannoitetehtaalla tapahtui 21.9.2001 vakava räjähdys, jonka vaikutukset ulottuivat laajalle tehtaan ympäristöön.

Ammoniumnitraattivarastossa tapahtuneeseen räjähdykseen ei ollut varauduttu laitoksen riskinarvioinneissa. Onnettomuutta on kuitenkin jälkikäteen analysoitu kirjallisuudessa useasta näkökulmasta, ja sillä on ollut merkittävä vaikutus muun muassa suuronnettomuuden vaaraa ja maankäyttöä koskeviin säädöksiin.

Tässä esseessä käsittelen Toulousen räjähdysonnettomuutta, siihen johtaneita syitä, laitoksen varautumista onnettomuuksiin sekä onnettomuuden seurauksia.

1. Räjähdysonnettomuus ja sen vaikutukset

Toulousessa Ranskassa TotalFinaElf Groupin omistamalla Grande Paroissen lannoitetehtaalla tapahtui 21.9.2001 vakava ammoniumnitraattiräjähdys, joka tunnetaan kirjallisuudessa lyhenteellä AZF (Azote Fertilisant).

Lannoitetehtas sijaitsi kolmen kilometrin päässä kaupungin keskustasta. 1900-luvun alkupuolella perustetun tehtaan lähiympäristöön oli onnettomuutta edeltävinä vuosikymmeninä rakennettu asutusta ja liikerakennuksia. Turvallisuuden kannalta olennainen riskitekijä oli myös se, että tehtaan naapurissa sijaitsi muita kemiantehtaita.

Lannoitetehtaan oman henkilöstön lukumäärä oli 469. Lisäksi tapahtuma-aikaan laitoksella työskenteli useita alihankintayritystä, joiden palveluksessa oli yhteensä 80-100 henkilöä (mm. Lenoble & Durand 2011¹)

¹ Numeeriset tiedot eri lähteissä vaihtelevat.

Räjähdyksessä menehtyi 31 ihmistä, joista 21 oli laitoksen alueella, yksi naapurilaitoksella ja yhdeksän laitoksen lähialueella. Tiedot onnettomuudessa loukkaantuneiden määrästä vaihtelevat, mutta ainakin 2442 joutui sairaalahoitoon. Välittömästi onnettomuuden jälkeen yli 5000 ihmistä haki apua psyykkisiin oireisiin (Lenoble & Durand 2011).

Räjähdyks tapahtui tehtaan kemikaalivarastossa. Sen vaikutukset havaittiin 75 kilometrin päässä laitokselta. Räjähdyksen voimaksi arvioitiin 20-40 tonnia TNT-ekvivalenttia, ja se on rinnastettu 3,4 asteen maanjäristykseen Richterin asteikolla.

Räjähdyks jätti jälkeensä 65 x 54 m kraatterin, jonka syvyys oli noin 7 metriä. Yli tuhat rakennusta tuhoutui, yli 25 000 asuntoa vaurioitui ja ikkunoita rikkoutui seitsemän kilometrin päässä tapahtumapaikalta. Taloudelliset vahingot on arvioitu 1,5-3 miljardiksi euroksi.

Räjähdyks tapahtui vain kymmenen päivää New Yorkin WTC-iskujen jälkeen, mikä johti spekulointiin mahdollisesta terroristihyökkäyksestä AZF-onnettomuuden takana. Myös muuta tahallista vahingontekoa on epäilty syyksi. Lopulta on kuitenkin päädytty käsitykseen, että kyseessä oli onnettomuus.

2. Tapahtumien kulku

AZF-laitoksen päätuotteita olivat ammoniumnitraatti, ammoniumnitraattipohjaiset lannoitteet sekä eräät muut yhdisteet. Räjähdyks tapahtui 21.9.2001 aamupäivällä varastossa, jossa oli varastoituna noin 400 tonnia poistettavaksi ("off-spec") tarkoitettuja ammoniumnitraattituotteita. Kyseiset tuotteet oli tarkoitettu kierrättää muille laitoksille lannoitteiden valmistukseen.

Räjähdyks tapahtui tehtaan varastorakennuksessa. Tässä sekä sen lähellä olleissa rakennuksissa oli havaittu muutamia kuukausia aiemmin turvallisuuspuutteita (mm. palo- ja kemikaalidetektorien puutteita), joita ei kuitenkaan ollut korjattu. Varaston ylläpidosta vastasi Grande Parroissen yksikkö, mutta käytännössä sen hoitaminen oli ulkoistettu kolmelle alihankkijayrityksille (Dechy et al. 2004).

Onnettomuutta edeltävänä päivänä ja samana aamuna varastoon oli tuotu tuote-eriä, joiden reaktiosta arvellaan räjähdysksen saaneen alkunsa. Onnettomuuden välittömäksi syyksi todettiin oikeudenkäynnissä kemiallinen reaktio natrium-dikloori-isosyanuraatin ja ammoniumnitraatin välillä². Mielenkiintoista on se, että toiminnanharjoittaja itse on kiistänyt tämän selityksen. Yrityksen

² Onnettomuuden syiden tutkinnassa todettiin, että kyseessä olleiden aineiden reaktio normaalissa lämpötilassa vähäisenkin kosteuden läsnä ollessa voi johtaa erittäin voimakkaaseen räjähdyskseen. Tarkempi kuvaus kemiallisesta reaktiosta, ks. Dechy et al. 2004, s. 134.

arvioissa pian tapahtuman jälkeen esitettiin räjähdysten aiheuttajaksi mm. maanalaista valokaarta.

Vakavissa räjähdysonnettomuuksissa on huomattava ns. dominoefektin riski. Tässä tapauksessa ilmeni joitakin dominovaikutuksia (osa alueen rakennuksista tuhoutui ja joitain ammoniumnitraattisäiliöitä vahingoitettiin aiheuttaen päästön läheiseen Garonne-jokeen). Naapurissa sijainneet kemikaalitehtaat kärsivät joitain vahinkoja, mutta näillä laitoksilla mahdollisia kemikaalivahinkoja rajoittivat turvarakenteet, kuten kaksinkertaiset rakenteet fosgeeniputkistossa ja räjähdysmäisen palon estävät väliseinät. On todettu, että vahingot olisivat voineet mahdollisten dominovaikutusten vuoksi olla vielä merkittävästi suuremmat (Dechy et al. 2004).

Onnettomuuden välittömiin pelastustoimiin osallistui noin 2500 palomiestä ja armeijan henkilökuntaa. Pelastustöitä vaikeutti mm. se, että vakavan räjähdysonnettomuuden mahdollisuutta ei ollut otettu huomioon sisäisissä eikä ulkoisissa pelastussuunnitelmissa. Lisäksi informaation kulussa oli ongelmia. Puhelinlinjojen toimimattomuus hidasti pelastustyötä ja ympäröivän yhteisön varoittamiseen tarkoitettu sireeni oli epäkunnossa (Dechy et al. 2004).

3. Laitoksen varautuminen onnettomuuksiin

Vaarallisten aineiden teollista käsittelyä säädellään Euroopan unionin Seveso-direktiiviin³ perustuvalla kansallisella lainsäädännöllä. Seveso-direktiivi koskee teollisen toiminnan mahdollisesti aiheuttamien suuronnettomuuksien torjuntaa sekä suuronnettomuuksien ihmisille ja ympäristölle aiheuttamien seurauksien rajoittamista. Tavoitteena on varmistaa kansalaisten, yhteisöjen ja ympäristön korkea suojelun taso.

Ensimmäinen Seveso-direktiivi annettiin vuonna 1982 Italian Sevesossa 1976 tapahtuneen dioksiinonnettomuuden seurauksena. Toulousen räjähdysonnettomuuden aikaan voimassa ollut Seveso II -direktiivi oli vuodelta 1996. Tällä hetkellä voimassa olevan Seveso III -direktiivin säädösten kansallisen toimeenpanon tuli toteutua 1.6.2015 mennessä. Tässä direktiivissä viitataan myös Toulousen onnettomuuteen yhtenä uusien säädösten taustatekijänä.

Toulousen onnettomuuden aikaan voimassa ollut Seveso II -direktiivi edellytti toiminnanharjoittajilta ryhtymistä kaikkiin tarvittaviin toimiin suuronnettomuuksien ehkäisemiseksi sekä ihmisten ja ympäristön suojelemiseksi. Säädöksiin sisältyy mm. ilmoitusvelvollisuus toiminnasta sekä turvallisuusselvityksen tekeminen suuronnettomuuksien vaaran tunnistamisesta ja ehkäisemisestä. Turvallisuusselvityksessä oli myös kuvattava laitoksen sisäiset pelastussuunnitelmat sekä annettava tarvittavat tiedot ulkoisen pelastussuunnitelman laatimista varten.

³ <http://ec.europa.eu/environment/seveso/> (luettu 19.9.2016)

Toulousen onnettomuuden sattuessa lainsäädäntö ei edellyttänyt kaikkien onnettomuusskenaarioiden todennäköisyyden kvantitatiivista arviointia. Ainoastaan "worst case" -skenaariot piti ottaa huomioon riskinarvioinnissa. AZF-laitoksen tapauksessa räjähdysonnettomuutta ei pidetty mahdollisena, eikä siten myöskään "worst case" -tapauksena. Onnettomuuden seurauksena lainsäädäntöä muutettiin siten, että toiminnanharjoittajilta edellytetään kattavaa todennäköisyyden ja riskien arviointia erilaisista onnettomuusskenaarioista (Taveau 2010).

4. Luonteeltaan epätyypillinen onnettomuus

Koska AZF-laitoksella valmistettiin ja käsiteltiin vaarallisia kemikaaleja, yritys oli tehnyt riskinarviointeja onnettomuuksien ja niiden vaikutusten välttämiseksi. Alueella sijaitsevien yritysten mahdollisiin onnettomuuksiin oli varauduttu riskiskenaarioin, jotka kuitenkin keskittyivät kyseisille tuotantolaitoksille tyypillisiksi oletettuihin onnettomuuksiin ja niiden mahdollisiin seurauksiin.

Riskinarvioinnin perustana ovat tapahtuman todennäköisyys (p) ja toisaalta tapahtuman seuraukset (c):

$$R = c \times p.$$

AZF-tehtaan riskianalyseissä, maankäytön suunnittelussa ja onnettomuuksiin varautumisessa vakavimmaksi onnettomuudeksi oli arvioitu tulipalo ammoniumnitraattilaitoksella. Sen sijaan räjähdystä laitoksella ei pidetty todennäköisenä, joten räjähdysen mahdollisia seurauksia ei ollut otettu tarkasteluun (Paltinieri et al. 2012).

Tapaturmien ennakkoinnin kannalta on olennaista tiedostaa, mitä onnettomuuden mahdollisuudesta tiedetään ja tiedostetaan. Mikäli tietoa onnettomuuden mahdollisuudesta ei ole tai sitä ei tiedosteta, ei osata myöskään varautua mahdolliseen onnettomuuteen. Vaihtoehtoiset tilanteet on esitetty kuvassa 1.

	Tieto on saataville	Tietoa ei ole saatavilla
Tiedostetaan	Tiedetään, että tiedetään "Known known"	Tiedetään, että ei tiedetä "Known unknown"
Ei tiedosteta	Tieto on saatavilla/olemassa, mutta sitä ei tiedosteta "Unknown known"	Ei tiedetä, että ei tiedetä "Unknown unknown"

Kuva 1: Tietoisuus ja käytettävissä oleva tieto (Paltinieri et al. 2012)

Paltinierin et al. analyysissä Toulousen onnettomuus todetaan tyypiltään "unknown known" tapahtumaksi. Toulousen lannoitetehtaan riskinarvioinnissa ei tiedostettu "off-spec" -ammoniumnitraatin

mahdollista räjähdystä, vaikka ammoniumnitraatin räjähdysominaisuudet olivat yleisesti tiedossa. Aiemmista merkittävistä ammoniumnitraattiräjähdyksistä oli kulunut pitkä aika, ja uskottiin, että räjähdysvaaralliset tilanteet osattiin jo hallita. Erityisesti, kun ammoniumnitraattia ei ollut varastoitu suljettuun tilaan eikä sen läheisyydessä ollut syttymislähdettä, ajateltiin, että räjähdysriskiä ei ole.

Onnettomuuksiin varautumisen kannalta on olennaista riskien tunnistamisen lisäksi tiedostaa, että kaikkea ei voida ennalta tietää, ja varaudutaan myös odottamattomiin tapahtumiin. Kyseessä on osaltaan tiedon hankinnan ja -hallinnan haaste. Riskien tiedostamiseen vaikuttaa myös se, että ihmisellä on luontaisesti taipumus pitää todennäköisempänä tapahtumaa, joka on jo tapahtunut, kuin sellaista, josta ei ole vielä esimerkkitapausta (ns. hindsight bias) (Paltinieri et al. 2012).

5. Toulousen onnettomuus systeemisenä kokonaisuutena

5.1. Systemien systeemi

Kuten kaikki teollisuuslaitokset, myös AZF-laitos on luonteeltaan "systemien systeemi" (System of systems), jonka osasysteemeillä oli, tai olisi voinut olla, merkitystä onnettomuuden kannalta.

Systemien turvallisuutta voidaan tarkastella MTOI-mallin mukaisesti neljän eri tekijän kautta: ihminen, teknologia, organisaatio ja informaatio. Yksityiskohtaista tietoa AZF-laitoksen toiminnasta, kuten johtamisjärjestelmistä, turvallisuuskulttuurista ja tiedonkulusta, ei ole kirjallisuudesta saatavilla. Onnettomuuteen liittyviä osasysteemejä voidaan kuitenkin hahmottaa esim. seuraavasti:

- AZF-tehdas: rakennukset, tuotantolaitteet, ihmiset, organisaation eri osat, johtamisjärjestelmä, toimintatavat ja käytännöt, informaation kulku.
- ympäröivät kemikaaleja valmistavat teollisuuslaitokset: rakennukset, tuotantolaitteet, ihmiset, organisaation eri osat, johtamisjärjestelmä, toimintatavat ja käytännöt, informaation kulku.
- ympäröivä yhteisö: infrastruktuuri, liiketoiminta, viranomaisten toiminta, muut yhteiskunnalliset toiminnot, jne.

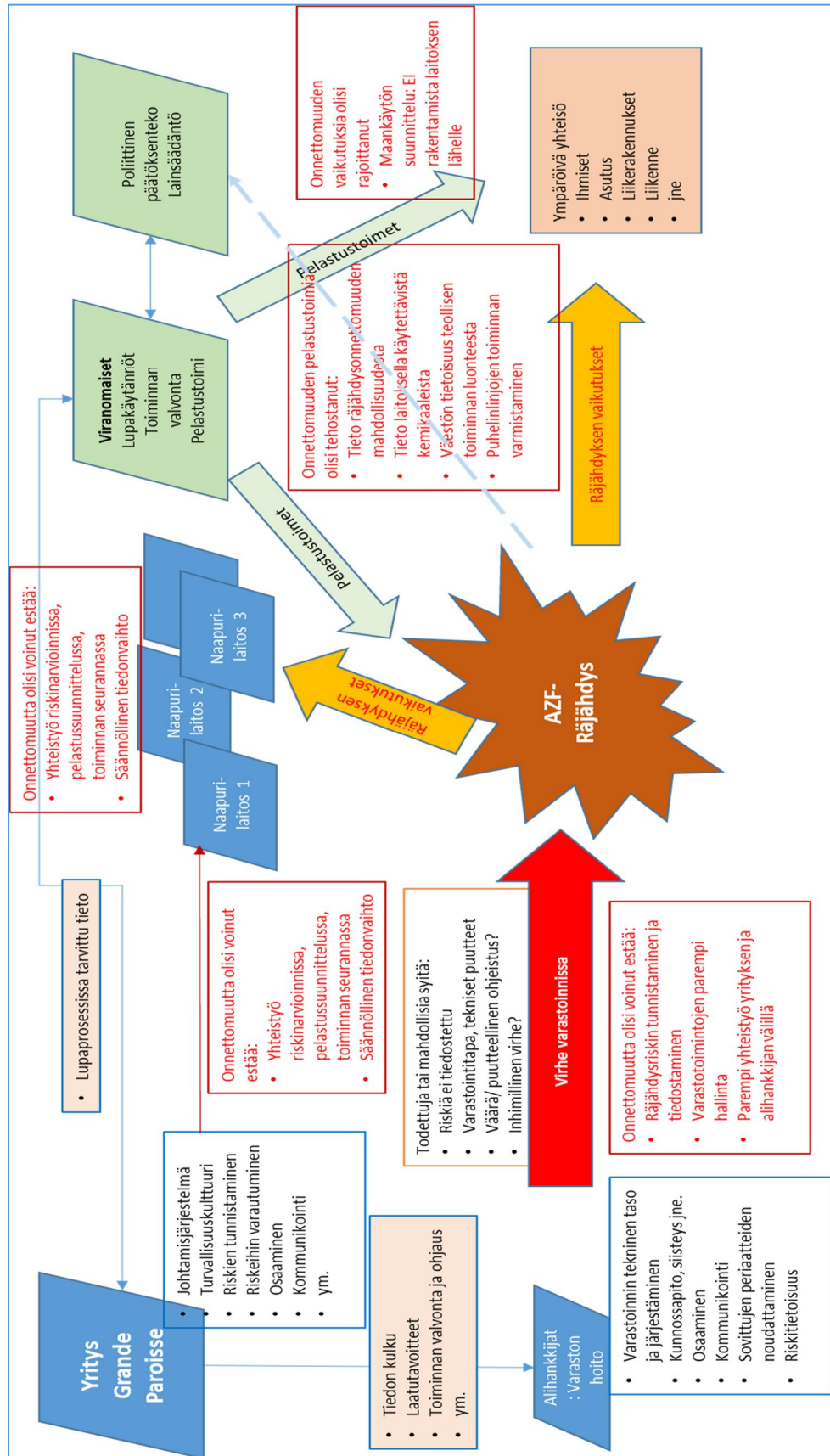
Systemien systeemissä on tärkeää kiinnittää huomiota informaation kulkuun myös osasysteemien välillä. Puutteellista yhteistyötä ja kommunikaatiota yrityksen ja alihankkijoiden välillä onkin pidetty yhtenä keskeisenä syynä onnettomuuteen. Arvioiden mukaan AZF-laitos oli "menettänyt otteensa" varastotoiminnoista (Dechy et al. 2004). Jos tieto systeemin osien välillä ei kulje tai kulkee heikosti, syntyy epäjatkuvuutta, joka voi osaltaan johtaa mm. emergenttien tapahtumien vaikutusten kasvuun.

Onnettomuuden kannalta merkityksellistä oli myös laitoksen ja ympäröivän yhteisön vuorovaikutus. AZF-laitoksen toimintaympäristöstä teki erityisen haasteellisen se, että kaupunkirakentamisessa ei ollut otettu huomioon toiminnan vaarallista luonnetta. Asuntoja ja muita rakennuksia oli vähitellen tullut tehtaan läheisyyteen, ja kaupungin keskustaan oli matkaa vain kolme kilometriä. Systemin kompleksisuus oli lisääntynyt vähitellen yrityksestä riippumattomista syistä. Jälkikäteen voidaan kysyä, olisiko yritys itse voinut vaikuttaa rakentamiskehitykseen tunniessaan toimintansa riskit.

Yrityksen ratkaiseva virhe oli onnettomuusskenaarioiden ja riskinarvioinnin puutteellisuus. Jos yritys olisi tiedostanut riskin, joka ammoniumnitraatin varastoinnista aiheutuu, se olisi voinut – ja sen olisi pitänyt – varautua onnettomuuden mahdollisuuteen tehokkaammin.

Yleisesti tunnistettujen turvallisuusperiaatteiden (Wahlström 2016) valossa esimerkiksi seuraavat toimenpiteet olisivat vähentäneet riskiä:

- Safety reserves: "off spec" -kemikaalien varastointi turvallisesti: eri kemikaalien varastointi toisistaan erillään, turvarakenteet, tekniset keinot, joilla varmistetaan aineiden oikea sijoittelu.
- Information and control: varastointiprosessin kuvaus (miten tulee toimia), varastointitoimenpiteiden seuranta, lupakäytännöt, tehokas koulutus ja tiedottaminen turvallisista toimintatavoista.
- Demonstrability: toiminnan ja tuotteiden laadun valvonta (mm. kemikaalien ominaisuudet), varastotoimintojen valvonta, auditoinnit.
- Optimisation: toiminnan jatkuva seuranta, poikkeamien raportointi, puutteiden korjaaminen (vrt. laitoksella oli havaittu turvallisuuspuutteita, mutta niitä ei ollut korjattu).
- Organisational principles: odottamattomaan varautuminen, pelastussuunnitelmien laatiminen, viranomaisten informointi riskeistä (vrt. paikalle tulleella pelastushenkilöstöllä ei ollut riittäviä tietoja, joten toiminta viivästyi), turvallisuuskulttuurin rakentaminen (mm. asenteet).



Kuva 2: Toulousen AZF-ammoniumnitraattivaraston räjähdys systemisenä kokonaisuutena (mm. Wahlströmin 2016, Dechyn et al. 2004 ja Paltinierin et al. 2012 pohjalta).

5.2. Bow-Tie -analyysiin perustuva onnettomuuden vaikutusten arviointi ja rajoittaminen

Yksi tapa edistää turvallisuutta on ns. Bow-Tie -analyysi, jonka avulla pyritään pienentämään onnettomuuksien todennäköisyyttä ja toisaalta minimoimaan niiden seurauksia. Tunnistettuaan onnettomuusriskin (esim. HAZOP, vikapuu, tapahtumapuu, tms. menetelmä) yritys voi Bow-Tie'n avulla tunnistaa keinoja, joilla onnettomuuksiin ja niiden seurauksiin voidaan varautua.

Jos ajatellaan AZF-laitoksen tilannetta ennen onnettomuutta (räjähdysriskiä ei ollut huomioitu), ei Bow-Tie -tarkastelu olisi ollut mahdollinen. Tätä tarkastelua on kuitenkin käytetty Toulousen onnettomuuden jälkipuinnissa (Paltinieri et al. 2012).

Kun onnettomuusriski on tunnistettu, voidaan sen todennäköisyyttä pienentää tai vaikutuksia rajoittaa toimenpiteillä, jotka kohdistuvat sekä teknisiin että inhimillisiin tekijöihin. Onnettomuuden mahdollisiin syihin päästään kiinni tarkastelemalla sekä suoria että epäsuoria vaikuttavia tekijöitä.

Toulousen tapauksessa voidaan tunnistaa muun muassa kemikaalin valmistukseen, varastointiin ja käsittelyyn sekä tiedonkulkuun ja osaamiseen liittyviä mahdollisia onnettomuuden syitä, ja sitä kautta keinoja onnettomuuden ehkäisemiseen. (Esimerkkejä, ks. taulukko 1).

Taulukko 1: Toulousen onnettomuuden todennäköisyyteen vaikuttavia suoria ja epäsuoria syitä sekä mahdollisia keinoja onnettomuuden estämiseksi (Paltinieria et al. 2012 mukaillen).

Epäsuora syy	Onnettomuuden suora syy	Este (barrier)
<ul style="list-style-type: none"> tiedon/osaamisen puute väärä tuotemerkintä 	<ul style="list-style-type: none"> kemikaalin sijoittaminen väärään paikkaan => kemiallinen reaktio 	<ul style="list-style-type: none"> henkilöstön koulutus tuotteiden merkitseminen
<ul style="list-style-type: none"> henkilöstön puutteellinen osaaminen ja huolellisuus työnjaon epäselvyydet (yritys vs. alihankkija) 	<ul style="list-style-type: none"> puutteellinen varaston kunnossapito (epäpuhtaudet) => kemikaalin reaktio epäpuhtauksien kanssa 	<ul style="list-style-type: none"> varaston ylläpidon laatustandardit ja seuranta vastuiden kirjaaminen ja työnjaon noudattaminen
<ul style="list-style-type: none"> tuotannossa tapahtunut virhe 	<ul style="list-style-type: none"> virhe kemikaalin tuotannossa => ominaisuudet eivät vastaa oletusta 	<ul style="list-style-type: none"> tuotteiden seuranta ja analysointi tuotteiden merkinnät

Toulousen onnettomuuden mittaluokka oli niin huomattava ja tapahtuma äkillinen, että räjähdysten vaikutusten estäminen sen jo tapahduttua vaikuttaa haastavalta. Suojarakenteet tms. tuskin olisivat voineet merkittävästi pienentää onnettomuuden aiheuttamaa tuhoa tapahtumapaikan välittömässä läheisyydessä. Taulukossa 2 on kuitenkin hahmoteltu eräitä mahdollisia tapoja räjähdysten vaikutusten estämiseksi.

Taulukko 2: Mahdollisia räjähdysonnettomuuden seurausten minimointikeinoja (Paltinieria et al. 2012 mukailten)

Räjähdysten vaikutus	Vaikutusten estäminen (barrier)
Räjähdysmäinen materiaalien leviäminen, paineaalto	Riittävät suojarakenteet
Välilliset vaikutukset kemikaalivarastossa (dominoefekti)	Riittävät suojarakenteet HUOM: Suojarakenteilla pystyttiin jossain määrin hillitsemään vaikutuksia naapurilaitoksilla, ks. s. 3.
Henkilövahingot	Suojavarusteet; henkilösuojaimet; tiedotus onnettomuusriskistä laitoksen ympärillä asuvalle väestölle.
Vahingot laitoksen ulkopuolella	Maankäytön suunnittelu ottaen huomioon toiminnan vaarallisuuden

Kuvassa 2 on myös esimerkkejä keinoista, joilla onnettomuutta olisi voitu ehkäistä ennalta sekä toimista, joilla onnettomuuden vaikutuksia olisi voitu rajoittaa (ks. punaiset laatikot ja teksti).

6. Yhteenveto

Kirjallisuuden perusteella on vaikea arvioida, miten AZF-laitosta johdettiin. Huolimatta laajasta selvitystyöstä onnettomuuden jälkeen, ei organisaation turvallisuusjohtamisen järjestelmää onnettomuustutkinnassa selvitetty (Dechy et al. 2004). Tämä olisi ollut tarpeen onnettomuuden perimmäisten syiden selvittämiseksi.

Jälkikäteen arvioiden on kuitenkin selvää, että Grande Paroissen turvallisuustyö oli puutteellista. Onnettomuus antaa myös kyseenalaisen kuvan koko TotalFinaElf -konsernin turvallisuustoiminnasta. Kyseisen konsernin muodostamilla yrityksillä on takanaan pitkä historia kemian- ja

öljyteollisuutta, joissa turvallisuusasioihin on yleensä kiinnitetty paljon huomiota.

Tämä tapaus kertoo osaltaan siitä, että sitoutuminen turvalliseen toimintaan yleisellä tasolla ei riitä, vaan turvallisuusajattelu on vietävä läpi koko organisaation, suunnittelusta käytännön toteutukseen, toiminnan seurantaan ja parantamiseen. Myös alihankkijat ja muut yhteistyökumppanit on otettava mukaan suunnitteluun ja toiminnan kehittämiseen.

Turvallisuustyö jakaantuu neljään päätehtäväalueeseen (Wahlström 2016):

- riskinarviointi
- käyttökokemusten kerääminen ja analyysi
- muutosten suunnittelu ja läpivienti
- toiminnan arviointi

Toulousen räjähdysonnettomuuden keskeinen syy oli riskinarvioinnin puutteellisuus. Ei ollut tunnistettu uhkaa, joka aiheutui poistettavien kemikaalien varastointikäytännöistä. Olennaista olisi ollut varautuminen myös epätyypillisiin onnettomuusskenaarioihin. Käytettävissä ollutta tietoa ei osattu hyödyntää varastoinnissa.

Toulousen onnettomuuden jälkeen tehty muutos Seveso III direktiiviin edellyttää aiempaa perusteellisempaa riskinarviointia ja mahdollisten onnettomuusskenaarioiden tunnistamista turvallisuus selvitystä tehtäessä. Voidaan olettaa, että tämä vaatimus osaltaan voisi vähentää tulevaisuudessa Toulousen onnettomuuden kaltaisten tapahtumien todennäköisyyttä.

Systemaattinen kokemusten kerääminen ja analysointi rakentavat osaltaan yrityksen turvallisuuskulttuuria ja parantavat riskitietoisuutta. Ammoniumnitraattitehtaalla olennaista olisi ollut kiinnittää huomio itse tuotantoprosessin ohella myös varastotoimintoihin ja niitä hoitaviin alihankintayrityksiin.

Muutosten suunnittelussa ja läpiviennissä huomion olisi pitänyt kiinnittyä muun muassa tehtaan ympärille vähitellen levittäytyneeseen kaupunkirakentamiseen. Vuoropuhelu ympäröivän yhteisön ja teollisuuslaitoksen välillä olisi ollut välttämätöntä, jotta maankäytön suunnittelussa olisi voitu huomioida riskialtis toiminta.

Laitoksen sisältä nouseviin muutostarpeisiin ja niiden hallittuun läpivientiin olisi myös ollut tarpeen paneutua mm. yrityksen ja alihankkijoiden yhteistyönä. Toiminnan systemaattinen arviointi olisi ollut avain muutostarpeiden havaitsemiseen.

Onnettomuuden jälkeisten 15 vuoden aikana turvallisuustyö on kehittynyt monelta osin sekä yrityksissä että yhteiskunnallisessa toiminnassa. Toulousen onnettomuudesta on otettu opiksi mm. riskinarvioinnin kattavuudessa sekä maankäytön suunnittelua ja suuronnettomuuden

varaa koskevassa lainsäädännössä. Vaikutukset näkyvät nykyisin sekä Ranskan että Euroopan unionin säädöksissä.

Lähteet

Dechy, N., Bourdeaux, T., Ayrault, N., Kordek, M-A. and Le Coze, J-C., 2004, First Lessons of the Toulouse ammonium nitrate disaster, 21st September 2001, AZF Plant, France, *Journal of Hazardous Materials*, 1, vol 1, pp. 131-138.

Lenoble, C. and Durand, C, 2011, Introduction of Frequency in France following the AZF Accident, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol 24, pp. 227-236.

Paltinieri, N., Dechy, N., Salzano, E., Wardman, M. and Cozzani, V., 2012, Lessons Learnedn from Toulouse and Buncefield Disasters: From Risk Analysis Failures to the Idnetification of Atypical Scenarios Through a Better Knowledge Management, *Risk Analysis*, 8, Vo1 32, pp. 1404-1419.

Taveau, J., 2010, Risk Assessment and land-use planning regulations in France following the AZF disaster. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 23, pp. 813-823.

Wahlström, B., 2016, Systeeminen turvallisuuden suunnittelu ja johtaminen, Aalto-yliopisto, luennot 29.-31.8.2016.

PLATOM OY:N TURVALLISUUSKULTTUURI

Versiohallinta

Versio	Muutos	Laatija	Tarkastaja	Hyväksyjä	Päivämäärä

Jakelu:

Hakusana:

Sisällysluettelo:

1. JOHDANTO	3
1.1 TAUSTAA.....	3
2. TURVALLISUUSKULTTUURI.....	4
2.1 TURVALLISUUSKULTTUURIN KEHITTÄMINEN	7
2.2 TURVALLISUUSKULTTUURIN HEIKENTYMINEN	9
3. YVL-OHJEIDEN VAATIMUKSET.....	12
3.1 YVL A.3	12
3.2 YVL A.5	14
4. PLATOM OY:N TURVALLISUUSKULTTUURI 2016.....	15
4.1 PLATOMIN TURVALLISUUSKULTTUURI SUHTEESSA YVL:N TÄRKEIMPIIN VAATIMUKSIIN	18
5. YHTEENVETO.....	20

1. JOHDANTO

Tämän raportin tarkoituksena on kuvata Platom Oy:n tämän hetkinen turvallisuuskulttuuri ja siihen liittyvät kehittämiskohteet.

Ydinvoima-alalla käsiteltävä turvallisuuskulttuuri tarkoittaa nimenomaan ydin- ja säteilyturvallisuuteen tähtäävän toiminnan turvallisuutta. Tässä raportissa käsite turvallisuuskulttuuri ei siis tähtää ensisijaisesti esim. työturvallisuuden parantamiseen, mutta työturvallisuus on osa ydinturvallisuuden parantamiseen tähtäävää turvallisuuskulttuuria. Työturvallisuusasiat voivat toimia asenteiden ja ilmapiirin muokkaamisen keinoina ydinturvallisuutta parantavan ilmapiirin luomiseen. Ja toisaalta turvallisuuskulttuurin piirteet toimivat myös työturvallisuuskulttuurin kehittämisen keinoina.

Turvallisuuskulttuuri pitää sisällään ihmisen käyttäytymiseen, teknologiaan, organisaatioon ja informaatioon liittyvät asiat. Nämä asiat muodostavat kokonaisuuden, joiden välisiä vuorovaikutuksia turvallisuuskulttuurissa tarkastellaan. Jokaisen turvallisuusasian kohdalla ei kuitenkaan tarvitse käsitellä näitä kaikkia osia. Raportin luvussa 2 kuvataan tarkemmin mitä turvallisuuskulttuuri sisältää ja tarkoittaa.

Luvussa 3 kuvataan ydinvoima-alalla toimivaa asiantuntijaorganisaatiota koskevat YVL-ohjeiden tärkeimmät vaatimukset turvallisuuskulttuurin osalta. Luvussa 4 on määritetty Platom Oy:n tämän hetkinen turvallisuuskulttuuri, turvallisuuskulttuurin taso, miten Platom Oy:n turvallisuuskulttuuri täyttää YVL-ohjeiden tärkeimmät vaatimukset ja mitä kehitettävää siinä on.

1.1 Taustaa

Platom Oy on yksityisessä omistuksessa oleva konsultointi- ja suunnittelutoimisto, joka toimii pääasiassa ydinvoima-alalla. Yrityksen henkilömäärä on noin 20. Platom Oy on perustettu 1998, mutta sen juuret ovat 1980-luvun alussa Reilers Oy:ssä. Yrityksen tärkeimmät tuotteet ja palvelut ovat järjestelmätoimitukset, prosessimallinnus, radioaktiivisen jätteen käsittely ja vaatimusmäärittelyt.

Platomin pääkonttori sijaitsee Mikkelissä ja toimisto on myös Raumalla. Platomilla on ISO 9001:2008 sertifioitu johtamisjärjestelmä, ISO 14001:2004 sertifioitu ympäristöjärjestelmä ja OHSAS 18001:2007 sertifioitu työterveys- ja turvallisuusjärjestelmä.

Kesäkuussa 2016 suoritettiin ulkoinen auditointi ydinjäteyhtiö Posivan toimesta. Auditoinnista tuli kehitysehdotus liittyen turvallisuuskulttuurin säännölliseen seurantaan, arviointiin ja kehittämiseen /12/.

Kesäkuussa 2016 suoritettiin myös ulkoinen auditointi ydinvoimayhtiö Fennovoiman toimesta. Fennovoima suositteli vahvasti, että Platom aloittaa systemaattisemman ja tavoitteellisen turvallisuuskulttuurin kehittämisen osana johtamisjärjestelmää. Kehittämisen tulisi sisältää turvallisuuskulttuurikonseptin, sen käyttöönoton, avainhenkilöiden koulutuksen, nykyisen tason määrittämisen ja kehitysohjelman valmistelun linjassa vaatimuksiin ja periaatteisiin, jotka ovat määritetty YVL-ohjeissa A.3 ja A.5 sekä IAEA:n ohjeissa INSAG 4 ja 15 /13/.

2. TURVALLISUUSKULTTUURI

Turvallisuuskulttuuri termiä on alettu käyttää Tshernobylin ydinvoimalaitosonnettomuuden jälkeen, kun IAEA:n toimesta perustettiin työryhmä (International Nuclear Safety Advisory Group, INSAG) miettimään onnettomuuteen johtaneita syitä. Työryhmän tuloksena on tuotettu sarja ydinturvallisuuteen keskittyviä raportteja ja raportissa INSAG 4 /1/ määritellään mitä turvallisuuskulttuuri tarkoittaa, miten se otetaan käyttöön, ketä se koskee ja mitä sen ylläpito vaatii.

INSAG 4 mukaan turvallisuuskulttuurin määritelmä kuuluu:

"Turvallisuuskulttuuri on organisaation ja yksilöiden piirteiden ja asenteiden kokonaisuus, joka takaa ydinturvallisuuden vaatimien seikkojen asettamisen niiden tärkeyden vaatimalle tasolle, ilman että mikään asia menee niiden edelle."

Turvallisuuskulttuuri ei koske vain ydinvoimalaitoksen käyttöä vaan koko ketjua tutkimusta, suunnittelua, valmistusta, hankintoja, lainsäädäntöä, käyttöä, kunnossapitoa jne. Turvallisuuskulttuuri kuuluu myös jokaiselle yksilölle ja organisaatioille kokonaisuudessaan ja sen tulisi olla osa organisaation johtamisjärjestelmää. Turvallisuuskulttuuri onnistuu vain, kun kaikki omistautuvat yhteiselle päämäärälle.

Turvallisuuskulttuuriin kuuluvia piirteitä ovat:

- luonnollinen kyseenalaistava asenne
- vastuullisuus
- omistautuminen
- omahyväisen, "kaikki tietävän" asenteen poistaminen
- avoimuus
- jatkuva parantaminen
- riskien tunnistaminen

Korkeimman tason toimintaperiaatteen ydinenergian turvalliselle käytölle asettaa ydinenergi laki. Samalla tavalla kuin laki asettaa toimintarajat ydinenergian käytön eri osapuolille, myös organisaation turvallisuuskulttuuri asettaa toimintarajat ja säännöt organisaation jäsenille.

Luvanhaltijalla ja ydinvoimalaitoksen käyttäjällä on aina vastuu ydinvoiman turvallisesta käytöstä. Luvanhaltijan tehtävä on varmistaa, että ydinturvallisuus asetetaan aina etusijalle kaikessa turvallisuuteen vaikuttavassa toiminnassa, siten että aikataulu- tai tuotantovaatimukset eivät vaaranna turvallisuutta.

Ydinvoiman käyttöä tukeva organisaatio, eli organisaatio, jossa työskennellään suunnittelun, valmistuksen, asennusten tai tutkimuksen parissa, kuten Platom Oy, vaikuttaa voimakkaasti ydinvoimalaitoksen tulevaisuudessa tapahtuvaan turvalliseen käyttöön. Tällaisen organisaation tulee panostaa tuotteen laatuun riippumatta siitä, onko kyseessä suunnittelu, laitteen valmistus tai turvallisuusraportin tekeminen /1, kohta 23/. Tällaisen organisaation on varmistettava johtamisjärjestelmällä ja vastuiden määrittämisellä lopputuotteen laatutason määrittämisestä /1, kohta 26/.

Organisaation tuotantopalkkioiden ei tulisi olla sidoksissa sellaisiin asioihin, jotka voivat vaarantaa turvallisuuden laitoksen tuotantoa tehostamalla tai pitämällä liian tiukasti kiinni aikatauluista. Tuotantopalkkioiden tulisi sen sijaan kannustaa turvallisuutta

lisääviin toimenpiteisiin. Samoin virheiden tapahtuessa niitä ei tulisi nähdä ensisijassa huolen aiheina vaan mahdollisuutena parantaa toimintaa. Johdon tulisi rohkaista työntekijöitä raportoimaan omista virheistään, jotta ne voidaan jatkossa välttää. Kuitenkin toistuvien laiminlyöntien tapahtuessa kurinpidollisiin toimenpiteisiin tulee ryhtyä, jotta turvallisuus ei vaarannu liiallisten virheiden johdosta. Sanktioiden on oltava tasapainossa tehtyihin virheisiin, jotta ne eivät johda virheiden salaamiseen /1, kohdat 48-50/.

Turvallisuuskulttuuriin kuuluu vahvasti se, että johto varmistaa ja luo omalla asenteellaan ja esimerkillään pohjan organisaation turvallisuuskulttuurille. Johdon on myös luotava järjestelmälliset työtavat ja vahvistettava olemassa olevia toimivia rakenteita. Johdon on varmistettava, että kaikesta olemassa olevasta kokemuksesta, tiedosta, tutkimuksesta, käytötiedoista ja -tapahtumista otetaan käyttöön turvallisuuteen liittyvät hyödyt. Yksilöiden vastuulla on oman asenteen kautta omaksua turvallinen asenne. Organisaation toiminta tulee arvioida sisäisillä ja ulkoisilla auditoinneilla sekä itsearvioinneilla.

Vaikka turvallisuuskulttuurin asenne on se, että se on ylhäältä johdettua, niin myös yksilöillä organisaation jokaisella tasolla on vastuu omasta toiminnastaan ja velvollisuus selvittää toimintaansa liittyvät tiedot /1, kohta 12/. Yksilöiden turvallisuuskulttuuriin kuuluva tapa toimia voidaan tiivistää kolmeen asiaan: kyseenalaistava asenne, jämää ja harkitsevainen lähestymistapa sekä kommunikointi.

Kyseenalaistava asenne voidaan selittää seuraavilla kysymyksillä, jotka jokaisen tulisi kysyä itseltään aina, kun aloittaa uuden turvallisuuteen liittyvän tehtävän /1, kohta 60/:

- Ymmärräkö tehtävän?
- Mitkä minun vastuuni ovat?
- Kuinka tehtävä liittyy turvallisuuteen?
- Onko minulla riittävä tietämys tehtävän suorittamista varten?
- Mitkä ovat muiden vastuut?
- Onko tässä kyseessä mitään epätavallisia piirteitä?
- Tarvitseko apua tehtävässäni?
- Mikä voi mennä pieleen?
- Mitkä ovat seuraukset, jos asiat menevät pieleen?
- Mitä on tehtävissä, jotta virheitä ei tapahdu?
- Mitä teen virheen sattuessa?

Jämää ja harkitsevainen lähestymistapa tarkoittaa /1, kohta 61/:

- Työn vaatimien määriteltyjen menettelyiden ymmärtäminen
- Määriteltyjen menettelyiden noudattaminen
- Yllätyksiin varautuminen
- Jos ongelmia tulee, on pysähdyttävä ja mietittävä miten edetä
- Avun pyytäminen tarvittaessa
- Huomion kiinnittäminen suunnitelmiin, aikatauluihin ja talouteen
- Huolellinen suorittaminen
- Oikopolkujen välttäminen

Kommunikointi tarkoittaa /1, kohta 62/:

- Käyttökelpoisen tiedon hankkiminen
- Tiedon siirtäminen toisille
- Työn rutiiniluontoisten ja odottamattomien tulosten raportointi ja dokumentointi
- Uusien turvallisuuteen liittyvien aloitteiden tekeminen.

INSAG 4 /1/ esittää konkreettisia asioita ja näkökulmia, joihin erityyppisissä organisaatioissa tulisi kiinnittää huomiota turvallisuuskulttuurin luomisessa ja ylläpitämisessä. Organisaatio tyypit on jaettu lainsäätäjiin, ydinlaitoksen käyttäjiin ja tukiorganisaatioihin. Lainsäätäjille ja ydinlaitoksen käyttäjille annetut tuotteen laatuun, johtamiseen ja turvallisuusilmapiirin luomiseen liittyvät ohjeet ovat suoraan sovellettavissa myös tukiorganisaatiolle. Näitä ohjeita ovat:

69. Uusien haasteiden kohdatessa käytetään yleisesti konservatiivista lähestymistapaa, mutta uusia innovaatioita ei tukahduteta pidättäytymällä vain vanhoihin ratkaisuihin. Turvallisuusparannukset kumpuavat hyvistä yhdistelmistä uusia ratkaisuja ja hyviksi todettuja tekniikoita.

70. Turvallisuuskulttuuri lähtee organisaation ylimmästä johdosta.

71. Ensisijainen näyttö ylimmän johdon sitoutumisesta turvallisuuskulttuuriin on turvallisuuspolitiikan ja tavoitteiden asettaminen. Tavoitteista tulee tulla ilmi, että turvallisuuden asettaminen etusijalle on elintärkeää ja turvallisuus asetetaan tuotannon edelle.

72. Johtamisjärjestelmästä tulee käydä ilmi vastuut ja resurssit.

73. Johdon on säännöllisesti tarkastettava turvallisuuskulttuurin edistymistä ja ryhdyttävä tarvittaviin toimenpiteisiin turvallisuuskulttuurin parantamiseksi. Muutamia tarkasteltavia asioita ovat:

- koulutus on riittävää ja tarjolla olevat resurssit ovat sopivat
- dokumentointijärjestelmä on riittävä
- turvallisuudesta vastuullisiin tehtäviin on valittu sopiva henkilöstö

74. Johto luo ilmapiirin, joka vaikuttaa positiivisesti henkilöstön turvallisuusasenteisiin.

75. Dokumenttien ja lopputuotteiden tarkastus tehdään, niin että se varmistaa niiden turvallisen käytön.

76. Koulutus ja ohjaus varmistavat sen, että henkilöstöllä on tiedossa heidän vastualueellaan olevat mahdolliset virhelähteet ja miten ne voidaan välttää.

78. Henkilöstöllä on käytettävissä riittävästi tietoa ja asianmukaiset tilat työskentelyä varten. Yksilöiden työkuorma pidetään sopivalla tasolla.

80. Henkilöstön asennetta turvallisuuskulttuuria kohtaan voi tarkkailla vastaamalla seuraaviin kysymyksiin:

- Noudatetaanko asetettuja sääntöjä tarkasti, vaikka toimintatapaa olisi mahdollista muuttaa helpommaksi?
- Pysähtyvätkö henkilöt miettimään ratkaisutapoja, kun odottamattomia haasteita tulee vastaan?

- Arvostaako henkilökunta ja johto turvallisuuskulttuuria?
- Tekeekö henkilöstö aloitteita turvallisuuskulttuurin parantamiseksi?

83. Paikallisten käytäntöjen parantaminen on hyvä mittari kertomaan turvallisuuskulttuurin tasosta, yksilöiden asenteista ja johdon toiminnasta. Paikallisia käytäntöjä voivat olla esimerkiksi talouden hoito, laadunhallinta tai poikkeamien raportointi.

Suunnitteluorganisaation on pysyttävä ajan tasalla muualla tapahtuvasta ydinturvallisuuteen vaikuttavasta kehityksestä osallistumalla aktiivisesti kansalliseen ja kansainväliseen toimintaan. Organisaatiolla tulisi olla muodolliset mekanismit ja vastuuhenkilöt uuden tiedon hankkimista varten /1, kohta 91/.

Hyvä turvallisuuskulttuuri voidaan vielä tiivistää kolmeen perustavanlaatuisen asiaan /2/:

1. Hyvä kommunikointi
2. Realistiset tavoitteet
3. Organisaation selkeys

Hyvä kommunikointi tarkoittaa tiedon siirtämistä, vastaanottamista ja oikeaksi osoittamista. Kommunikoinnissa on käytettävä useita erilaisia keinoja tiimipalavereista turvallisuusraportteihin. Kasvokkain tapahtuva tiedon vaihto on kaikkein tehokkainta.

Asetettavien tavoitteiden tulee olla realistisia ja niiden on oltava saavutettavissa järkevässä aikataulussa. Tavoitteiden saattamiseksi loppuun asti on tehtävä töitä. Saavuttamatta jäävät tavoitteet ovat omiaan kasvattamaan kyynistä ilmapiiriä.

Organisaation rakenteen on oltava selkeä ja tehtävien jaon yksiselitteinen. Henkilökunnan on tiedettävä mikä heidän tehtävänsä on organisaatiossa ja miten heidän osaamistaan käytetään organisaation yhteisten tavoitteiden saavuttamisen tueksi. Tämä on tärkein asia erityisesti, kun organisaatiossa tapahtuu nopeita muutoksia.

2.1 Turvallisuuskulttuurin kehittäminen

IAEA:n raportti INSAG 15 /2/ esittää tärkeimpiä asioita turvallisuuskulttuurin parantamista varten. Sen mukaan organisaation turvallisuuskulttuurin tason kehityksen voi kuvata kolmiportaisena:

1. Turvallisuus on sääntöjen ja määräysten noudattamista ja turvallisuus nähdään teknisenä asiana ja riittävänä tasona koetaan ulkoapäin tulevien asetusten ja määräysten noudattaminen.
2. Hyvä turvallisuus on organisaation tavoite ja turvallisuustavoitteita asetetaan.
3. Turvallisuus nähdään jatkuvana parantamisen prosessina johon jokainen osallistuu.

Organisaatiot eivät kuitenkaan ole selvästi jaettavissa näihin portaisiin, vaan niissä voi olla piirteitä kaikista portaista. Organisaation pääseminen kolmannelle portaalle, joka on tavoitetaso tarkoittaa sitä, että organisaation kaikki jäsenet työskentelevät kohti samaa turvallisuusvisiota ja jakavat organisaation turvallisuusarvot. Myös alihankkijoille on oltava selvää turvallisuuteen vaikuttavat asiat ja kaikilla on oltava yhteinen käsitys turvallisuuden asettamista vaatimuksista.

Parker, Lawrie ja Hudson /5/ tarjoavat turvallisuuskulttuurin tason määrittämiseen viisi portaisen asteikon:

1. Patologinen: Kukaan ei välitä turvallisuudesta, kunhan ei jäädä kiinni.
2. Reagoiva: Turvallisuus on tärkeää, teemme parannuksia aina kun jotain sattuu.
3. Laskelmoiva: Meillä on järjestelmät, joilla hallitaan kaikki uhkat.
4. Ennakoiva: Yritämme ennustaa turvallisuusongelmat ennen kuin ne esiintyvät.
5. Tuottava: Turvallisuus, terveys ja ympäristö on kaiken toiminnan edellä.

Organisaation turvallisuuskulttuurin tasoa voi arvioida vastaamalla seuraaviin kysymyksiin /2/:

- Missä määrin turvallisuus saavutetaan ensisijaisesti noudattamalla suunnittelustandardeja?
- Onko organisaatio asettanut selviä turvallisuustavoitteita ja kattavan järjestelmän turvallisuuden johtamista varten?
- Onko suurin osa henkilöstöstä organisaation kaikilla tasoilla osallistunut aktiivisesti ja rutiinomaisesti turvallisuuden parantamiseen.

Johtamisjärjestelmän on asetettava toimintatavat turvallisuuden johtamiselle. Kirjoitettujen toimintatapojen on vastattava käytännössä esiintyviä toimintatapoja. Toimintatapojen syyt ja vaatimukset on esitettävä selkeästi, koska kirjoitettuja toimintatapoja ei noudateta jos niiden syitä ei selkeästi ymmärretä. Kirjoitettuja toimintatapoja on arvostettava, koska muuten käytännön toimintatavat aletaan tehdä eri tavalla oikein.

Turvallisuuskulttuurin ja nimenomaan toimivan turvallisuuskulttuurin piirteet ovat samankaltaisia oppivan organisaation piirteiden kanssa. Viitala /3/ määrittelee oppivan organisaation seuraavasti:

"Se kykenee sekä prosessoimaan kokemuksiaan että sitä tapaa, jolla se tekee tämän prosessoinnin. Siellä maksimoidaan oppimisen mahdollisuuksina ja lähteinä kaikki sidosryhmäsuhteet: työntekijät, asiakkaat, toimittajat ja jopa kilpailijat. Oppiva organisaatio pyrkii oppimaan jokaisesta kokemuksesta yhtä lailla kuin siitakin, miten organisaatio kerää, prosessoi ja käyttää informaatiota. Sen johdon tärkein tehtävä on luoda oppimista edistävää ilmapiiriä: edistää kokeilutoimintaa, avointa kommunikointia, rakentavaa vuoropuhelua ja kokemusten prosessointia. Kaikilla työntekijöillä on vastuu informaation keräämisestä, tutkimisesta ja käyttämisestä niin, että oppimisprosessi edistyy. Oppivan organisaation toiminta muuttuu koko ajan, mitä pidetään normaalina ilmiönä."

Sengen /8/ mukaan oppivan organisaation viisi kurinalaisuutta ovat:

- Henkilökohtainen mestaruus: jatkuvasti kirkastuva ja syvenevä henkilökohtainen visio
- Mielikuvat: mallit ja yleistyksen kuinka maailma toimii ja kuinka siihen reagoimme
- Jaettu visio: aito omistautuminen yhteisen tavoitteen eteen työskentelylle
- Tiimin oppiminen: aito tiimin välinen kommunikointi ja kaikkien jäsenten kapasiteetin hyödyntäminen
- Systeemiajattelu: yksittäisten asioiden keskinäisten vaikutusten arviointi ja miten ne vaikuttavat kokonaisuuteen

Turvallisuuskulttuurissa tavoitteena on turvallisuuden jatkuva parantaminen, oppiminen virheistä ja oppiminen jatkuvasta parantamisesta. Tätä oppimista ja tiedon jakamista varten organisaatiossa on syytä olla muodolliset toimintatavat /2/. Kaikkein kestävimmit ratkaisut löydetään, kun koko henkilökunta etsii parannuskohteita omasta toiminnastaan oma-aloitteisesti, sen lisäksi että noudatetaan annettuja ohjeita.

Jatkuvassa parantamisessa parantamisen kohdetta on vaihdettava, sillä mitä enemmän asiaa yrittää parantaa, sitä vaikeammaksi sen parantaminen tulee. Toisin sanoen parantaminen kannattaa kohdentaa sellaiseen asiaan, jossa panos/tuotos suhde pysyy mahdollisimman korkeana. Kuitenkin on hyvä muistaa, että ilmeisimmät ratkaisut eivät tuo aina parhaita tuloksia pitkällä tähtäimellä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että hyvistä käytännöistä tulisi luopua vaan päinvastoin niitä tulee suosia. Kuitenkin pienet, hyvin valitut muutokset voivat kantaa tulosta paremmin pitkällä tähtäimellä. Nämä pienet muutokset eivät kuitenkaan ole yleensä niitä ilmeisimpiä ratkaisuja, kun haetaan parannusta johonkin monimutkaiseen ongelmaan /8/.

Organisaation sitoutumista oppimiseen voi arvioida seuraavien kysymysten avulla /2/:

- Onko organisaatiolla mekanismit, joiden avulla koko henkilökunta ja yhteistyökumppanit saadaan esittämään parannusehdotuksia?
- Annetaanko henkilökunnalle mahdollisuus etsiä parannuskeinoja organisaation ulkopuolelta ja onko heillä aikaa ottaa parannukset käyttöön? Rohkaistaanko heitä jakamaan ajatuksiaan ja arvioimaan omaa työpanostaan?
- Onko oppimisprosessin tulokset viety johtamisjärjestelmään ja turvallisuuskoulutukseksi ja onko organisaatiolla mekanismit tiedon tallentamiseen ja uudelleenkäyttöön?
- Onko turvallisuustason ja –suorituksen arvioinnille mekanismeja arvioida ja tunnistaa onko organisaation turvallisuustaso laskemassa tai onko omahyväisyys kehittymässä?

Turvallisuuskulttuurin tasoon vaikuttaa voimakkaasti kyseessä olevan organisaation yleinen kulttuuri. Tässä selvityksessä ei määritetä Platom Oy:n organisaation kulttuuria, mutta se tulisi tehdä sen jälkeen, kun turvallisuuskulttuuriin liittyvät perusasiat ovat kunnossa. Kuitenkin Hopkins /14/ nostaa artikkelissaan yhden määrittelyn organisaation kulttuurille: ”Näin meillä toimitaan” ja arvioi miten erilaiset organisaatioiden kulttuurit vaikuttavat turvallisuuskulttuuriin. Sen sijaan Rollenhagen /15/ esittää, että turvallisuuskulttuurin yhteydessä sitä ei pitäisi määritellä ”Näin meillä toimitaan” vaan viedä ajatus pidemmälle: ”Mitä vaatimuksia teknologiset systeemit asettavat tavallemme toimia ja minkä tyyppinen turvallisuuskulttuuri on tällöin tarpeellinen.”

2.2 Turvallisuuskulttuurin heikentyminen

Turvallisuuskulttuurin tason määrittämiseen kuuluu myös tunnistaa se, jos taso alkaa laskea. Seuraavana on kuvattu organisaation turvallisuustason heikentymisen tyypilliset piirteet /2/, samat asiat voivat olla sovellettavissa myös esimerkiksi ympäristöasioiden tai yrityksen talouden kehittymiseen:

Vaihe 1: Yliluottamus

Yliluottamus seuraa pitkään kestänyttä hyvää suorituskykyä, jota korostaa hyvät arvosanat ulkopuolisissa arvioinneissa.

Vaihe 2: Omahyväisyys

Tässä vaiheessa lieviä tapahtumia tai poikkeamia alkaa sattua ja niiden seurauksena tehdään riittämättömiä itsearviointeja. Valvonta alkaa heikentyä ja tyytyväisyys johtaa kehitysprojektien peruuttamiseen tai myöhästymiseen.

Vaihe 3: Kieltäminen

Kieltäminen on usein näkyvää kun pienten poikkeaminen määrä alkaa kasvaa ja merkittävimpiä poikkeamia alkaa tapahtua. Sisäisten auditointien tai arviointien kielteiset huomiot kielletään ja unohdetaan perusteettomina eikä perussyitä selvitetä. Korjaavia toimenpiteitä ei suoriteta järjestelmällisesti eikä niitä viedä riittävän pitkälle.

Vaihe 4: Vaara

Muutamia vakavia poikkeamia alkaa tapahtua, mutta sekä johto että henkilökunta hylkäävät sisäisistä tai ulkoisista auditoinneista tulevan kritiikin perusteettomana. Tämän johdosta sisäinen kritiikki hiljenee.

Vaihe 5: Romahdus

Romahdus huomataan helpoimmin, koska tässä vaiheessa ongelmat ovat jo ilmeisiä kaikille osapuolille. Johto on ihmeissään ja useimmiten johto on vaihdettava. Suuria ja kalliita kehitysohjelmia on otettava käyttöön.

Yksi keino tunnistaa, että työskentely on siirtymässä pois varmasti turvalliselta alueelta on, jos työskentely vaatii suomalaista sisua siinä mielessä, että "mennään vaikka läpi harmaan kiven". Joskus sisun käyttäminen on jopa tarpeen, mutta tällöin on hyvä tunnistaa, että turvallisuuden tila ei enää ole helposti määriteltävissä, eikä toimita enää selvästi turvallisella alueella. Tällöin olisi aika pysähtyä miettimään mitä oikeastaan pitäisi tehdä.

Rollenhagen /15/ kritisoi artikkelissaan turvallisuuskulttuuri käsitteen vaikutusta turvallisuuteen tai sitä että erityyppiset organisaatiot käsittävät turvallisuuskulttuurin eri tavalla ja keskittyvät turvallisuuskulttuuriin vain omasta näkökulmasta. Rollenhagenin /15/ mukaan suunnitteluorganisaatioilla on tapana keskittyä kehitettävään teknologiaan, jolloin inhimilliset käyttöön ja kunnossapitoon liittyvät asiat jäävät vähemmälle huomiolle. Laitteiden hyvällä suunnittelulla on mahdollista vaikuttaa myös laitteen käytön turvallisuuteen. Suunnitteluorganisaation tulisi käyttää suunnittelun tukena käytön kokemuksia mahdollisesti aikaisemmin käytössä olleesta vastaavasta laitteesta, jotta samoja virheitä ei toistettaisi /15/. Suunnitteluvirheet ja -puutteet voivat johtaa merkittäviin onnettomuuksiin. Panostamalla suunnitteluun, pystytään vaikuttamaan siihen, kuinka laaja turvallisuuskulttuuri käytettävän tuotteen ympärille on luotava. Mitä turvallisempi tuote suunnitellaan, sitä vähemmän sen käyttöön liittyy riskejä.

Uuden suunnitteluun kuuluu myös innovaatiot. Turvallisuuskulttuurin yhteydessä pidättäytytään mieluummin vanhassa konservatiivisessa ratkaisussa kuin haetaan täysin uusia ratkaisuja. Toisaalta tämä voi jopa estää turvallisuuskulttuurin kehittymisen /15/. Innovatiiviseen kulttuuriin kuuluu riskien ottaminen, kun taas turvallisuuskulttuurissa riskejä vältetään. Toisaalta yksi suunnittelutoimiston elinehto nykypäivänä on innovatiivisuus. Silloin kun on valmis vastaus ja ollaan "varmoja" vastauksen oikeudesta, lopetetaan vastauksen kyseenalaistaminen ja tyydytään siihen.

Kuitenkin monimutkaisten asioiden yhteydessä kuten turvallisuuskulttuuri ei ole välttämättä yhtä oikeaa vastausta /8/. Vastauksia tulisi kyseenalaistaa ja etsiä parempia vastauksia.

3. YVL-OHJEIDEN VAATIMUKSET

STUK:n ydinvoimalaitosohje YVL A.3 Ydinlaitoksen johtamisjärjestelmä /6/ antaa vaatimuksia johtamisjärjestelmään liittyen. YVL A.5 asettaa vaatimuksia ydinlaitoksen rakentamista ja käyttöönottoa varten /7/. Ohjeiden henki on, että johtamisjärjestelmän ja johdon on luotava hyvät edellytykset riittävän turvallisuuskulttuurin luomiselle, kehittämiselle ja ylläpitämiselle. Henkilöstön ja johdon on sitouduttava johtamisjärjestelmän mukaiseen toimintaan ja jatkuvaan parantamiseen. Ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta vastaa kuitenkin aina luvanhaltija eli voimayhtiö. Voimayhtiön tehtävä on varmistaa, että sama turvallisuuskulttuuri on käytössä myös suunnittelutoimistoilla. Tähän lukuun on koottu ne vaatimukset, jotka soveltuvat parhaiten asiantuntijaorganisaatiolle.

3.1 YVL A.3

Ohjeen A.3 kohdat 103, 104, 105, 106 ja 203 asettavat yleiset vaatimukset turvallisuuskulttuurille ja johtamisjärjestelmälle koko ydinlaitoksen suunnitteluun ja käyttöön liittyvälle toimittajaketjulle.

103. Turvallisuuden varmistaminen edellyttää ydinlaitoksen järjestelmien, rakenteiden, laitteiden ja turvallisuuteen vaikuttavien organisaatioiden toiminnan korkeaa laatua sekä turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden ja niiden välisten vuorovaikutusten asettamista erityisen huomion kohteeksi. Turvallisuus, siihen vaikuttavat tekijät ja eri tekijöiden väliset yhteydet muodostavat kokonaisuuden, jossa yhden tekijän muuttumisella voi olla laaja vaikutus. Tämän vuoksi turvallisuutta on tarkastettava kokonaisuutena.

104. Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 28 §:n mukaan *ydinvoimalaitosta suunniteltaessa, rakennettaessa, käytettäessä ja käytöstä poistettaessa on ylläpidettävä hyvää turvallisuuskulttuuria. Ydinturvallisuus on asetettava etusijalle kaikessa toiminnassa. Kaikkien edellä mainittuun toimintaan osallistuvien organisaatioiden johdon on osoitettava päätöksillään ja toiminnallaan sitoutumisensa turvallisuutta edistäviin toimintatapoihin ja ratkaisuihin. Henkilöstöä on kannustettava vastuuntuntoiseen työskentelyyn ja turvallisuutta vaarantavien tekijöiden tunnistamiseen, raportointiin ja poistamiseen. Henkilöstöllä on oltava mahdollisuus osallistua turvallisuuden jatkuvaan kehittämiseen.*

Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 29 §:n mukaan *ydinvoimalaitoksen suunnitteluun, rakentamiseen, käyttöön ja käytöstä poistamiseen osallistuvilla organisaatioilla on oltava johtamisjärjestelmä, jolla huolehditaan turvallisuuden ja laadun hallinnasta. Johtamisjärjestelmän tavoitteena on varmistaa, että turvallisuus asetetaan aina etusijalle ja että laadun hallintaa koskevat vaatimukset vastaavat toiminnon turvallisuusmerkitystä. Johtamisjärjestelmää on suunnitelmallisesti arvioitava ja kehitettävä.*

Johtamisjärjestelmän on katettava kaikki ydinvoimalaitoksen ydin- ja säteilyturvallisuuteen vaikuttavat organisaation toiminnot. Kunkin toiminnon osalta on tunnistettava turvallisuuden kannalta merkittävät vaatimukset ja kuvattava suunnitellut toimenpiteet sen varmistamiseksi, että vaatimukset täytetään. Organisaation prosessien ja toimintatapojen on oltava järjestelmällisiä ja ohjeistettuja.

Ydin- ja säteilyturvallisuuden kannalta merkittävien poikkeamien tunnistamiseksi ja korjaamiseksi on oltava järjestelmälliset menettelytavat.

105. Ydinlaitoksen turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden huomioon ottaminen varmistetaan johtamisjärjestelmässä yhdistämällä turvallisuuden- ja laadunhallinnan järjestelmälliset menettelytavat.

106. Hyvän turvallisuuskulttuurin piirteitä ovat johdon ja henkilöstön sitoutuminen johtamisjärjestelmän mukaiseen toimintaan ja toiminnan jatkuvaan parantamiseen.

203. Ohjeen vaatimukset koskevat soveltuvin osin laitostoimittajaa, ydinpolttoaineen valmistukseen osallistuvia toimittajia, turvallisuuden kannalta tärkeitä suunnittelu- ja asiantuntijaorganisaatioita, testaus- ja tarkastuslaitoksia, laite- ja materiaalivalmistajia sekä muita turvallisuuden kannalta tärkeitä toimittajia.

YVL-ohjeen A.3 luku 3.2 asettaa vaatimuksia turvallisuuskulttuurille.

310. Johtamisjärjestelmän on tuettava hyvää turvallisuuskulttuuria. Hyvässä turvallisuuskulttuurissa painotetaan turvallisuuden ensisijaisuutta, toimenpiteiden priorisointia niiden turvallisuusmerkityksen perusteella, ylimmän johdon ja koko henkilöstön sitoutumista korkeaan turvallisuuteen, avointa ja keskustelevaa ilmapiiriä, turvallisuuden kokonaisvaltaisuutta sekä turvallisuuden jatkuvaa parantamista.

311. Turvallisuuskulttuurin käsite on konkretisoitava ja viestittävä siten, että organisaation koko henkilöstöllä on yhteinen ymmärrys turvallisuuskulttuurin merkityksestä ja sen keskeisistä piirteistä sekä kyky tunnistaa yleisiä ja omaan työhön liittyviä ydin- ja säteilyturvallisuutta ja turvallisuuskulttuuria vahvistavia ja heikentäviä tekijöitä.

312. Johdon on määriteltävä ja edistettävä turvallisuuskulttuuria koskevia periaatteita, jotka ohjaavat henkilöstön turvallisuustietoista päätöksentekoa ja käyttäytymistä. Johtajien roolista turvallisuuskulttuurin vahvistamisessa asetetaan yksityiskohtaisempia vaatimuksia ohjeessa YVL A.4 Ydinlaitoksen organisaatio ja henkilöstö.

313. Johdon käytettävissä on oltava turvallisuuskulttuurin asiantuntemusta, jotta hyvää turvallisuuskulttuuria voidaan kehittää ja ylläpitää organisaatiossa.

314. Turvallisuuskulttuurin kehittämisen on oltava tavoitteellista ja suunnitelmallista.

315. Suunnitelmallisen kehittämisen lisäksi turvallisuuskulttuurin vahvuuksia, heikkouksia ja kehittämistarpeita on tunnistettava käyttötapahtumien yhteydessä.

316. Turvallisuuskulttuurin tärkeyttä on pidettävä esillä ja sitä on vahvistettava säännöllisellä viestinnällä.

317. Johtamisjärjestelmässä on oltava menettelyt, joilla kannustetaan henkilöstöä saavuttamaan turvallisuus- ja laatuavoitteet, tehdään jatkuvia parannuksia ja luodaan avoimuutta edistävä ilmapiiri.

318. Johtamisjärjestelmässä on oltava menettelyt, joiden avulla johto on tietoinen turvallisuuskulttuurin tilasta, sen muutoksista ja erityisesti turvallisuuskulttuurin mahdollisesta heikkenemisestä.

Kohdissa 319-321 asetetaan vaatimuksia inhimillisten ja organisatoristen tekijöiden hallintaan.

319. Yksilöiden, tekniikan ja organisaation välinen vuorovaikutus vaikuttaa turvallisuuteen. Johtamisjärjestelmään on sisällytettävä systemaattisia menetelmiä, joilla tunnistetaan ja hallitaan turvallisuuteen vaikuttavia inhimillisiä ja organisatorisia tekijöitä.

320. Inhimillisiä ja organisatorisia tekijöitä on käsiteltävä yhdessä teknisten asioiden kanssa.

321. Henkilöstön osaamista on kehitettävä inhimillisten tekijöiden ja virhemahdollisuuksien tunnistamiseen ja hallintaan.

Kohdat 629 ja 630 asettavat vaatimuksia turvallisuusluokan 1 ja 2 laitteiden toimittajille.

629. Turvallisuudelle tärkeitä tuotteita toimittavilla toimittajilla on oltava asianmukainen sertifioitu tai vastaava kolmannen osapuolen riippumattomasti arvioima johtamisjärjestelmä. Tämän lisäksi turvallisuusluokan 1 ja 2 tuotteita toimittavan organisaation on täytettävä tämän ohjeen johtamisjärjestelmää koskevat vaatimukset. Luvanhaltija voi tarvittaessa soveltaa kohdassa 630 esitettyä menettelyä turvallisuusluokan 2 laitteita tai rakenteita koskevia tuotteita toimittavan toimittajan osalta. Menettelyn soveltaminen on perusteltava.

630. Valintamenettelyissä on määriteltävä, milloin kohdan 629 mukaisten toimijoiden on esitettävä sen omaa johtamisjärjestelmää täydentävät laadunvarmistusmenettelyt toimituksen laatusuunnitelmassa. Laatusuunnitelmassa on esitettävä käytettävät laadunhallinnan menettelyt, joilla varmistetaan, että YVL-ohjeissa esitetyt sekä luvanhaltijan asettamat laadunhallintaa koskevat vaatimukset toteutuvat hankinnassa.

Kohta 701 antaa tunnusmerkit kehittyneelle johtamisjärjestelmälle ja kohdat 708-711 antaa vaatimuksia prosessien mittaamiselle ja itsearvioimiselle.

701. Kehittyneen johtamisjärjestelmän tunnusmerkkejä ovat toiminnan laatuun ja turvallisuuden hallintaan liittyvän tiedon kerääminen, sen aktiivinen seuranta ja analysointi sekä toiminnan säännöllinen itsearviointi, riippumattomien arviointien käyttö ja näiden perusteella tehtävä jatkuva johtamisjärjestelmän ja menettelytapojen parantaminen.

708. Johtamisjärjestelmässä on oltava menettelyt prosessien seuraamiseksi, mittaamiseksi ja toimivuuden arvioimiseksi. Menettelyillä varmistetaan prosessien kyvystä saavuttaa asetetut tavoitteet ja siitä, että prosessien parantamiskohteet tunnistetaan.

709. Johdon sekä kaikkien muiden organisaatiotasojen on tehtävä itsearviointia toiminnan ja turvallisuuskulttuurin arvioimiseksi ja parantamiseksi. Itsearvioinnilla tarkoitetaan sitä, että organisaation oma henkilöstö arvioi omaa toimintaansa tai toimintaan liittyviä prosesseja ennalta määritettyjen kriteerien suhteen.

710. Organisaatiolla on oltava menettely, jonka avulla arvioidaan miten hyvin henkilöstö tuntee työtehtäviensä merkityksen ja tärkeyden ja sen, miten he vaikuttavat turvallisuus- ja laatuavoitteiden saavuttamiseen.

711. Henkilöstön vaikutusmahdollisuuksista on huolehdittava mahdollistamalla arviointiin ja kehittämiseen osallistuminen sekä kokoamalla ja käsittelemällä henkilöstöltä saatava palaute.

3.2 YVL A.5

YVL A.5 asettaa vaatimuksia ydinlaitoksen rakentamista ja käyttöönottoa varten /7/. Luvussa 3.2 asetetaan vaatimuksia luvanhaltijalle sen varmistamiseksi, että laitoksen rakentamistoiminnassa ja laitosmuutoksiin osallistuvilla organisaatioilla on hyvä turvallisuuskulttuuri. Vaatimukset 334 ja 336 asettavat vaatimuksia erityisesti laitosmuutoksiin osallistuville organisaatioille.

334. Rakentamis- tai laitosmuutoshankkeeseen osallistuvilla organisaatioilla on oltava hyvä turvallisuuskulttuuri. Hyvällä turvallisuuskulttuurilla rakentamistoiminnassa tarkoitetaan sellaista organisaatiokulttuuria, jossa ydin- ja säteilyturvallisuuden sekä laadun kannalta olennaiset vaatimukset tunnustetaan, ymmärretään ja niihin sitoudutaan kaikissa hankkeeseen osallistuvissa organisaatioissa ja tehtävissä. Hyvän turvallisuuskulttuurin mukaan turvallisuus pidetään ensisijaisena arvona toiminnassa ja päätöksenteossa.

336. Rakentamis- tai laitosmuutoshankkeeseen osallistuvilla henkilöille on järjestettävä koulutusta turvallisuuskulttuurista ja sen keskeisistä piirteistä. Koulutuksen avulla edistetään sitä, että henkilö tuntee ja riittävällä tasolla ymmärtää työhönsä kohdistuvat ydin- ja säteilyturvallisuusvaatimukset ja niiden turvallisuusmerkityksen sekä osaa toimia oikein havaitessaan poikkeaman.

4. PLATOM OY:N TURVALLISUUSKULTTUURI 2016

Platom Oy:n turvallisuuskulttuuri ei ole riittävällä tasolla ja sen osoittaa kahden toisistaan riippumattoman auditoinnin tulos /12, 13/.

Platom Oy:llä on ISO 9001:2008 sertifioitu johtamisjärjestelmä /9, 10/. Lisäksi on ISO 14001 (ympäristöjärjestelmä) ja OHSAS 18001 (työterveys ja työturvallisuusjärjestelmä) sertifikaatit /11/. Platom Oy:n johtamisjärjestelmässä ei oteta kantaa siihen, miten työn vaikutus ydinturvallisuuteen on otettava huomioon tai mikä yhtiön ylimmän johdon kanta ydinturvallisuuden parantamiseen on. Johtamisjärjestelmässä on kuitenkin paljon piirteitä, jotka kuuluvat osaksi turvallisuuskulttuuria. Näitä piirteitä ovat mm:

- Sertifioitu johtamisjärjestelmä itsessään.
- Missio: *"Platom Oy toimittaa ydinvoimateollisuudelle lisäarvoa tuottavia ratkaisuja ja palveluja edistäen sen jatkuvaa kehittymistä ja turvallisuuskulttuuria."*
- Yhtiö tukee henkilöstön osaamisen kehitystä järjestämällä koulutusta strategisten linjausten ja henkilökohtaisten tarpeiden mukaisesti.
- Toimintaa arvioidaan vuosittain sisäisillä auditoinneilla.
- Asiakastytyväisyyttä mitataan asiakaskyselyillä.
- Palautteet, poikkeamat tai reklamaatiot käsitellään johtoryhmässä ja ryhdytään niiden vaatimiin toimenpiteisiin.
- Lessons learned-tapahtumien läpikäyminen johtoryhmässä.
- Laatupolitiikka: *"Menestymisemme perustuu asiakkaiden tarpeiden ymmärtämiseen, asiantuntijuuteen, ongelmanratkaisukykyyn, luotettavuuteen sekä joustavuuteen. Kehitämme aktiivisesti toimintaamme vastaamaan paremmin asiakkaiden tarpeita. Osaava ja innovatiivinen henkilöstö sitoutuu toiminnassaan asiakkaiden kanssa sovittuun laatuun ja pyrkii omalla panoksellaan jatkuvasti parantamaan ja kehittämään yrityksen liiketoimintaa sekä tuottamaan lisäarvoa asiakkaille. Jokapäiväisten työtehtävien tukena toimii dokumentoitu toiminnanohjausjärjestelmä."*
- Ympäristö, työterveys- ja turvallisuuspolitiikan mukaan: *"Platom Oy tarjoaa laadukkaita, ympäristövastuullisia ja turvallisia tuotteita sekä noudattaa toiminnassaan voimassa olevia lakeja ja toimialansa voimassa olevia määräyksiä. Platom Oy ottaa toiminnassaan ja päätöksenteossa huomioon ympäristö- ja turvallisuusnäkökohdat tavoitteenaan jatkuvan parantamisen periaatteen noudattaminen. Yhtiössä toimitaan niin, että sen oman toiminnan sekä tuotteiden aiheuttamat negatiiviset ympäristö- ja turvallisuusvaikutukset ovat niin pienet kuin on järkevästi mahdollista saavuttaa. Yritys ei ryhdy hankkeisiin, joilla on merkittävät negatiiviset ympäristö- ja turvallisuusvaikutukset. Yritys sitoutuu ympäristö-, työterveys- ja turvallisuusasioiden jatkuvaan parantamiseen."*
- Projekteille tehdään laatusuunnitelma.
- Riskikartoitus kuuluu osaksi suurten projektien aloitusrutiineita.
- Asiakirjojen tarkastusmenettelyt.
- Aloitejärjestelmä.
- Turvallisuuskulttuuriin liittyen on alettu antamaan sisäistä koulutusta vuonna 2015.

OHSAS 18001 työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä ottaa kantaa nimensä mukaisesti vain työterveys ja työturvallisuusasioihin. Työterveys ja työturvallisuus tarkoittaa /11/: "Olosuhteet ja tekijät, jotka vaikuttavat tai voivat vaikuttaa yrityksen

palveluksessa olevien ja muiden työntekijöiden (mukaan lukien tilapäisten työntekijöiden ja urakoitsijana toimivan henkilöstön), vierailijoiden ja kenen tahansa henkilön työterveyteen ja turvallisuuteen työpaikalla.”

Platom Oy:n sisäisessä koulutuksessa 2015 on julkaistu yrityksen turvallisuuskulttuuriohjelma:

1. Turvallisuus koskettaa kaikkia
2. Johto on esimerkkinä alaisilleen
3. Turvallisuusasioita käsitellään avoimesti
4. Turvallisuusmääräyksistä ei tingitä
5. Ydintekniikan erityisominaisuudet ja turvallisuusluokittelu otetaan huomioon
6. Kyselevää ja epäilevää asennetta suositaan ja kehitetään
7. Omista ja toisten virheistä otetaan opiksi
8. Turvallisuutta arvioidaan ja kehitetään säännöllisesti

Ohjelma on turvallisuuskulttuurin hengen mukainen ja sopii noudatettavaksi sellaisenaan. Ohjelma tulisi kuitenkin viedä enemmän käytäntöön ja päivittäiseen toimintaan.

Platom Oy:llä on pyritty nostamaan yleistä turvallisuuteen liittyvää henkeä jakamalla työntekijöille ja yhteistyökumppaneille turvallisuuteen liittyviä tuotteita, kuten heijastimia, turvallisuusliivejä ja turvavyöleikkureita. Jos työntekijä pyörii talvisin säännöllisesti töihin, niin työntekijälle kustannetaan nastarenkaat. Henkilökunta osallistuu säännöllisesti alkusammutus- ja hätäensiapukoulutukseen.

Turvallisuuskulttuuriin kuuluu jatkuva uuden oppiminen. Platomilla tuetaan työntekijöiden kouluttautumista.

Organisaation turvallisuuskulttuurin tasoa pystyisi määrittämään esimerkiksi erilaisilla henkilökunnan kyselytutkimuksilla. Kyselytutkimukset eivät välttämättä anna yksinään riittävää kuvaa turvallisuuskulttuurista. Esimerkiksi Antonsen /4/ kuvaa artikkelissaan kuinka erilaisen tuloksen antoi norjalaisen öljy-yhtiön öljynporaustaloutaan Snorre Alphan henkilöstölle tehty turvallisuuskysely ennen siellä tapahtunutta onnettomuutta ja onnettomuuden jälkeen tehty puolueeton tutkimus.

IAEA:n raportti INSAG 15 /2/ esitti organisaation turvallisuuskulttuurin tason kehityksen kolmiportaisena:

1. Turvallisuus on sääntöjen ja määräysten noudattamista ja turvallisuus nähdään teknisenä asiana ja riittävänä tasona koetaan ulkoapain tulevien asetusten ja määräysten noudattaminen.
2. Hyvä turvallisuus on organisaation tavoite ja turvallisuustavoitteita asetetaan.
3. Turvallisuus nähdään jatkuvana parantamisen prosessina johon jokainen osallistuu.

Tällä portaikolla Platom on suurimmaksi osaksi ensimmäisellä portaalla tai siirtymässä ensimmäiselle portaalle, tosin asioita korkeammiltakin portaita löytyy. Esimerkiksi missiossa pyritään jatkuvaan ydinvoimateollisuuden kehittämiseen ja turvallisuuskulttuurin parantamiseen. Tällöin helpointa lähteä kehittämään ydinvoimateollisuuden turvallisuuskulttuuria on lähteä kehittämään ensiksi omaa turvallisuuskulttuuria. Työterveys- ja turvallisuuspolitiikassa sitoudutaan turvallisuuden

jatkuvaan parantamiseen. Parker, Lawrie ja Hudsonin /5/ viisiportaisella asteikolla olemme osittain portailla 2, 3 ja 4.

Koska turvallisuuskulttuuri on ylhäältä johdettua ja turvallisuuskulttuurin käsite ja toimintamme vaikutuksen arviointi ydinturvallisuuteen puuttuu johtamisjärjestelmästä, olisi ensisijaisen tärkeää ottaa turvallisuuskulttuuri osaksi johtamisjärjestelmää. Vaikka varsinainen kirjoitettu turvallisuuskulttuuri puuttuu johtamisjärjestelmästä, niin johtamisjärjestelmään kuuluu paljon turvallisuuskulttuurin piirteitä. Voisi sanoa, että Platomilla on kuitenkin kirjoittamaton turvallisuuskulttuuri.

Konkreettinen toimenpide työn turvallisuusmerkityksen arviointiin olisi lisätä INSAG 4 /1/ esitetty kysymyslista projektin aloitusrutiineihin, riippumatta projektin luonteesta.

- Ymmärräkö tehtävän?
- Mitkä minun vastuuni ovat?
- Kuinka tehtävä liittyy turvallisuuteen?
- Onko minulla riittävä tietämys tehtävän suorittamista varten?
- Mitkä ovat muiden vastuut?
- Onko tässä kyseessä mitään epätavallisia piirteitä?
- Tarvitseko apua tehtävässäni?
- Mikä voi mennä pieleen?
- Mitkä ovat seuraukset, jos asiat menevät pieleen?
- Mitä on tehtävissä, jotta virheitä ei tapahdu?
- Mitä teen virheen sattuessa?

Uuden työntekijän työn aloitusrutiineihin kuuluu perehdytys. Osana perehdytystä tulisi turvallisuuskulttuuri ja työn merkitys ydin- tai säteilyturvallisuuteen käsitellä kokeneemman asiantuntijan johdolla.

Projekteissa erityistä huomioita tulisi kiinnittää projektin rajapintojen määrittelyyn ja niiden toteuttamiseen, sillä ne ovat kokonaisuuden kannalta herkkiä virhelähteitä.

Projektin päätyttyä toimintaohjeistuksen mukaan lähetetään asiakkaalle asiakaspalautelomake, jossa asiakas arvioi Platomien toimintaa projektin aikana. Asiakastyytyväisyys on vuonna 2016 ollut keskiarvoltaan 4,4 (asteikolla 0-5), joten asiakkaat ovat olleet tyytyväisiä Platom Oy:n toimintaan. Turvallisuuskulttuuria parantava toimenpide olisi suorittaa aina projektin päätyttyä itsearviointi /YVL A.3 709/, jossa käytäisiin vielä läpi projektin alussa käyty kysymyslista ja arvioitaisiin pitkö vastaukset paikkansa, miten projekti sujui omasta mielestä, mitä olisi voitu tehdä paremmin ja mitä projektista opittiin. Itsearvioinnin tuloksista voisi saada lisäksi hyvän toimintajärjestelmän mittarin.

Vuonna 2016 Platom Oy on muutoksen keskellä, koska organisaatio uudistuu yrityksen omistajan palattua toimitusjohtajaksi. Yrityksen päätuotteen autoklaavien toimitusten ollessa tauolla haetaan aktiivisesti uutta liiketoimintaa. Organisaation muutoksessa on kiinnitettävä erityistä huomioita siihen, että organisaation rakenteen on oltava selkeä ja tehtävien jaon yksiselitteinen. Henkilökunnan on tiedettävä mikä heidän tehtävänsä on organisaatiossa ja miten heidän osaamistaan käytetään organisaation yhteisten tavoitteiden saavuttamisen tueksi /2/.

4.1 Platomin turvallisuuskulttuuri suhteessa YVL:n tärkeimpiin vaatimuksiin

Luvussa 4 esitettyjen YVL-ohjeiden /6, 7/ tärkeimmät turvallisuuskulttuuria koskevat vaatimukset voi tiivistää kuuteen vaatimukseen.

1. Ydinturvallisuus on asetettava etusijalle kaikessa toiminnassa (A.3: 104, A.5: 334)
2. Sertifioidulla johtamisjärjestelmällä on huolehdittava turvallisuuden ja laadun hallinnasta (A.3: 104, 105, 310, 629, 630, 701)
3. Toiminnan jatkuva parantaminen, tavoitteellisuus ja suunnitelmallisuus (A.3: 106, 314)
4. Turvallisuuskulttuurin käsite on konkretisoitava ja viestittävä koko organisaatiolle, niin että kaikilla on siitä yhteinen käsitys (A.3: 311)
5. Turvallisuutta on käsiteltävä tekniikan, organisaation ja inhimillisten tekijöiden näkökulmasta (A.3: 319, 320, 321)
6. Johdon ja kaikkien organisaatiotasojen on tehtävä itsearviointia toiminnan ja turvallisuuskulttuurin arvioimiseksi ja parantamiseksi (A.3: 701, 708, 709)

Platomin toiminnassa ydinturvallisuus on asetettu etusijalle toiminnassa, mutta sitä ei ole sanottu johtamisjärjestelmässä, joten tämä tulisi tehdä huomattavasti näkyvämmiin.

Platomilla on sertifioitu johtamisjärjestelmä, mutta siinä ei oteta kantaa turvallisuuskulttuuriin tai ydinturvallisuuteen, mutta sillä huolehditaan työturvallisuuden ja laadun hallinnasta.

Platomin toiminnassa pyritään jatkuvaan parantamiseen, se on suunnitelmallista ja tavoitteita asetetaan.

Turvallisuuskulttuurin käsitettä ei ole konkretisoitu eikä siitä ole ollut yhteistä käsitystä. Tämän raportin tehtävä on konkretisoida turvallisuuskulttuurin käsitettä.

Turvallisuutta on käsitelty tekniikan, organisaation ja inhimillisten tekijöiden näkökulmasta (ympäristö ja työterveys- ja turvallisuusjärjestelmä), mutta tätä voisi lisätä.

Itsearviointeja on tehty esim. sisäisissä auditoinneissa, mutta itsearviointia voisi lisätä esim. projektin päättämisrutiineihin.

YVL-ohjeissa asetetaan vaatimukseksi useassa kohdassa, että on oltava ”hyvä turvallisuuskulttuuri”. Toisaalta voi ajatella, että turvallisuuskulttuurissa ei koskaan saavuteta niin hyvää tasoa, että se olisi riittävä, vaan sitä on aina parannettava. Hyvä turvallisuuskulttuuri on sitä, että tunnustetaan millä tasolla ollaan, missä voidaan parantaa sekä asetetaan ydin- ja säteilyturvallisuus ja toiminnan korkea laatu ensisijaisiksi arvoiksi.

Platomin turvallisuuskulttuuripolitiikka voisi kuulua esimerkiksi näin:

”Platom ottaa toiminnassaan huomioon ydinturvallisuuden sille asettamat erityispiirteet ja asettaa ydin- ja säteilyturvallisuuden ensisijaiseksi toiminnan lähtökohdaksi. Turvallisuuskulttuurissa sitoudutaan noudattamaan korkeaa laatua, mittaamaan toiminnan tasoa ja jatkuvaan parantamiseen. Platomilla turvallisuuskulttuuri tarkoittaa

avoimuutta, toiminnasta oppimista, korkeaa laatua ja vastuullisuutta. Platomin johto luo edellytykset turvallisuuskulttuurin kehittämiselle.”

5. YHTEENVETO

Turvallisuuskulttuuri on abstrakti käsite, eikä sitä voi selittää yksikäsitteisesti ja tyhjentävästi, eikä sanoa tarkkoja rajoja mitä se pitää sisällään. Kuitenkin ydinvoimalalla sillä tarkoitetaan ydin- ja säteilyturvallisuuden asettamista toiminnan ensisijaiseksi päämääräksi. Organisaation turvallisuuskulttuuri pitää sisällään seuraavanlaisia piirteitä:

- Vastuullisuus, avoimuus, omistautuminen
- Kirjoitettujen sääntöjen mukaan toimiminen, mutta toisaalta kyseenalaistava asenne
- Jatkuva parantaminen ja oppiminen
- Johto luo oikeanlaisen ilmapiirin
- Korkea toiminnan laatu
- Virheet nähdään mahdollisuutena parantaa toimintaa
- Hyvä kommunikointi
- Realistiset tavoitteet

Turvallisuuskulttuuri ei koske vain ydinvoimalaitoksen käyttöä vaan koko ketjua tutkimusta, suunnittelua, valmistusta, lainsäädäntöä, käyttöä, kunnossapitoa jne. Turvallisuuskulttuuri kuuluu myös jokaiselle yksilölle ja organisaatioille kokonaisuudessaan ja sen tulisi olla osa organisaation johtamisjärjestelmää. Turvallisuuskulttuuri onnistuu vain, kun kaikki omistautuvat yhteiselle päämäärälle. Ydin- ja säteilyturvallisuus on asetettava kaiken muun toiminnan edelle ydinvoimalalla työskennellessä, riippumatta siitä työskennelläänkö luvanhaltijana, viranomaisena tai suunnittelutoimistossa.

Suunnitteluorganisaation tärkein tehtävä ydinturvallisuudesta huolehtimisessa on varmistaa lopputuotteen korkea laatu.

Platom Oy:n turvallisuuskulttuurin nähdään olevan INSAG 15 /2/ mukaisen kolmiportaisen asteikon tasolla 1: *"Turvallisuus on sääntöjen ja määräysten noudattamista ja turvallisuus nähdään teknisenä asiana ja riittävänä tasona koetaan ulkoapäin tulevien asetusten ja määräysten noudattaminen."* Johtuen siitä, että turvallisuuskulttuuri puuttuu johtamisjärjestelmästä.

Ensisijainen toimenpide Platom Oy:n turvallisuuskulttuurin tason nostamiseksi olisi viedä turvallisuuskulttuuri johtamisjärjestelmään. Voisi katsoa, että turvallisuuskulttuurin vaaliminen on ydinvoima-alalla työskennellessä elinehto yrityksen olemassaololle pitkällä aikavälillä. Asia korostuu, kun yritys tulee tavoittelemaan ja keskittymään suurempien turvallisuusluokiteltujen laitteiden toimitusprojekteihin. Lisäksi tulisi lisätä työn vaikutuksen arviointia nimenomaan ydin- ja säteilyturvallisuuteen liittyen sekä itsearviointia projektien päätyttyä. Turvallisuuskulttuuri käsite pitäisi avata uudelle työntekijälle jo perehdytysrutiineissa. Turvallisuuskulttuurin kannalta tärkeintä on jatkaa korkealaatuisten lopputuotteiden tuottamista.

Asioita joihin on kiinnitettävä erityistä huomiota:

- Aikataulut, pidetäänkö tiukasti kiinni aikatauluista vai laitetaanko turvallisuus ja laatu edelle. Lisäksi aikataulut on laadittava realistisesti projektin suunnitteluvaiheessa.

- Yksilöiden pätevyys ja osaaminen
- Turvallisuudelle myönteinen ilmapiiri
- Projektien laatu
- Alihankkijoiden käsitys työn vaikutuksesta ydinturvallisuuteen
- Tiedonkulku organisaation sisällä ja yhteistyökumppaneiden välillä

Lähdeluettelo

- [1] Safety Culture. A report by the International Nuclear Safety Advisory Group. Safety Series No 75-INSAG-4. IAEA, Vienna 1991.
- [2] Key Practical Issues in Strenghtening Safety Culture. A report by the International Nuclear Safety Advisory Group. INSAG-15. IAEA, Vienna 2002.
- [3] Viitala Riitta, Johda osaamista! Osaamisen johtaminen teoriasta käytäntöön. Keuruu 2005: Otavan kirjapaino Oy.
- [4] Antonsen Stian. Safety Culture Assessment: A Mission Impossible? Journal of Contingencies and Crisis Management. Volume 17 Number 4 December 2009.
- [5] Parker, D., Lawrie, M., Hudson, P. A Framework for Understanding the Development of Organisational Safety Culture. Safety Science 44 (2006) 551-562.
- [6] <http://plus.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/YVLA-3>, viitattu 15.9.2016
- [7] <http://plus.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/YVLA-5>, viitattu 15.9.2016
- [8] Senge, Peter. The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. 1990.
- [9] Platom Oy, Toimintakäsikirja. 7.9.2016.
- [10] Platom Oy, Toimintajärjestelmä, toimintaohjeet. 17.2.2016.
- [11] Platom Oy, Ympäristö ja työterveys- ja turvallisuusjärjestelmä. Versio 1.1. 16.8.2011.
- [12] Jalonen, Sami. Platom Oy – Auditointiraportti. POS-016410. Posiva. 8.6.2016.
- [13] Kaukonen, Matti. Audit Summary Report, Platom Oy. FH1-00010977. FV Non-Public. Fennovoima. 23.5.2016.
- [14] Hopkins, Andrew. Studying organizational cultures and their effect on safety. Safety Science 44 (2006) 875-889.
- [15] Rollenhagen, Carl. Can focus on safety culture become an excuse for not rethinking design of technology. Safety Science 48 (2010) 268-279.

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Vertaisarvioinnin ohjeistus

Vertaisarviointi on tieteellisen kirjoittamisen kulmakivi ja siihen tulee suhtautua vakavasti. Esseen lukemiseen ja raportin laatimiseen on käytettävä riittävästi aikaa ja vaivaa.

Arvioijan tulee ilmoittaa välittömästi mikäli on syitä (tai ulkopuoliselle voi perustellusti syntyä kuva syistä), miksi hän ei voi puolueettomasti arvioida hänelle arvioitavaksi lähetettyä kirjoitusta.

Arvioijan henkilöllisyyttä ei paljasteta arvioitavan esseen kirjoittajalle.

Raportin pituus on noin 2 sivua. Raportissa tulee olla ainakin

1. Esseen yksilöinti (esim. arvioidun esseen kirjoittajan nimi ja esseen otsikko sekä päivämäärä)
2. Arvioinnin palauttamisen päivämäärä
3. Yhteenvedo esseestä. Yhteenvedon tulee olla itsenäinen teksti ja siten ymmärrettävissä ilman arvioitavan esseen lukemista. Erityisesti tulee yhteenvedosta ilmetä
 - Käsitellyt teemat, kysymykset tai näkökulmat
 - Keskeiset tosiseikat, joita hyödynnetään perusteluiden pohjana
 - Käsitteet, joiden kautta analyysiä viedään eteenpäin
4. Arvio kirjoitetun kielen virheettömyydestä asteikolla 0-5, missä
 - 0="sujuvaa lukemista häiritsevästi kirjoitus-/kielioppivirheitä"
 - 5 ="kirjoitus-/kielioppivirheetön teksti"
5. Korjaukset ja parannusehdotukset
 - Kirjoita kritiikki rakentavassa hengessä!
 - Pidä huoli, että palautteen vastaanottaja voi raporttisi perusteella ymmärtää, mitä mielestäsi hänen pitäisi muuttaa. Perustele mielipiteesi!
 - Kirjoitusvirheet listataan/skannataan erikseen raportin liitteeksi
6. Kokonaisarvio esseen laadusta. Arviossa tarkastellaan, että onko analyysi riittävän
 - Laaja ja syvälinen (complete)
 - Yhtenäinen (coherent)
 - Oikea (correct)

Tuo esiin myös esseen ansiot, ei pelkästään huonot puolet!

Arvioinnin laatimisen aikana voi käyttää mm. seuraavia apukysymyksiä

1. Onko teema tai kysymyksenasettelu selkeästi kuvattu? Onko teema mielenkiintoinen?
2. Seuraavatko johtopäätökset loogisesti esitetystä tosiseikoista? Voitaasiinko tosiseikoista vetää myös muita relevantteja johtopäätöksiä?
3. Onko esitystapa selkeä? Onko asiat käsitelty hyvässä järjestyksessä?
4. Onko kirjoittaja rajannut selkeästi käsittelemänsä aihealueen? Vastaako essee kaikkiin esitettyihin kysymyksiin tai teemoihin?
5. Onko esseessä käsitteitä, joiden sisältöä ei ole selkeästi määritelty?
6. Onko esseessä omaa pohdintaa? Onko muiden pohdinnat eritelty selkeästi omista pohdinnoista?
7. Voisiko esseetä tiivistää? Onko esseessä tuotu esiin tosiseikkoja joita ei hyödynnetä? Lyhenisikö teksti erilaisilla lauserakenteilla?

