

**URAANI HALKEAA
– VERTAILEVA TAPAUSTUTKIMUS JOHTAMISEN
YHTEYDESTÄ TURVALLISUUSKULTTUURIIN
YDINVOIMALAITOKSESSA**

**Jyväskylän yliopisto
Kauppakorkeakoulu**

Pro gradu -tutkielma

2021

**Tekijä: Tuula Brocke
Oppiaine: Johtaminen
Ohjaaja: Tuomo Takala**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

TIIVISTELMÄ

<i>Tekijä</i> Tuula Brocke	
<i>Työn nimi</i> Uraani halkeaa –vertaileva tapaustutkimus johtamisen yhteydestä turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa	
<i>Oppiaine</i> Johtaminen	<i>Työn laji</i> Pro gradu -tutkielma
<i>Aika (pvm.)</i> 17.3.2021	<i>Sivumäärä</i> 73
<i>Tiivistelmä - Abstract</i> <p>Turvallisuutta pidetään usein itsestäänselvyytenä, mikä saattaa muodostua vaaratekijäksi etenkin korkean riskin tuotantolaitoksissa. Turvallinen ja jatkuva toiminta edellyttää organisaation kaikkien osa-alueiden turvallisuutta ja henkilöstön turvallisuussitoutuneisuutta. Näitä voidaan vahvistaa turvallisuuskulttuurin avulla. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin johtamisen yhteyttä turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa. Tutkimus toteutettiin laadullisin menetelmin vertailevana tapaustutkimuksena. Tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen muodostavat käsitteet organisaatiokulttuuri, turvallisuuskulttuuri sekä turvallisuusjohtaminen. Viitekehyksen keskiössä on Scheinin Organisaatiokulttuurin tasomalli sekä sen pohjalta Guldenmundin esittämä Turvallisuuskulttuurin tasomalli. Tutkimusaineistona käytettiin Three Mile Islandin, Tshernobylin ja Fukushima Daiichin ydinvoimalaitosten onnettomuustutkintaraportteja. Raporttien sisältö analysoitiin tutkimuksen apukysymysten avulla sekä ydinvoimalaitoskohtaisesti että vertaillen ydinvoimalaitoksia keskenään turvallisuuskulttuurin eri tasoilla. Keskeisimmät tutkimustulokset osoittivat, että johtajan toiminnan ja organisaation sisäisten alakulttuurien lisäksi turvallisuuskulttuuriin vaikuttavat ulkoiset makrokulttuurit. Johtajan rooli turvallisuuskulttuurin muodostumisessa ja vahvistamisessa painottuu erityisesti organisaation toiminnan alkuvaiheessa. Ydinvoiman tuotantoketjun eri toimijoiden turvallisuussitoutuneisuus vaikuttaa koko ketjun turvallisuuskulttuuriin. Tulosten perusteella voidaan todeta inhimillisten tekijöiden olevan merkittävässä roolissa ydinvoimalaitosten turvallisuudessa. Inhimillisten tekijöiden kielteistä vaikutusta voidaan vähentää vahvistamalla turvallisuuskulttuuria johtajuuden keinoin, joita ovat muun muassa perehdyttäminen, osaamisen ylläpito, avoin vuorovaikutus sekä esimerkillä johtaminen.</p>	
<i>Asiasanat</i> organisaatiokulttuuri, turvallisuuskulttuuri, turvallisuusjohtaminen, ydinvoimalaitos, tapaustutkimus	
<i>Säilytyspaikka</i> Jyväskylän yliopiston kirjasto	

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Tutkimuksen taustaa.....	5
1.2	Tutkimuksen viitekehys ja tutkimusongelma.....	6
1.3	Tutkimuksen toteutus.....	7
1.4	Tutkimusraportin rakenne.....	8
2	KULTTUURI JA JOHTAMINEN YDINVOIMALAITOKSESSA.....	9
2.1	Organisaatiokulttuuri – tulos yhdessä oppimisesta.....	9
2.1.1	Scheinin Organisaatiokulttuurin tasomalli.....	11
2.1.2	Johtamisen rooli organisaatiokulttuurin rakentumisessa.....	13
2.2	Turvallisuuskulttuuri osana organisaatiokulttuuria.....	14
2.2.1	Guldenmundin Turvillisuuskulttuurin tasomalli.....	17
2.2.2	Turvillisuuskulttuurin kehittyminen organisaatiossa.....	18
2.2.3	Turvillisuusjohtaminen.....	19
2.3	Tutkimuksen konteksti.....	21
2.3.1	Ydinvoiman historia ja tuottaminen.....	21
2.3.2	Tutkimuksen ydinvoimalaitosonnettomuudet.....	22
2.3.3	Ajankohtaista ydinvoimateollisuudessa.....	24
3	TUTKIMUSPROSESSI.....	26
3.1	Tutkimusprosessin valinnat.....	26
3.2	Laadullinen tapaustutkimus.....	27
3.3	Tutkimusaineisto.....	28
3.3.1	Onnettomuusraportit tutkimusaineistona.....	28
3.3.2	Tekstit tulkinnan kohteena.....	29
3.4	Aineiston analyysi.....	29
3.5	Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys.....	30
4	TUTKIMUSTULOKSET.....	32
4.1	Turvillisuuskulttuurin näkyminen organisaatiossa.....	32
4.1.1	Three Mile Island 1979.....	32
4.1.2	Tshernobyl 1986.....	35
4.1.3	Fukushima Daiichi 2011.....	37
4.2	Johtamisen näkyminen turvallisuuskulttuurin eri tasoilla.....	39
4.2.1	Artefaktit.....	39
4.2.2	Julkilausutut arvot ja uskomukset.....	47
4.2.3	Perusoletukset.....	50
4.3	Tulosten yhteenveto.....	54
4.3.1	Miten turvallisuuskulttuuri näkyy organisaatiossa?.....	54
4.3.2	Miten johtaminen näkyy turvallisuuskulttuurin eri tasoilla?.....	57
4.3.3	Minkälainen yhteys johtamisella on turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa?.....	59

5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	62
5.1	Johtopäätökset.....	62
5.2	Pohdinta ja arviointi.....	64
	LÄHTEET	67
	LIITE	73

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustaa

Suomen viides ydinvoimala on rakenteilla Eurajoen Olkiluotoon. Sen valmistuminen on viivästynyt yli kymmenellä vuodella, mikä on osaltaan herättänyt keskustelua ydinvoiman turvallisuudesta.

International Atomic Energy Agency (IAEA) mukaan (2015, 121–122) ydinvoimateollisuus on edistynyt turvallisuusasioissa kansainvälisten turvallisuusstandardien ja yhteistyön ansiosta. Ydinvoimalaitosten toiminnan jatkuvuutta on pyritty edistämään turvallisuus- ja riskienhallinta-arvioinneilla sekä ohjeistuksilla. Johtaminen on keskeisessä roolissa toiminnan jatkuvuuden varmistamisessa, henkilöstön kouluttamisessa turvallisuustietoiseksi ja turvallisuuskulttuurin luomisessa (Elinkeinoelämän keskusliitto 2020). Ydinvoimalaitoksen toiminnan turvallisuus edellyttää kokonaisvaltaista turvallisuusajattelua ja henkilöstön sitoutumista siihen.

Ydinvoimalaitokset ovat korkean riskin teknologialaitoksia, ja vaikka ne ovat normaalisti toimiessaan ympäristöystävällisiä, niissä tapahtuvat onnettomuudet haittaavat sähköntuotantoa sekä pahimmassa tapauksessa altistavat ihmiset ja luonnon säteilylle. Vakavat ydinvoimalaitosonnettomuudet ovat harvinaisia mutta tuhoisia. Syynä ydinvoimalaitosonnettomuuteen voivat olla luonnonkatastrofit, terrorismi sekä voimalan sisäiset tekniset ja inhimilliset virheet. Ydinvoimalaitosonnettomuuksien tutkimusraporteissa on usein mainittu onnettomuuden välilliseksi tai välittömäksi syyksi puutteet turvallisuuskulttuurissa.

Ydinvoimalla tuotettuun sähkөөn liitetään ympäristöystävällisyys ja hiili-dioksidittomuus, ja ydinpolttoaineena käytetään uraanimalmin lisäksi muun muassa hävitettäviä ydinaseita. World Nuclear Newsin (2017) mukaan maailmassa oli vuoden 2016 lopussa 447 toimivaa ja 60 rakenteilla olevaa ydinreaktoria. Suomessa ydinvoimalla tuotetun kokonaisenergian käytön arvioidaan kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaan lisääntyvän ajanjaksolla 2010–2030 lähes kaksinkertaiseksi (Työ- ja elinkeinoministeriö 2017). EU-komission tavoit-

teena on, että eurooppalaisesta sähköstä 80 % olisi tuotettu uusiutuvilla energialähteillä vuoteen 2050 mennessä, ja noin 15 % tuotettaisiin ydinvoimalla (Salminen 2019). Ydinvoima on siten merkittävä energianlähde myös tulevaisuudessa.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan johtamisen yhteyttä turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa. Tutkimus on ajankohtainen, sillä turvallisuusrisikit lisääntyvät maailmassa, ja organisaation johtaminen on keskeisessä asemassa turvallisuusajattelun ja -toiminnan juurruttamisessa osaksi toimintakulttuuria. Aiheesta on tehty tutkimuksia lähinnä ydinvoimalan turvallisuuskulttuurin arvioimisen näkökulmasta sekä erilaisten johtamistyylien vaikutuksesta turvallisuuskulttuuriin. Muun muassa García-Herrero, Mariscal, Gutiérrez ja Toca-Otero (2013) ovat tutkineet erilaisin metodein ydinvoimalaitoksen turvallisuuskulttuurin ja organisaatiokulttuurin suhdetta. Martínez-Córcoles, Gracia, Tomas ja Peíro (2011) puolestaan ovat perehtyneet johtajuuteen ja työntekijöiden havaittuun turvallisuuskäyttäytymiseen ydinvoimalaitoksessa. Omassa tutkimuksessaan Schöbel, Klostermann, Lassalle, Beck ja Manzey (2017) ovat tutkineet turvallisuuskulttuurin arvioimista Scheinin organisaatiokulttuurin tasomallin pohjalta. Johtamisen yhteyttä turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa ei havaintojeni mukaan ole tutkittu, joten tämä tutkimus paikkaa kyseistä tutkimusaukkoa.

1.2 Tutkimuksen viitekehys ja tutkimusongelma

Tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen muodostavat käsitteet organisaatiokulttuuri, turvallisuuskulttuuri ja turvallisuusjohtaminen. Organisaatiokulttuuri määrittelee, miten organisaatiossa toimitaan ja mitkä ovat toiminnan perusarvot. Turvallisuuskulttuuria voidaan tarkastella kahdesta eri näkökulmasta: turvallisuuskulttuuri organisaatiokulttuurin yhtenä elementtinä tai turvallisuuden kulttuurina, jolloin turvallisuus on osa kaikkea organisaation toimintaa. Turvallisuusjohtamisella tarkoitetaan tässä tutkimuksessa turvallisuuteen liittyvien toimintojen, henkilöiden ja asioiden johtamista. Organisaatio- ja turvallisuuskulttuurin tasoja tarkastellaan Scheinin mallin (Schein & Schein 2017, 18) pohjalta.

Tutkimuksen kohdeorganisaatiot ovat kaupallisessa toiminnassa olleita sähköä tuottaneita ydinvoimalaitoksia, joissa on tapahtunut vakava onnettomuus. Johtamisen yhteyttä turvallisuuskulttuuriin tarkastellaan operatiivisella tasolla eli lähinnä käyttöhenkilöstöön liittyen. Onnettomuuden syynä voidaan yleisesti ajatella olevan turvallisuuden pettäminen jollain turvallisuustoiminnan alueella. Vaikka luonnonilmiö todettaisiin syyksi ydinvoimalaitosonnettomuuteen, johtamisella ja johtotason päätöksillä ennen onnettomuutta, sen aikana tai sen jälkeen on tärkeä merkitys onnettomuuden seurausten vakavuudelle. Olen rajannut tutkimuksen kolmeen ydinvoimalaonnettomuuteen, jotka ovat INES-luokitukseltaan luokkaa 5 tai 7 (taulukko 2). Kyseiset ydinvoimalaitokset ovat Three Mile Island Yhdysvalloissa, Tshernobyl Ukrainassa (ent. Neuvostoliitto)

ja Fukushima Daiichi Japanissa. Ne sijaitsevat eri puolilla maailmaa, niiden onnettomuuksien taustalla ovat eri syyt ja toimintaympäristön kulttuurit poikkeavat toisistaan. Pyrin tällä valinnalla saamaan monipuolisen kuvan tutkimusaiheesta.

Tässä tutkimuksessa johtamisella tarkoitetaan voimalan käyttöhenkilöstön toiminnan johtamista eli johtajuutta (leadership). Asioiden johtamista (management) käsitellään niiltä osin, kun se vaikuttaa turvallisuuskulttuuriin.

Tutkimuksessani pyrin vastaamaan seuraavaan kysymykseen:

Minkälainen yhteys johtamisella on turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa?

Tutkimuksen apukysymykset ovat:

Miten turvallisuuskulttuuri näkyy organisaatiossa?

Miten johtaminen näkyy turvallisuuskulttuurin eri tasoilla?

1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutetaan vertailevana tapaustutkimuksena. Tapaustutkimus mahdollistaa Piekkarin ja Welchin (2020, 210) mukaan ilmiön tarkastelun syvemällä tasolla sen omassa kontekstissa. Tapaustutkimukseen soveltuu sekä määrällinen että laadullinen tutkimusstrategia, josta jälkimmäistä käytetään tässä tutkimuksessa.

Laadullinen tutkimus pyrkii ymmärtämään paremmin tutkittavaa ilmiötä sen sijaan, että se esittäisi täsmällisiä tuloksia. Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara (2016, 161) toteavat laadullisen tutkimuksen kuvaavan todellista elämää. Laadulliseen tutkimukseen liittyy uusien seikkojen ja asiayhteyksien löytyminen, jotka saattavat muuttaa tutkimuksen suuntaa. Havaintojen tarkastelu tapahtuu yhdestä tietystä näkökulmasta kerrallaan, vaikka tutkimuksessa käytettäisiin useita näkökulmia. Havaintoja yhdistetään yhteisen piirteen tai nimittäjän pohjalta.

Tämän tutkimuksen tutkimusaineistona käytetään ydinvoimalaitosonnettomuuksien onnettomuusraportteja. Strauch (2015, 102) on tutkinut onnettomuusraporttien soveltuvuutta turvallisuuskulttuurin arvioimiseen. Hänen mukaansa turvallisuuskulttuuria on yleisesti arvioitu lähinnä kyselylomakkeiden avulla, ja niiden sijaan Strauch ehdottaa organisaation toiminnan ja päätöksenteon tutkimista onnettomuushetkellä ja sen jälkeen. Onnettomuusraportit antavat tarkempaa tietoa kuin pelkät kyselyt vallinneesta turvallisuuskulttuurista. Vaikka onnettomuustutkiminta paljastaa monia ulottuvuuksia, niin suoraan onnettomuusraportista päätelty turvallisuuskulttuurin olemus voi olla myös harhaanjohtava, ja vaatii Palosen (1998, 6) mukaan tekstin merkityksen selvittämistä suhteuttamalla teksti kontekstiinsa.

Tutkimusaineiston analysointimenetelmänä käytetään sisällönanalyysia, joka on yleiskäsite metodeille, joita käytetään tulkittaessa tekstiä tai symbolista aineistoa. Sisällönanalyysi soveltuu sanojen tai sanaryhmien tarkasteluun ja pyrkii löytämään yhteyden tutkimusaineiston ja määrittelyalueen välille. Sitä käytetään organisaation ilmiöiden, yksilö- ja yhteisö rakenteiden sekä arvojen, asenteiden ja aikomusten arviointiin. (Duriau, Reger & Pfarrer 2007.)

Aineisto analysoidaan ensin ydinvoimalaitoskohtaisesti IAEA:n vahvan turvallisuuskulttuurin tunnusmerkkien mukaan (IAEA 2006, 9–11). Tämän jälkeen aineisto luokitellaan IAEA:n Turvallisuuskulttuurin tunnusmerkkien (liite) avulla jaoteltuna Guldenmundin Turvallisuuskulttuurin tasomallin mukaan. Havaintoja eri ydinvoimalaitoksista verrataan keskenään etsien eroja ja yhtäläisyyksiä sekä mahdollisia malleja tai poikkeamia.

1.4 Tutkimusraportin rakenne

Tutkimusraportti koostuu viidestä luvusta. Johdannossa tarkastellaan tutkimuksen taustaa ja esitellään teoreettisen viitekehysten muodostamat keskeiset käsitteet. Tutkimusprosessia kuvataan tutkimusaineiston ja -metodologian esittelyn avulla ja tutkimuskysymykset määritellään.

Teoriaosuudessa käsitellään eri näkökulmia tutkimuksen aiheeseen ja määritellään tutkimuksen teoreettinen viitekehys. Lisäksi esitellään ydinvoimalaitoksen toimintaa ja teollisuudenalalle ominaisia turvallisuusseikkoja. Näiden tunteminen auttaa ymmärtämään tutkimuksen kontekstia ja turvallisuuden merkitystä korkean riskin organisaatiossa. Teoriaosuuden päättää ydinvoimaan liittyvien ajankohtaisten asioiden esittely.

Seuraavassa luvussa esitellään tutkimusprosessi ja perustellaan tutkimusmetodin ja -tekniikan valinnat. Luvussa tarkastellaan myös onnettomuusraporttien käyttöä tutkimusaineistoina ja tekstin tulkintaa. Tutkimusraportin lopussa esitellään tutkimustulokset kahdesta eri näkökulmasta. Viimeisessä luvussa esitellään ja perustellaan tutkimustulosten perusteella tehdyt johtopäätökset, joita tarkastellaan tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä sekä verrataan aikaisempiin tutkimuksiin. Lopuksi pohditaan tutkimusprosessia, sen onnistumista ja mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

2 KULTTUURI JA JOHTAMINEN YDINVOIMALAITOKSESSA

Tutkimuksen aiheena on johtamisen yhteys turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa. Schein ja Schein (2017, 125) ovat todenneet, että johtaminen on itse asiassa kulttuurin hallintaa. Tämä näkökulma toimii ohjenuorana tutkimuksessa, jonka teoreettisen viitekehysten määrittely etenee seuraavasti: ensin muodostetaan teoreettinen viitekehys tarkastelemalla organisaatiokulttuuria ja turvallisuuskulttuurin käsitettä, turvallisuuskulttuurin muodostumista ja turvallisuusjohtamista sekä pyritään asemoimaan turvallisuuskulttuuri suhteessa organisaatiokulttuuriin.

2.1 Organisaatiokulttuuri – tulos yhdessä oppimisesta

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys muodostetaan keskeisten käsitteiden avulla. Reeves-Ellington ja Yammarino (2010, 16–17) korostavat tutkimuksen käsitteiden määrittämisen tärkeyttä, sillä tutkijan näkökulma tarkentuu käsitteiden tiivistämisen ja yksinkertaistamisen kautta. Käsitteet ohjaavat tutkimuksen suuntaa ja selkeyttävät ilmaisua. Tämän tutkimuksen keskeiset käsitteet ovat *organisaatiokulttuuri*, *turvallisuuskulttuuri* ja *turvallisuusjohtaminen*.

Organisaatiokulttuurin ymmärtäminen edellyttää sekä organisaatio- että kulttuurikäsitteiden tuntemista. Yksinkertaisesti määriteltynä organisaatiolla tarkoitetaan ihmisiä, jotka työskentelevät yhdessä tietyn tarkoituksen vuoksi. Harrisalon (2008, 17–18) tarkastelemana organisaatio on tavoitesuuntautunut järjestelmä, jonka toiminnan suunnittelua ohjaa vaatimus tehokkuudesta. Toisaalta organisaation tavoitteena voi olla toiminnan jatkuminen ilman tehokkuuden merkittävyyttä. Organisaation nähdään olevan sidoksissa toimintaympäristönsä, jonka olosuhteet vaikuttavat organisaation toimintamahdollisuuksiin.

Kulttuuri on abstrakti käsite ja siten monitulkinnallinen. Reeves-Ellingtonin ja Yammarinin (2010, 17–18) mukaan kulttuuri liittyy koko organisaatioon toimintaan, sillä se muodostuu ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa

ja sen voidaan katsoa olevan tiedon muoto, joka on avoin ja kehittyvä. He teavat yhteisön olevan olennainen termi kulttuurin määrittelemisessä. Yhteisö on heidän mukaansa tunne kumppanuudesta yhteisissä rakenteissa. Yhteiset rakenteet muodostuvat ilmapiiristä, johtajuudesta, osaamisesta, eettisyydestä ja ajasta. (Reeves-Ellington & Yammarino 2010, 21.)

Kulttuurit jakautuvat makro- ja mikrokulttuureihin. Makrokulttuureita muodostavat muun muassa kansat, etniset ryhmät, uskonnot ja monikansalliset yritykset. Organisaatiot puolestaan ovat mikrokulttuureita. (Schein & Schein 2017, 13.) Kansallisella kulttuurilla on havaittu olevan vaikutus organisaatiokulttuuriin, vaikka se ei välttämättä määrää organisaatiokulttuurin muodostumista (Hatch 1993, 372).

Organisaatiokulttuurin teorioita voidaan tarkastella tulkinnallisesta ja funktionaalista näkökulmasta. Interpretivismin eli tulkinnallisen paradigman mukaan kulttuuri toimii viitekehyksenä organisaatiossa havaittujen ilmiöiden tarkastelussa. (Reiman & Rollenhagen 2014, 6.) Burrell ja Morgan (1998, 28) teavat interpretivismiin pyrkivän ymmärtämään maailmaa sellaisena kuin se on. Organisaation jäsenet luovat yhdessä kulttuurin, jonka manipulointi on vaikeaa. Organisaatiokulttuuri toimii kehyksenä kaikille organisaation jäsenille yhteisen identiteetin, uskomusten sekä käyttäytymisen tulkitsemisessa. (Glendon & Stanton 2000, 194.) Rakenteille ja toiminnalle annetut merkitykset vaikuttavat organisaation toimintaan. Interpretivismi kuvaa organisaatiota kulttuurina, joka syntyy eri tekijöiden yhteisvaikutuksessa.

Funktionaalinen lähestymistapa puolestaan tulkitsee kulttuurin muuttuvana elementtinä. Lähestymistavan ydinajatuksena on, että organisaatiolla on tehtävä. Organisaatiokulttuuri mielletään yksinkertaisiksi malleiksi, joita voidaan valvoa (Glendon & Stanton 2000, 194). Organisaatiokulttuuria voidaan johdon toimesta manipuloida palvelemaan organisaation etuja. Kulttuuriin rajataan kuuluvan vain organisaatiossa jaetut asiat. Funktionaalinen lähestymistapa on ongelmaorientoitunut ja pyrkii löytämään käytännöllisiä ratkaisuja ongelmiin. (Burrell & Morgan 1998, 25; Reiman, Pietikäinen & Oedewald 2008, 13.)

Organisaatiokulttuurin teorat eivät ole ehdottomia näkökulmissaan. Tulkinnallinen näkökulma hyväksyy ajatuksen, että kulttuuriin on mahdollista vaikuttaa johtamisella tai organisaation ulkopuolisin määräyksin. Funktionaalisen näkökulman mukaan kulttuuri voi toisaalta vaikuttaa enemmän johtajaan kuin päinvastoin. (Reiman ym. 2008, 14.)

Organisaatiossa saattaa olla virallisen rakenteen lisäksi epävirallisia ryhmiä, joilla on oma kulttuurinsa. Alakulttuurien muodostuminen on luonnollista, sillä jokaisella organisaation jäsenellä on oma kulttuuri- ja ammatillinen taustansa, jotka yhdistävät saman taustaisia henkilöitä. Organisaation toimipisteet voivat sijaita hajallaan, jolloin jokainen yksikkö luo oman alakulttuurinsa. Lisäksi yhdessä kohdatut haasteet ja kokemukset voivat luoda oman ryhmän ja alakulttuurin. (Guldenmund 2010, 195.) Organisaation jäsenet hakevat epävirallisista ryhmistä yhteisöllisyyttä, arvostusta ja tunnetta ryhmän jäsenyydestä. Positiivinen kilpailu alakulttuurien välillä voi edistää virallisen organisaation toimintaa täydentämällä sen puutteita. Toisaalta nämä alakulttuurit saattavat

haitata organisaation virallisten pyrkimysten ja tavoitteiden saavuttamista alakulttuurien välisen jännitteen vuoksi. (Harisalo 2008, 116–117; Reiman ym. 2008, 12.)

Schein (1996, 13–15) on havainnut, että organisaatioissa on tyypillisesti kolme alakulttuuria, jotka hän on jaotellut käyttöhenkilöstön, suunnittelijoiden ja johtotason kulttuuriksi. Käyttöhenkilöstö tekee yleensä konkreettista tuotannollista työtä, suunnittelijoiden vastuulla on tuotantovälineiden suunnittelu ja käyttöönotto, ja johtotaso käsittää ylimmän johtajan ja hänen läheiset alaisensa. Näillä alakulttuureilla on omat käsitteistönsä sekä havainnointi- ja ajattelutavat. Scheinin (1996, 9–10) mukaan organisaation oppimisen esteenä on, että sen sisäisiä alakulttuureja ei ole sovitettu yhteen. Tämä saattaa aiheuttaa organisaation toiminnassa ongelmia, joita on tulkittu muutosvastarintana, ihmislouheen vaikeutena ja johtamisen epäonnistumisena.

Suunnittelijoiden ja johtotason ammatilliset juuret ovat organisaation ulkopuolella, ja siten niiden jäsenillä on usein vakiintuneet oletukset jo ennen organisaation tuloaan. Käyttöhenkilöstön kulttuuri muotoutuu yhteisten kokemusten perusteella. Organisaation kulttuurista puhuttaessa tarkoitetaan nimenomaan käyttöhenkilöstön kulttuuria. (Schein 1996, 13–15.)

Alakulttuureilla on erilainen rooli organisaation tavoitteiden toteuttamisessa. Johtotaso tavoittelee maksimaalista tulosta minimaalisin kustannuksin. Suunnittelijat pyrkivät rakentamaan luotettavan, tehokkaan ja minimimiehitetyn koneiston, ja käyttöhenkilöstön tavoitteena on käyttää koneistoa turvallisesti. (Schein 1996, 13.) Alakulttuurien yhteensovittamisella ja organisaation tavoitteiden ymmärtämisellä voidaan parantaa organisaation yhdessä oppimista ja vahvistaa siten yhtenäistä organisaatiokulttuuria. (Schein 1996, 15–18.)

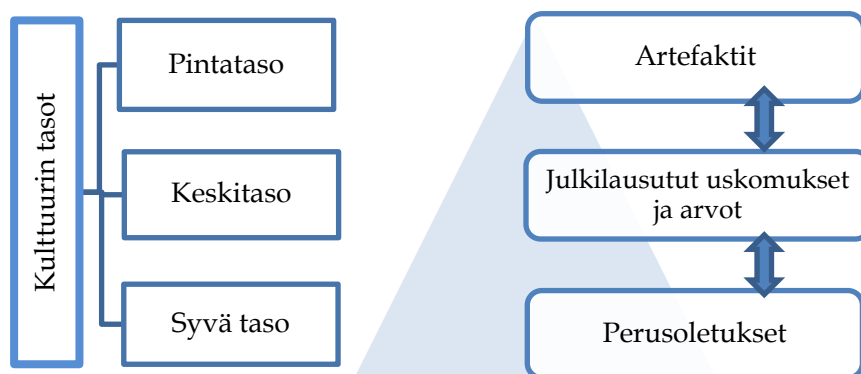
Alvessonin (2013, 2–4) mukaan kulttuurin ymmärtäminen syventää tietoisuutta siitä, miten ihmiset toimivat organisaatiossa. Yhteinen kulttuuri luo järjestystä toimintatapoihin. Se antaa merkityksen toiminnalle, yhdistää organisaation jäseniä ja helpottaa sopeutumista. Yhteiset uskomukset, merkitykset ja käsitteet ovat välttämättömiä sekä organisaation olemassaololle että sen jäsenten ymmärrykselle organisaation toiminnasta ja kehittämisestä (Schultz 1994, 5).

2.1.1 Scheinin Organisaatiokulttuurin tasomalli

Tieteellinen tutkimus perustuu teoreettiseen malliin (Guldenmund 2000, 216). Organisaatiokulttuurin tutkimuksissa on käytetty useita erilaisia malleja, joista Scheinin malli organisaatiokulttuurin tasoista on yksi tunnetuimpia. Mallissa on esitetty kulttuurin elementit tiivistetysti kolmessa tasossa. Wilpentin (2005, 7) mukaan Scheinin malli kuvaa kokonaisvaltaisesti ja ymmärrettävästi organisaatiokulttuurin käsitettä ja on sovellettavissa kaikkien ryhmien kulttuurien tutkimiseen. Schein kuvaa mallissaan yhdessä opittujen merkitysten vaikutusta organisaation arvoihin ja uskomuksiin sekä kulttuurin havaittavissa olevien piirteiden, artefaktien, yhteyttä alempiin tasoihin. Malli kuvaa syvyytensä näkyvyyttä ja vaikutusta toisiinsa ja kiteyttää organisaatiokulttuurin rakentumisen. Mallissa esitetyistä tasoista voidaan havaita, miten kulttuurin ydin muodostuu, ja miksi kulttuurilla on merkittävä rooli organisaatiossa. Malli tarjoaa rakenteen

tiedon keräämiseen ja kulttuurin ymmärtämiseen. (Guldenmund 2010, 111.) Mallissa pyritään kulttuurin ymmärtämiseen pelkistetyn esittämisen sijaan, joten se soveltuu laadulliseen tutkimukseen.

Organisaatiokulttuurissa voidaan havaita olevan kolme syvyystasoa: syvä taso, keskitaso ja pintataso (Glendon & Stanton 2000, 194). Scheinin malli kulttuurin tasoista muodostuu pintatason artefakteista, keskitason julkilausutuista uskomuksista ja arvoista sekä syvän tason perusoletuksista (kuvio 1). Artefaktit ovat helpoiten havaittavissa. Julkilausutut uskomukset ja arvot selittävät, mitä artefaktit edustavat. Perusoletusten avulla voidaan arvioida kulttuurinmuodostumisen prosessia. (Guldenmund 2010, 111.)



KUVIO 1 Organisaatiokulttuurin tasomalli (Schein ja Schein 2017, 18)

Schein ja Schein (2017, 3–5) tarkastelevat organisaatiokulttuuria vuorovaikutuksen, ilmapiirin, rituaalien, arvojen ja merkitysten kautta. Vuorovaikutukseen liittyvät tavat ja kielelliset ilmaisut muodostavat yhteisen kognitiivisen kehyksen, joka ohjaa ryhmän käyttämiä käsityksiä, ajatuksia ja kieltä jokapäiväisessä kanssakäymisessä, uuden jäsenen perehdyttämisessä ja hiljaisen tiedon jakamisessa. Organisaation ilmapiiri on aistittavissa tavasta, miten organisaation jäsenet toimivat keskenään ja sidosryhmien kanssa.

Kulttuuri rakentuu ryhmän yhteisten kokemusten pohjalta. Perusoletukset vakiintuvat itsestään selviksi, osin tiedostamattomiksi toimintatavoiksi muodostaen kulttuurin ytimen. Perusoletuksia on haastavaa muuttaa, sillä ne heijastavat organisaation perustajan tai avainhenkilöiden arvoja, uskomuksia ja käsityksiä, joiden ohjaamana organisaatio on menestynyt. Kulttuurin ymmärtäminen edellyttää perusoletusten selvittämistä. (Schein & Schein 2017, 21–25.) Perusoletuksia voidaan selvittää Wilpertin (2005, 7) mukaan vain toistuvan tarkkailun ja oivaltamisen sekä havaintojen perusteella.

Julkilausutut uskomukset ja arvot ovat organisaation omaksumia ja ylläpitämiä. Arvot määrittelevät organisaation tavoitteet sekä toimintatapojen periaatteet, ja normit ohjaavat käyttäytymään toivotulla tavalla. Arvot saattavat olla myös ristiriidassa sekä perusoletusten että artefaktien kanssa. (Schein & Schein 2017, 19–20.) Ilmapiiri ja rituaalit kuvaavat vallitsevia arvoja. Julkisesti esitetyt arvot ja periaatteet ohjaavat organisaation jäseniä pyrkimään ja sitoutumaan niihin. Arvot ovat merkittävä osa organisaation identiteettiä. Organisaatiossa

omaksutut merkitykset tarkoittavat, että organisaation jäsenet ovat yhdessä sopineet merkitykset sanoille tai käsitteille. Eri kulttuureissa sanoilla on eri merkityksiä, ja vuorovaikutuksen kannalta on tärkeää ymmärtää sanat samalla tavalla samassa yhteisössä. (Schein & Schein 2017, 3–5.)

Artefaktit ovat helpoimmin havaittavissa olevia kulttuurin osia. Organisaation toimipisteen arkkitehtuuri, logot, vaatetus, tarinat, termit ja vertauskuvat ovat näkyviä tai kuultavissa olevia artefakteja. (Schein & Schein 2017, 17–19.) Artefaktit saattavat olla ristiriidassa arvojen kanssa, esimerkiksi organisaatiossa arvostetaan tiimityötä, mutta työsuoritusten palkitsemisjärjestelmä perustuu yksilösuorituksiin (Glendon & Stanton 2000, 195). Artefakteilla ei myöskään ole yksiselitteistä suhdetta perusoletuksiin (Wilpert 2005, 7).

IAEA:n (2002, 9) mukaan artefaktien merkitystä on vaikeaa tulkita. Julkilausuttujen arvojen tunteminen auttaa ymmärtämään niitä, mutta artefaktien merkitykset selviävät vasta kun perusoletukset ymmärretään. Artefakteja ja julkilausuttaja arvoja voidaan käyttää perusoletusten selvittämisen pohjana, kun etsitään toimintamalleja tai epäjohdonmukaisuuksia artefaktien ja julkilausuttujen arvojen välillä tai julkilausuttujen arvojen sisältä.

Kulttuuri koostuu Scheinin ja Scheinin (2017, 2) mukaan tietyn ihmisjoukon yhdessä oppimista uskomuksista, arvoista, oletuksista ja käyttäytymisnormeista. Oppimisen aikana muodostuu ryhmän identiteetti, joka selventää ryhmän olemassaolon tarkoitusta. Scheinit (2017, 5–6) määrittelevät organisaatiokulttuurin yhdessä opituksi toimintatavaksi, jolla ryhmä ratkaisee sopeutumisen ulkoiseen ympäristöönsä ja sisäisen yhdentyväisyyden ongelmat. Ulkoiseen ympäristöön sopeutuminen edellyttää yhteistä ymmärrystä organisaation tehtävästä, tavoitteesta, keinoista tavoitteeseen pääsemiseksi, tavoitteen toteutumisen arviointimenetelmistä sekä tarvittavista korjaustoimista (Schein & Schein 2017, 150). Sisäinen organisoituminen kuvaa yhteisön toimintaperiaatteita ja yhteisiä sääntöjä. Kertynyt osaaminen on uskomusten, arvojen ja normien muodostama malli, joka muuttuu vähitellen arkiseksi oletukseksi. Hyviksi havaitut käytänteet opetetaan ryhmän uusille jäsenille oikeina tapoina ymmärtää, ajatella, tuntea ja käyttäytyä suhteessa mainittuihin ongelmiin. (Schein & Schein 2017, 150–151.)

Scheinin mallissa korostuu, että organisaatiokulttuuri on opittu ilmiö. Kulttuuri on läsnä jäsenten välisessä vuorovaikutuksessa, organisaation tavoitteiden ymmärtämisessä sekä asioiden priorisoinnissa. (Reiman ym. 2008, 10–11.) Organisaation toiminnan ymmärtäminen edellyttää kokemusta organisaation syvempien tasojen vuorovaikutustilanteista.

2.1.2 Johtamisen rooli organisaatiokulttuurin rakentumisessa

Alvessonin (2013, 12) mukaan kulttuuria ei voi johtaa ja johtamalla saada organisaation jäseniä ajattelemaan ja toimimaan johdon haluamalla tavalla. Sen sijaan johtajan tehtävänä on pyrkiä yhtenäistämään organisaation ja sen jäsenten tavoitteet. Martínez-Córcoles ym. (2011, 1120) määrittelevät johtajan henkilöksi, joka tekee tai delegoi muut suorittamaan tehtäviä, joita he eivät tekisi ilman johtajan panosta. Heidän mukaansa saavutetaan parempia tuloksia turvallisuus-

nessa, jos esimiehet ovat kannustavia ja antavat positiivista palautetta sekä yksilöllistä huomiota työntekijöilleen.

Johtaja osallistuu kulttuurin luomiseen organisaation kasvun kaikissa vaiheissa, joita Schein ja Schein (2017, 15) ovat todenneet olevan kolme. Johtajan roolit liittyvät uuden organisaation kulttuurin rakentamiseen, sen ylläpitämiseen ja vahvistamiseen sekä kulttuurin kehittämissuunnan osoittamiseen. Uuden organisaation aloittaessa toimintaansa organisaation jäsenet tuovat omat kokemuksensa ja oletuksena organisaatioon. Ne yhdistyvät johtajan oletuksiin ja kokemuksiin muodostaen organisaatiolle kulttuurin. Organisaation perustamisen alkuvaiheessa kulttuuri rakentuu perustajansa oletuksista, jotka ovat muotoutuneet hänen aikaisempien kokemustensa perusteella. Perustaja joko luo organisaation, joka heijastaa hänen henkilökohtaisia käsityksiään tai luovuttaa organisaation alustensa johdettavaksi. (Schein 1983, 13–14.) Ryhmän kohdassa ongelmia, joku jäsenistä ehdottaa ratkaisua. Jos ryhmässä uskotaan siihen, että ratkaisu toimii, se omaksutaan. Jos se toimii myös myöhemmin, muuttuu se itsestään selvyydeksi ja se opetetaan ryhmän uusille jäsenille. Kulttuurin juurruttamisen haasteena on, miten saada uusi ryhmä toimimaan tietyllä tavalla, jotta voidaan testata eri ratkaisuja. Johtaja vaikuttaa ryhmään olemalla roolimalli. Kulttuuriin vaikuttaa johtajan tapa toimia, kuten myös johtajan reaktiot kriittisessä tilanteessa tai organisaatiokriisissä. (Schein & Schein 2017, 127.)

Kulttuuri vahvistuu ja määrittelee, minkälaista johtajuutta arvostetaan ja siedetään. Johtajan tehtävänä on ylläpitää ja vahvistaa olemassa olevaa kulttuuria. Organisaation toiminnan muuttuessa johtajan rooli on selvittää ongelmia ja arvioida, kuinka tarvittavat muutokset voidaan toteuttaa. (Schein & Schein 2017, 125–126.) Ympäristössä tapahtuvat muutokset aiheuttavat vaatimuksia toiminnalle. Uusia oletuksia syntyy alkuperäisten tilalle, jolloin työntekijät saattavat tuntea perusarvojen katoavan ja menettävät mielenkiintonsa työtä kohtaan. (Schein 1983, 24.) Nuori yritys, jolla on vahva perustajansa näkemyksiin perustuva kulttuuri, joutuu kohtaamaan haasteen, miten siirtää kulttuuri seuraaville polville. Haasteena on säilyttää organisaatio toimintaympäristön muutoksiin sopeutuvana ilman, että se menettää niitä kulttuuri-elementtejä, jotka ovat tehneet siitä ainutlaatuisen (Schein 1983, 28).

2.2 Turvallisuuskulttuuri osana organisaatiokulttuuria

Organisaation turvallisuuteen liittyvien toimenpiteiden tavoitteena on turvata toiminnan jatkuvuus ja turvallisuus. Seuraavaksi tarkastellaan turvallisuuskulttuuri-käsitettä sekä turvallisuuskulttuurin asemaa organisaatiokulttuurissa.

Turvallisuuskulttuuri-käsite on syntynyt Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuuden tutkinnan yhteydessä, kun onnettomuuksien syiden havaittiin olevan moninaisempia kuin pelkkä tekninen vika tai työntekijän yksittäinen inhimillinen virhe. The International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG) määrittelee turvallisuuskulttuurin olevan ”organisaation ja yksilöiden ominaisuuksien ja asenteiden muodostama kokonaisuus, jonka tärkein tavoite on ydinvoi-

malaitoksen turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden huomioon ottaminen niiden tärkeyden perusteella.” (INSAG 1991, 4.)

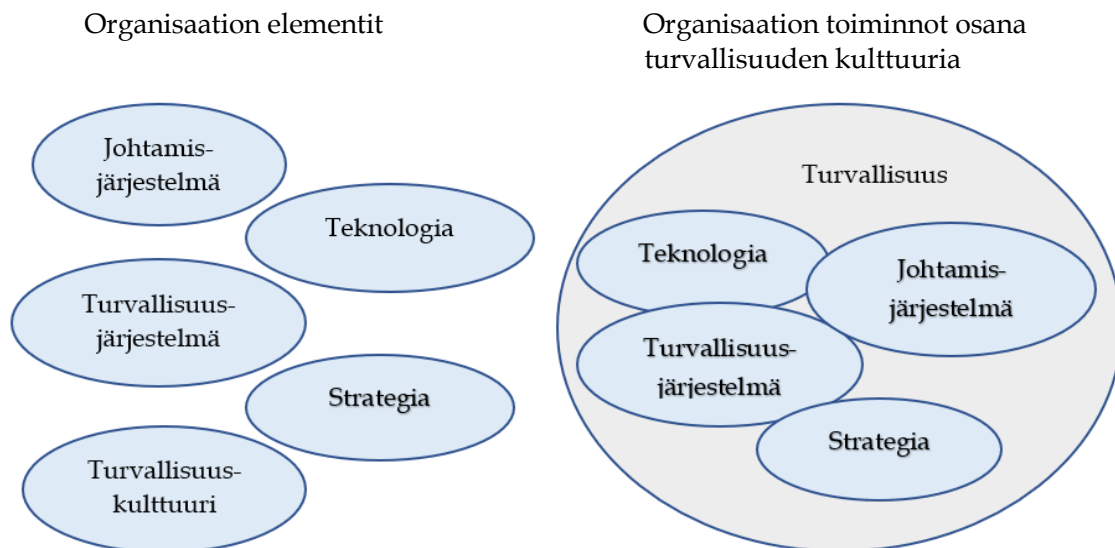
Turvallisuuskulttuuri-käsitettä on määritelty eri yhteyksissä, useimmiten ydinvoimalaturvallisuuteen liittyen. Reiman ja Rollenhagen (2014, 7) ovat havainneet turvallisuuskulttuurin määritelmässä olevan yhteistä turvallisuuskulttuurin kokonaisvaltaisuuden korostaminen. Määritelmässä esiintyy vaihtelua henkilöstön asenteiden, käytöksen ja osaamisen asemasta. Käsitteeseen liitetään myös rakenteellisia organisaation piirteitä kuten teknologia, johtamistapa, työvälineet ja ohjeistukset. Reiman kumppaneineen (2008, 18) toteaa turvallisuuskulttuurin käsitteen laajentavan ymmärrystä onnettomuuden syistä. Käsitteen avulla voidaan havainnollistaa, miten johtamis-, organisaatio- ja työyhteisötekijät vaikuttavat turvallisuuteen. González (2019, 217–218) puolestaan määrittelee turvallisuuden olosuhteena, jossa ei altistuta vaaralle tai riskille ja turvallisuuskulttuuri on suunniteltu estämään vammoja ja vahinkoja.

Reimanin (1999, 13) mukaan kulttuuri on paras selviytymiskeino ryhmälle ympäristön epävarmuuden aiheuttamia seurauksia vastaan. Tämän vuoksi Reimanin mielestä on parempi käyttää adjektiiveja *voimakas* ja *heikko* kulttuurin yhteydessä adjektiivien *hyvä* ja *huono* sijaan. Voimakas turvallisuuskulttuuri rakentuu organisaation perustyön ymmärtämisestä ja hallinnasta. Kokonaisvaltaisen turvallisuuden kehittämiseen sitoudutaan, ja vaaratilanteisiin varautuminen sekä niiden ennakointi on jokapäiväistä toimintaa. (Reiman ym. 2008, 49.) Kulttuurista muodostuu vahva, kun perusoletukset eivät ole ristiriidassa keskenään, ja ne ovat yhteisiä kaikilla jäsenillä. Yhdessä koettu kriisi vahvistaa emotionaalista sitoutumista kulttuuriin, ja onnistumiset vahvistavat sitä. Onnistumisiin liittyy vaara, että menestystä seuraa ylimielisyys, jolloin oman toiminnan ja ympäristön muutosten tarkkailu unohtuu. (Reiman 1999, 13.) Vaikka kulttuuri määrittelee ryhmän käyttäytymisnormit, ihmiset reagoivat Reimanin (1999, 15) mukaan yksilöllisesti normaalista poikkeavissa tilanteissa: stressitilanteet saattavat laukaista yksilöissä yllättäviä reagoititapoja.

Cooper (2000, 111) on verrannut organisaatio- ja turvallisuuskulttuurin rooleja ja havainnut organisaatiokulttuurin kuvaavan arvoja, jotka vaikuttavat organisaation jäsenten asenteisiin ja käyttäytymiseen. Turvallisuuskulttuuri puolestaan on Cooperin mukaan näkökulma, joka vaikuttaa organisaation jäsenten asenteisiin ja käyttäytymiseen organisaation terveys- ja turvallisuustoitinnassa.

Reiman ja kumppanit (2008, 20) esittelevät kaksi erilaista näkökulmaa turvallisuuskulttuurin asemasta organisaatiokulttuurissa. Ensimmäisen näkökulman mukaan turvallisuuskulttuuri on vain organisaatioilla, jotka korostavat turvallisuutta. Turvallisuuskulttuuri joko samaistetaan organisaatiokulttuuriin tai sitä pidetään itsenäisenä, organisaatiokulttuurista riippumattomana elementtinä. Toisen näkökulman mukaan kaikilla organisaatioilla on turvallisuuskulttuuri, jota voidaan pitää itsenäisenä ilmiönä, ja joka saa vaikutteita muun muassa johtamisesta. Turvallisuuskulttuuria voidaan tämän näkökulman mukaan pitää ilmiönä, joka keskittyy organisaatiokulttuurin turvallisuuteen.

Turvallisuuskulttuuri mielletään usein itsenäiseksi kokonaisuudeksi osana organisaatiokulttuuria. IAEA:n (2020, 2) näkemys puolestaan on, että turvallisuuskulttuuria ei voida istuttaa tai poistaa, vaan se liittyy olennaisesti kaikkeen organisaation toimintaan (kuvio 2). IAEA:n (2020, 1) ehdotus on käyttää turvallisuuskulttuuri-käsitteen sijaan käsitettä turvallisuuden kulttuuri, jonka se määrittelee organisaation jäsenten turvallisuudelle asettamana tärkeytenä ja arvona koskien organisaation kaikkea toimintaa.



KUVIO 2 Vaihtoehtoiset lähestymistavat organisaation turvallisuuteen (IAEA 2020, 2)

Turvallisuuden kulttuuri -lähestymistavassa johtamisen tehtävänä on luoda työympäristö, jossa on vahva turvallisuuden kulttuuri ja työntekijät kokevat itseään kunnioitettavan sekä uskaltavat jakaa ajatuksiaan ja huoliaan turvallisuudesta (IAEA 2020, 3). Myös Haber (2019, 219) puoltaa siirtymistä turvallisuuskulttuuri -ajattelusta turvallisuuden kulttuuri -ajatteluun. Hän tarkastelee turvallisuuden kulttuuria perusoletusten kautta. Toiminnan heikkojen kohtien arvioimisella valmistaudutaan epäonnistumiseen. Turvallisuuden kulttuurissa kysytään: olemmeko turvassa sen sijaan, että oletetaan olevamme turvassa. Turvallisuuden kulttuurissa ei tyydytä yksinkertaisiin ja helppoihin vastauksiin, vaan perusoletuksena pohditaan seikkoja, joita ei ole otettu varautumisessa huomioon. Turvallisuuden kulttuuri kuvaa paremmin tehokasta ja kestävää turvallisuustoimintaa. (Haber 2019, 224.)

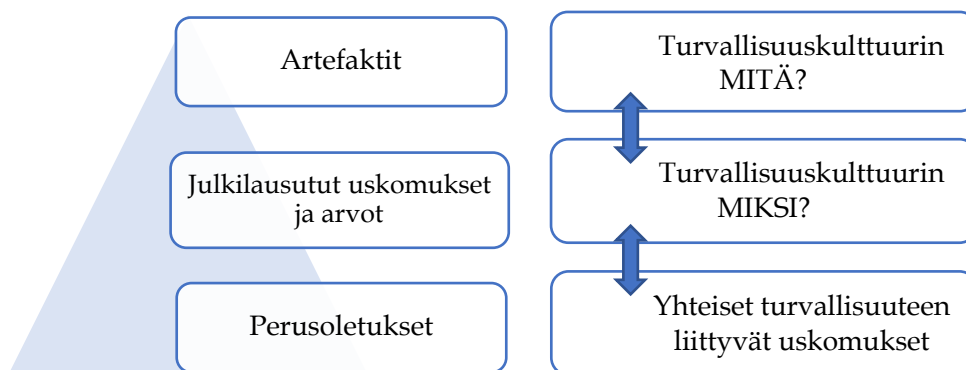
Toimintaprosessien ja niiden keskinäisen vaikutuksen tunteminen on osa turvallisuuden kulttuuria. Perusoletuksena on, että kaikki tarkkailevat toimintaympäristöään ja huomaavat poikkeamat, jonka seurauksena vakavat onnettomuudet voidaan estää tehokkaammin (Haber 2019, 225). Kun jokainen kokee olevansa vastuussa turvallisuudesta ja reagoi herkästi pieniinkin turvallisuuspoikkeamiin, avoimuuden ja luottamuksellisen ilmapiirin luominen ja vahvistaminen koko organisaation kattavaksi on mahdollista (IAEA 2020, 3).

Turvallisuustoiminnassa saatetaan yleensä tyytyä valmiisiin ratkaisuvaihtoehtoihin, joita on totuttu käyttämään. Turvallisuuden kulttuurissa sen sijaan on sitouduttu joustavuuteen, soveltamiseen sekä ennakointiin, ja perusoletuksena on periksiantamattomuus ongelmien ratkaisemisessa. Asiantuntijana esiintymisen sijaan perusoletus on, että voidaan kääntyä asiasta enemmän tietävän henkilön puoleen. (Haber 2019, 225–226.)

Johtamisjärjestelmän on tuettava vahvaa turvallisuuden kulttuuria varmistamalla, että organisaation turvallisuuden avainasiat ovat kaikkien tiedossa ja tiedostamia. Ihmisten, teknologian ja organisaation välinen vuorovaikutus otetaan huomioon, jotta työntekijät ja työryhmät voivat työskennellä turvallisesti ja tuottavasti. Kysymällä oppii -asennetta vahvistetaan organisaation kaikilla tasoilla ja pyritään jatkuvaan turvallisuuden kehittämiseen. (IAEA 2020, 3.)

2.2.1 Guldenmundin Turvallisuuskulttuurin tasomalli

Guldenmund (2010, 111) on soveltanut Scheinin organisaatiokulttuurin tasomallia (kuvio 1) kuvaamaan organisaation turvallisuuskulttuuria (kuvio 3). Tasomalli soveltuu tiedon keräämiseen ja kuvaa riittävästi kulttuurin muodostumisprosessia.



KUVIO 3 Turvallisuuskulttuurin tasomalli (Guldenmund 2000, 251)

Mallissa artefaktit ovat havaittavissa olevia asioita ja toiminnan piirteitä, jotka vastaavat kysymykseen: mitä? Niiden tarkastelussa havainnoidaan, mitä kyseinen turvallisuuskulttuuri kertoo. (Guldenmund 2010, 111.) Artefaktien tarkastelu on välttämätöntä mutta haastavaa niiden moniselitteisyyden vuoksi, joten keskittyminen vain osaan niistä saattaa tukea kulttuuritutkimuksen tarkoitusta (Guldenmund 2010, 117).

Julkilausutut arvot selittävät, miksi toimitaan tietyllä tavalla. Turvallisuuskulttuurin näkökulmasta pohditaan syitä arvojen olemassaoloon sekä niiden merkitystä kulttuurissa. (Guldenmund 2010, 111.) Arvot kuvaavat nimenomaan organisaation virallista kantaa, joten niitä ei voida pitää itsestään selvinä (Guldenmund 2010, 117).

Scheinin tulkinnassa (kuvio 1) perusoletukset voidaan selvittää etsimällä malleja tai epäjohdonmukaisuuksia artefaktien ja julkilausuttujen arvojen välillä tai julkilausuttujen arvojen joukosta. Turvallisuuskulttuuria tarkasteltaessa

perusoletukset muodostuvat yhteisistä turvallisuuskäsityksistä. (Guldenmund 2010, 111.) Guldenmundin (2000, 250) tulkinnassa Scheinin perusoletusten ulottuvuudesta turvallisuuskulttuurissa todellisuuden ja totuuden luonne kuvastaa sitä, mikä on turvallista ja mikä ei. Ajan ja paikan luonne voivat paljastaa työpaikkaan liittyviä oletuksia, esimerkiksi turvallisuuden ylläpitoon käytettyä aikaa, työn valmisteluun ja tekemiseen resursoitua aikaa sekä noudatettuja huoltosuunnitelmia. Ihmisluonne kuvaa turvallisuuskulttuurin yhteydessä heidän onnettomuusalttiuttaan tai taipumusta riskikäyttäytymiseen. Ihmisen toimintaa tarkastellaan itseohjautuvuuden kautta ja ihmissuhteita individualismin ja yhteistyön kautta. Ihmissuhteisiin liittyy myös kulttuurin autoritaarisuus: voiko alempiarvoinen henkilö huomauttaa virheellisistä toimintatavoista itseään ylempiarvoiselle?

2.2.2 Turvallisuuskulttuurin kehittyminen organisaatiossa

Organisaation turvallisuuskulttuuri kehittyy yleensä kolmen eri vaiheen kautta (taulukko 1). Vaiheet eivät ole itsenäisiä, toisiaan seuraavia kokonaisuuksia, vaan ilmenevät osittain samanaikaisesti organisaatioissa. Turvallisuuskulttuurin muodostumiseen vaikuttaa muun muassa organisaation ikä, toiminnan muutokset sekä johtaminen. (IAEA 2002, 17.)

TAULUKKO 1 Turvallisuuskulttuurin kehittymisen vaiheet (IAEA 2002, 17)

Vaihe	
1	Turvallisuus perustuu sääntöihin ja ohjeisiin.
2	Turvallisuus on organisaation tavoite.
3	Turvallisuutta voidaan aina parantaa.

Turvallisuuskulttuurin kehittymisen ensimmäisessä vaiheessa turvallisuus ymmärretään teknisten ohjeiden ja sääntöjen noudattamisena, mitä vaativat ulkoiset tahot kuten hallitus, lainsäädäntö ja viranomaiset. Toiminnalle on tyypillistä ongelmien ennakoinnin ja niihin varautumisen puuttuminen. Sisäisen viestinnän puuttuessa yhteistyö osastojen välillä on vähäistä. Johtajan tehtävänä on valvoa sääntöjen noudattamista. Työntekijöihin suhtaudutaan koneiston osana, mikä osaltaan ylläpitää huonoa suhdetta johdon ja työntekijöiden välillä. Turvallisuuskäyttäytymisen ja -asenteiden merkitystä ei ymmärretä. (IAEA 2002, 17–18.)

Toisessa vaiheessa turvallisuudesta on muodostunut päämäärä. Turvallisuutta johdetaan teknisten ratkaisujen kautta, mutta turvallisuuskulttuurin johtaminen puuttuu. Toiminnan suunnittelussa käsitellään ongelmia, mutta niihin ei varauduta konkreettisesti. Virhetilanteet ratkaistaan johdon toimesta usein lisäämällä valvontaa ja koulutusta. Johtajan tehtävänä on varmistaa, että taloudelliset tavoitteet saavutetaan turvallisessa työympäristössä. Tiimityö lisää vuorovaikutusta, mutta työntekijöiden ja johdon suhde on edelleen huono. (IAEA 2002, 18.)

Kolmannessa vaiheessa turvallisuuskulttuuri on jo korkealla tasolla ja organisaatiossa ymmärretään kulttuurin vaikutus turvallisuuteen, turvallisuuden jatkuvan kehittämisen tärkeys sekä turvallisuuden vaikutus tuotantoon. Ongelmien ennakointi ja niihin puuttuminen on osa toimintakulttuuria. Virheiden tutkimisessa korostuu syyllistämisen sijaan syyn etsiminen ja virheiden toistumisen estäminen. Vuorovaikutus ja viestintä ovat avointa, mikä mahdollistaa toisilta oppimisen. Työntekijöiden merkitys organisaation toiminnalle ymmärretään, ja teknisen tehokkuuden parantamisen sijaan heidän tarpeensa otetaan huomioon. (IAEA 2002, 19.)

2.2.3 Turvallisuusjohtaminen

Johtamiseen liitetään kaksi eri käsitettä: johtaminen (management) ja johtajuus (leadership). Toor ja Ofori (2008, 61) mainitsevat näiden eron liittyvän työtehtäviin, ongelmanratkaisutapoihin ja motivaatioon. Yhteistä johtamiselle ja johtajuudella on vaikuttaminen, ihmisten kanssa työskentely ja yhteisiin tavoitteisiin pyrkiminen (Algahtani 2014, 76). Molempia tarvitaan organisaation optimaalisen menestyksen saavuttamiseen (Algahtani 2014, 72).

Johtamista kuvaillaan asioiden ja johtajuutta ihmisten johtamisena. Johtaminen on tehtäväsuuntautunutta toimintaa, joka tavoitteena on mahdollistaa organisaation olemassaolo. Johtajan tehtävänä on suunnitella ja kontrolloida toimintaa, organisoida siihen resurssit sekä tuottaa palveluja yhteisölle tehokkaalla ja kestävällä tavalla. Johtaja on vastuussa työvoiman kehittämisestä, konfliktien ratkaisemisesta ja eettisestä toiminnasta. (Algahtani 2014, 74; Toor & Ofori 2008, 64.) Johtaja edistää toiminnan vakautta ja käyttää valtaa tavoitteenaan asioiden valmistuminen (Algahtani 2014, 76).

Johtajuus yhdistetään muutokseen, ryhmään vaikuttamiseen, yhteisen vision kehittämiseen ja yhteisten tavoitteiden saavuttamiseen. Johtaja edistää muutosta ja uusia näkökulmia sekä pyrkii ymmärtämään yksilöiden uskomuksia tavoitteenaan saada heidät sitoutumaan organisaation toimintaan. (Algahtani 2014, 75–76.) Johtaja vaikuttaa kyvyllään, visiollaan ja vakuuttavuudellaan. Johtajuutta syntyy, kun ryhmän jäsenet hyväksyvät, että sen jäsenillä on erilaisia vastuita. (Toor & Ofori 2008, 63–64.)

Turvallisuustoiminnassa on oleellista ottaa huomioon niin inhimilliset kuin organisatoriset turvallisuustekijät (Martínez-Córcoles, Gracia, Tomás & Peiró 2011, 1118). Turvallisuusjohtaminen pyrkii kehittämään organisaation kokonaisturvallisuutta siten, että organisaatorakenteen ohella valta ja vastuu turvallisuudesta on määritelty. Organisaation turvallisuusjohtamisjärjestelmä kontrolloi ja tarkkailee toimintaprosesseja ja niiden noudattamista sekä tarvittaessa parantaa niitä. (Guldenmund 2010, 198.)

Turvallisuusjohtamisen toimenpiteillä tavoitellaan muun muassa asenne- ja riskien välttävää käyttäytymistä, jotta tapaturmat ja niistä aiheutuvat kustannukset vähenisivät. Myönteisen turvallisuusasenteen organisaatiossa huomataan toiminnan poikkeavuudet ja niihin puututaan sekä poikkeamista opitaan, jonka seurauksena turvallisuustoiminta paranee. Kaiken taustalla on toimiva tiedon kulku organisaatiossa. (Guldenmund 2010, 198–199.)

Johtajuus on turvallisuuskulttuurin kriittisin elementti, sillä vain johtamalla voidaan ylläpitää ja kehittää turvallisuutta (Martínez-Córcoles ym. 2011, 1118). Kaikki, mitä puhutaan ja tehdään, vaikuttaa turvallisuuskulttuuriin. Johtajien tehtävänä on lujittaa turvallisuuskulttuuria kaikissa tilanteissa, jotta sitä ei pidettäisi itsestäänselvyytenä. He viestivät mitä turvallisuuskulttuurilla tarkoitetaan ja varmistavat, että kaikki ymmärtävät roolinsa sen muodostumisessa ja ylläpitämisessä. (Warren 2015, 4.) Ilman johtajuutta turvallisuuskulttuuri hajoaa eri ryhmien ylläpidettäväksi. Ryhmillä on erilaiset arvot ja tavoitteet, joten organisaatiossa saattaa olla yhtenäisen turvallisuuskulttuurin sijaan alakulttuureita, jotka suhtautuvat ja sitoutuvat turvallisuuteen eri tavoin. (Lundell & Marcham 2018, 36–37.)

Työtapaturmien runsas määrä on usein merkki heikosta turvallisuusasioiden johtamisesta. Henkilöstö ei noudata turvallisuusohjeita ja -sääntöjä, jos niitä ei ole juurrutettu osaksi toimintatapoja. Virhesuorituksiin liittyy usein kiireinen aikataulu, puutteellinen turvallisuusvälineistö tai kiinnostuksen puute turvallisuusasioista. (Lundell & Marcham 2018, 36.) Dartey-Baah ja Addo (2018, 187) ovat tutkimuksessaan havainneet johtajuuden vaikuttavan voimakkaasti työturvallisuuteen: johtajuus on esimiehen ja alaisten välinen sosiaalinen prosessi, jonka päämääränä on saavuttaa asetetut tavoitteet. Johtamistyylin lisäksi esimiehen karismaattisuuden on havaittu vaikuttavan myönteisesti työntekijöiden esimieheen kohdistuvaan samaistumiseen ja luottamukseen. Työntekijät noudattavat turvallisuusohjeita ja -standardeja turvallisuuteen sitoutuneen esimiehen esimerkin mukaisesti, ja turvallisuudesta muodostuu organisaation perusoleus. (Dartey-Baah & Addo 2018, 195.)

Bosak, Coetsee ja Cullinane (2013, 256) pitävät organisaation onnettomuuksiin suurimpana syynä turvallisten menettelytapojen laiminlyöntiä sekä piittaamattomuutta turvallisuussäännöistä, mikä heijastaa heikkoa turvallisuuskulttuuria. Johdon ja esimiesten sitoutuminen turvallisuuteen on keskeisessä asemassa turvallisuuskulttuurin rakentumisessa (Reiman ym. 2008, 3). Myös Bosak kumppaneineen (2013, 262) on havainnut, että johdon sitoutuminen turvallisuuteen sekä turvallisuuden korostaminen vähentävät työntekijöiden riskikäyttäytymistä. Tuotantopaineet ja aikataulussa pysyminen voivat altistaa työntekijän riskeeraamaan turvalliset toimintatavat, mutta johdon turvallisuussitoutuneisuuden on todettu estävän tätä. Samoin Cooper (2000, 114) korostaa organisaation positiivista suhtautumista turvallisuuskulttuuriin onnettomuuksia ehkäisevänä tekijänä.

Kulttuuri muodostuu sosiaalisissa kokemuksissa ja vuorovaikutuksessa (Reeves-Ellington & Yammarino 2010, 17–18). Tässä tutkimuksessa johtaminen ymmärretään hallinnollisena johtamisena (management), jota käsitellään tutkimustuloksissa silloin, kun sillä on merkitystä tuloksiin. Operatiivista toimintaa tarkastellaan johtajuuden (leadership) näkökulmasta, jolloin fokus on ydinvoimallaitostyöntekijöiden ja johtajan välisessä vuorovaikutuksessa sekä toiminnassa.

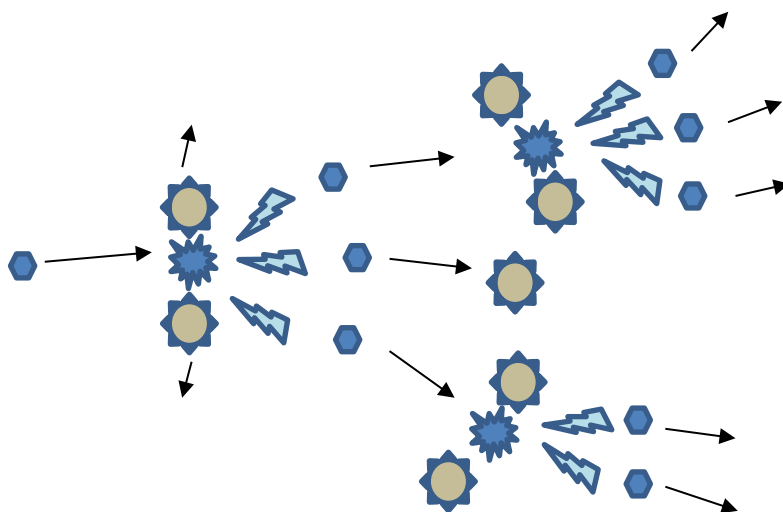
2.3 Tutkimuksen konteksti

2.3.1 Ydinvoiman historia ja tuottaminen

Atomin halkeamista on tutkittu 1930-luvulta alkaen. Toinen maailmansota suuntasi atomivoiman tutkimuksen ydinreaktorin sijaan sotilaallisiin sovelluksiin, ja esimerkiksi Yhdysvallat pudotti kaksi atomipommia Japaniin sodan loppupuolella. (Lehtinen & Sandberg 2004, 11.) Yhdysvalloissa rakennettiin ensimmäiset energiantuotantoon tarkoitetut kevytvesireaktorit 1950-luvun alussa, ja niiden käyttötarkoitus oli tuottaa energiaa sukellusveneissä. Ensimmäinen varsinainen sähköä tuottava ydinvoimalaitosreaktori käynnistettiin Obninskissa Neuvostoliitossa vuonna 1954. (Lehtinen & Sandberg 2004, 12–13.)

Suomessa teollisuus, elintason nousu ja kotitalouksien sähköistäminen lisäsivät energian tarvetta sodan jälkeen. Energian tuottaminen on edullisempaa suurissa yksiköissä, ja Suomen ydinvoimalaitosreaktorit valmistuivat Loviisaan vuosina 1977 ja 1981 sekä Olkiluotoon vuosina 1979 ja 1982. (Lehtinen & Sandberg 2004, 22.)

Ydinvoimalaitosten toimintaperiaate on samankaltainen laitostyyppistä riippumatta. Ydinvoimalaitos tuottaa energiaa ydinreaktorissa tapahtuvan fission eli uraaniatomien ytimien halkeamisreaktion seurauksena. Fissioreaktioissa neutroni osuu uraaniyttimeen, joka halkeaa kahdeksi ytimeksi. Energian vapautumisen ohella vapautuu uusia neutroneja, joista osa aiheuttaa uusia fissioita (kuvio 4). Saadulla energialla kuumennettu vesi höyrystyy ja höyryn paine pyörittää sähkögeneraattorin turbiinia. (Säteilyturvakeskus, STUK 2015.)



KUVIO 4 Fissioketjureaktio (mukaillen Eurasto, Hyvärinen, Järvinen, Sandberg & Sjöblom 2004, 26)

Uraaniytimen halkeamisessa syntyvät fissiotuotteet ovat radioaktiivisia. Reaktorin rakennemateriaaleissa sekä jäähdytysvedessä olevien aineiden ytimet aktivoituvat, kun vapautuvat neutronit törmäävät niihin. Uraanin fissioreaktion lämmöntuotto loppuu pian reaktorin sammuttamisen jälkeen, mutta radioaktiiviset fissiotuotteet tuottavat hajotessaan jälkilämpöä, joka lämmittää polttoainetta. Jos jälkilämpöä ei poisteta reaktorisydäimestä, polttoaine saattaa sulaa, jolloin pahimmassa tapauksessa radioaktiiviset fissiotuotteet vapautuvat suojarakennukseen ja ympäristöön. (STUK 2015.)

Reaktorin toiminnan tehonsäätö ja jäähdytys ovat edellytys turvalliselle toiminnalle ja radioaktiivisten aineiden ympäristöön pääsyn estämiseen. Tämän turvaamiseksi laitteiden on oltava luotettavia ja toisistaan riippumattomia sekä laitevikojen tarkastustekniikan riittävä. Reaktorivauriutilanteessa onnettomuusriskejä voidaan pienentää tehokkaalla radioaktiivisten aineiden ympäristöön pääsyn estämisellä. Onnettomuuden hallitseminen onnistuu parhaiten, kun siihen on varauduttu. (STUK 2015.) Professori Kyrki-Rajamäen (2011) mukaan riskialttiiden laitosten onnettomuuksiin tulisi varautua kehittämällä yhä suurempia kauhuskenaarioita ja niihin varautumista.

Ydinvoimalaitokset ovat teknisesti monimutkaisia energian tuottajia, joiden turvallisuuskulttuuri on avainelementti tasalaatuiseen korkean tason suoritukseen. Turvallisuuskulttuuriin vaikuttaa jokainen henkilökunnan jäsen johtoryhmästä valvomoon sekä ulkopuoliset sidosryhmät kuten rakennusurakoitsijat. (Warren 2015, 1.)

Reiman (1999, 26) on maininnut korkean riskin tuotantolaitosten ydintehävänä olevan turvallisen ja taloudellisesti kannattavan tuotannon. Organisaation toimintaturvallisuuden ymmärtäminen, vaarojen tunnistaminen ja ehkäiseminen sekä turvallisten toimintatapojen noudattaminen ovat olennainen osa turvallisuusjohtamista (Reiman ym. 2008, 48).

2.3.2 Tutkimuksen ydinvoimalaitosonnettomuudet

Ydinvoimalaitoksessa tapahtuvan onnettomuuden taustalla on yleensä joko yhden tai useamman turvallisuustekijän pettäminen. Tutkimuksen kohteena on kolme ydinvoimalaitosta, joissa on tapahtunut vakava onnettomuus. Ydinvoimalaitosten onnettomuuksien ja tapahtumien mittaukseen käytetään INES-asteikkoa (taulukko 2), jonka avulla voidaan onnettomuudet ja tapahtumat kategorisoida vertailukelpoisiksi (STUK 2019). Tutkimuksen kohteena ovat Three Mile Island Yhdysvalloissa, Tshernobyl nykyisessä Ukrainassa ja Fukushima Daiichi Japanissa.

Three Mile Islandin vuoden 1979 onnettomuuden syyksi on mainittu reaktorin auki juuttunut varoventtiili, jonka kautta jäähdytysvettä valui pois aiheuttaen reaktorin kuivumisen ja siten ylikuumenemisen. Tästä seurasi reaktorin osittainen sulaminen. Ydinvoimalaitoksen sisälle levisi paljon radioaktiivisia aineita, mutta säteilyvuodolta laitoksen ulkopuolelle vältyttiin lähes kokonaan. Onnettomuus on luokiteltu luokkaan 5. (Mukhopadhyay, Halligan & Hastak 2016, 528–530.)

Tshernobylin onnettomuus vuonna 1986 on luokiteltu luokkaan 7, ja sitä pidetään tuhoisimpana ydinvoimalaitosonnettomuutena. Reaktorissa tapahtui massiivinen räjähdys, jonka seurauksena voimalaitoksen ulkopuolelle pääsi suuri määrä radioaktiivisia aineita. Yli 30 työntekijää menehtyi saamiinsa vammoihin, jonka lisäksi ympäristövaikutukset ovat ulottuneet laajalle alueelle vuosikymmenien ajan. (Mukhopadhyay ym. 2016, 524–525.)

Fukushima Daiichin onnettomuus vuonna 2011 sai alkunsa luonnonkatastrofista. Alueella tapahtunutta maanjäristystä seurasi tsunami, joka vahingoitti ydinvoimalaitosta. Radioaktiivisia aineita päätyi sekä ilmaan että mereen. Ympäristövaikutukset olivat niin vakavat, että onnettomuus on luokiteltu myös luokkaan 7. (Mukhopadhyay ym. 2016, 526–527.) Maanjäristystä tai tsunamia ei voida estää, mutta Haberin (2019, 219) mukaan onnettomuuteen liittyi asioita, joiden tekeminen ennen onnettomuutta, sen aikana sekä välittömästi sen jälkeen olisi pienentänyt tapahtuman vahinkoja.

TAULUKKO 2 International Nuclear and Radiological Event Scale, INES-asteikko (STUK 2019)

INES-luokitus		
7	Erittäin vakava onnettomuus	Onnettomuudet
6	Vakava onnettomuus	
5	Ympäristölle vaaraa aiheuttava onnettomuus	
4	Laitosonnettomuus	
3	Vakava turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	Turvallisuutta heikentävät tapahtumat
2	Merkittävä turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	
1	Poikkeuksellinen turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	
0	Ei merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta	Poikkeuksellinen tapahtuma

Reasonin (1998, 295) mukaan teknologian innovaatiot ovat vaikuttaneet turvajärjestelmien määrään ja laatuun. Organisaatioissa on monimuotoiset ja päällekkäiset turvajärjestelmät, jotka ehkäisevät yksittäisiä inhimillisiä tai mekaanisia virheitä. Onnettomuus vaatii usean tekijän pettämistä, jotta se laajuudellaan vahingoittaisi ihmistä, tuotantolaitosta ja ympäristöä (vrt. taulukko 3).

TAULUKKO 3 Ydinvoimalaitosonnettomuuksien syyt (Mukhopadhyay, Hastak & Halligan 2014, 166)

	Tshernobyl INES 7	Fukushima INES 7	Three Mile Island INES 5
Rakennusvirhe	x	x	x
Laiterikko	-	-	x
Riittämätön varoitusjärjestelmä	-	-	x
Turvallisuusmääräysten rikkominen	x	x	x
Ammattitaitoisen henkilöstön puute	x	-	-
Inhimillinen virhe	x	x	x

Ydinvoimaloiden onnettomuuksien taustalla on useita syitä (taulukko 3), jotka INES-luokituksen onnettomuuskuvaukset osoittavat pelkistetysti. Taulukosta

voidaan havaita, että virhetekijöiden määrä ei korreloi suoraan onnettomuuden vakavuuteen.

Ydinvoimalaitosten onnettomuuksia on tarkasteltu aikaisemmin lähinnä niiden vaikutuksesta yksilön terveyteen tai yrityksen talouteen. Onnettomuuksilla on kuitenkin laajempia yhteiskunnallisia vaikutuksia: radioaktiiviset päästöt saastuttavat vettä ja maaperää, viljelymaat muuttuvat käyttökelvottomiksi, sähkön saanti vaikeutuu ydinvoimalaitoksen lopettaessa toimintansa ja teollinen tuotanto alueella saattaa päättyä. Lisäksi väestön uudelleen asuttaminen aiheuttaa kustannuksia ja inhimillistä kärsimystä. (Denning & Mubayi 2017, 160.)

2.3.3 Ajankohtaista ydinvoimateollisuudessa

Suomessa todettiin poikkeuksellinen ja vakava häiriötilanne Olkiluodon ydinvoimalaitoksen 2. yksikössä joulukuun 10. päivä 2020. Syynä tähän oli liian kuumen veden joutuminen reaktoriveden puhdistussuodattimeen, mikä irrotti materiaalia, joka puolestaan muuttui radioaktiiviseksi aiheuttaen säteilytason nousun hetkellisesti yli hälytysrajan. Häiriötilanne johti toiminnan pikasulkuun, ja voimayhtiö Teollisuuden Voiman (TVO) sekä Säteilyturvakeskuksen lisäksi muun muassa Ilmatieteidenlaitos, Satakunnan sairaanhoitopiiri sekä sosiaali- ja terveysministeriö käynnistivät valmiustilatoimenpiteet. Myös kansainvälinen ydinenergiajärjestö, IAEA, on seurannut tilanteen kehittymistä. (STUK 2020; Yleisradio 2020.) Tapahtuma osoittaa, että korkean riskin organisaatioissa pienikin poikkeama käynnistää mittavat valmiustoimet.

Ydinvoimalaitokset ovat korkean riskin organisaatioita, jotka herättävät mielipiteitä niin puolesta kuin vastaan. Ydinvoimalaitoksessa tapahtuneiden onnettomuuksien jälkeen vastustus ydinvoimaa kohtaan aina lisääntyy (Budnitz, Rogner & Shihab-Eldin 2018, 536). Ydinvoimalaitokset ovat normaalisti toimiessaan vähäpäästöisiä ja luotettavia, mutta pienikin vika voi johtaa suureen onnettomuuteen. Ydinenergiateollisuus on koko prosessinsa osalta täynnä riskitekijöitä, joista merkittävimmät sijoittuvat toiminnan päättymiseen, ydinjätteen varastointiin ja ydinvoimalaitoksen purkamiseen. Korkean riskin organisaatioissa tapahtuvat virheet voivat aiheuttaa merkittäviä seurauksia ympäristön ja organisaation ihmisten terveydelle ja turvallisuudelle (Haber 2019, 219).

Ydinenergian etuja ovat:

- Uraanipolttoaineen ja sillä tuotetun energian korkea hyötysuhde: yksi gramma uraania tuottaa saman verran energiaa kuin kolme tonnia kivihiiltä.
- Ydinvoimalaitokset tuottavat sähköä tasaisesti vuodenaajoista ja säästä riippumatta.
- Energiantuotanto on ilmastoystävällistä, sillä se tapahtuu ilman palamiskaasujen syntymistä. (STUK 2015.)

Toisaalta uraani sisältää vain vähän ydinpolttoaineeksi soveltuvaa isotooppia U-235, joten uraanimalmin on arveltu riittävän nykyisellä tuotantotavalla noin sadaksi vuodeksi (STUK 2015).

Kuten johdannossa mainittiin, ydinvoimalaitosten ja uusien ydinvoimalaiden määrä lisääntyy lähivuosina. Ydinvoimalaitoksen rakentaminen on yhtäältä kallista, mutta toisaalta edullista käyttää ja ylläpitää (Budnitz ym. 2018, 535). Uusille ydinvoimavaltioille – muun muassa Bangladesh, Egypti ja Turkki – suurin haaste on riittävän turvallisuustason saavuttaminen ja turvallisuuskulttuurin luominen, erityisesti jos toiminnan turvallisuuden tärkeyttä ei ole sisäistetty yhteiskunnallisissa ja poliittisissa valtajärjestelmissä (Budnitz ym. 2018, 536, 541).

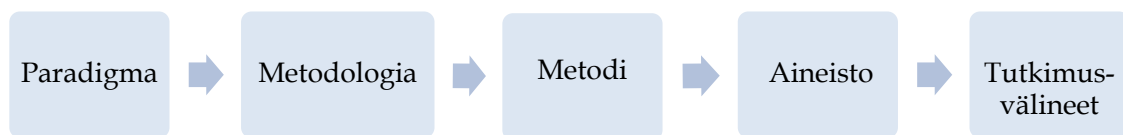
Turvallisuusjohtamisella voidaan vaikuttaa siihen, että koko organisaatio sitoutuu turvallisuuteen ja välinpitämättömyydestä johtuvat haitat voidaan estää. Kaikissa ydinenergiavaltioissa ei ole kansallista lainsäädäntöä ydinenergian tuottamisesta eikä kansainvälinen ydinturvallisuussäännöstö ole laillisessa mielessä sitova. Kansainvälisiä sopimuksia on olemassa muun muassa ydinturvallisuudesta, ydinonnettomuuksien ilmoittamisesta, avunannosta sekä käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuudesta. Säännöstöä ylläpitää ja toimintaa valvoo IAEA. Järjestö on perustettu vuonna 1957 edistämään kansainvälistä yhteistyötä ja toimimaan asiantuntijana energia-alalla. (Koutaniemi, Reponen, Salminen, Sandberg & Varjoranta 2004, 364–366.)

Suomessa ydinvoimaloiden toimintaa valvoo Säteilyturvakeskus (STUK). Ydinenergian tuottamiseen on säädetty lakeja ja velvoittavia asetuksia, kuten Ydinenergilaki (990/1987), Ydinenergia-asetus (161/1988), Säteilylaki (592/1991), Säteilyasetus (1512/1991) ja Ydinvastuulaki (484/1972). (Koutaniemi ym. 2004, 356–357.) Päivitetty Ydinenergilaki astui voimaan joulukuussa 2020. Lain tarkoituksena on vahvistaa ydin- ja säteilyturvallisuuden turvahenkilökunnan toimivaltuuksia lisäämällä ja parantamalla heidän oikeusturvaansa. (Turunen 2020.)

3 TUTKIMUSPROSESSI

3.1 Tutkimusprosessin valinnat

Tutkimusprosessi sisältää useita valintoja, jotka vaikuttavat tutkimuksen seuraavan vaiheen toteuttamiseen (Puusa & Juuti 2020, 75). Prosessi käynnistyy tutkimusongelman ja tutkimuskysymyksen määrittelystä (Ronkainen, Pehkonen, Lindblom-Ylänne & Paavilainen 2014, 89). Tutkimusongelma määrittää tutkimusprosessissa (kuvio 5) käytettävät valinnat ja menetelmät, jotka vaikuttavat puolestaan seuraaviin valintoihin (Pickard & Dickson 2004).



KUVIO 5 Tutkimushierarkia (mukaillen Pickard & Dickson 2004)

Tässä tutkimuksessa pyritään kuvaamaan ja selittämään johtamisen yhteyttä turvallisuuskulttuuriin, joten paradigmana on interpretivismi eli tulkinnallinen lähestymistapa. Reiman ja Rollenhagen (2014, 6) toteavat tulkinnallisen lähestymistavan soveltuvan tutkimukseen erityisesti silloin, kun tarkastellaan organisaation jäsenten uskomuksia ja merkityksiä sekä niiden vaikutusta jäsenten käyttäytymiseen.

Tulkinnalliseen lähestymistapaan soveltuu käytettäväksi laadullinen metodologia, joka pyrkii ymmärtämään ja syventämään käsitystä tutkittavasta ilmiöstä. Laadullisista tutkimusmetodeista valittiin tutkimuskohteiden ja tutkimusongelman perusteella vertaileva tapaustutkimus. Tutkimuksen kontekstina on kolme erillistä kohdetta, joita tarkastellaan ensin itsenäisinä kokonaisuuksina ja sitten vertaillen niitä keskenään.

Tutkimusaineistona ovat ydinvoimalaitosten onnettomuusraportit, sillä haastattelu tai kysely toteuttaminen tässä hetkessä ei ole mahdollista johtuen

tutkimuskohteiden onnettomuuksien luonteesta ja tapahtuma-ajankohdasta. Tutkimusvälineenä käytetään Guldenmundin Turvallisuuskulttuurin tasomallia (kuvio 3), IAEA:n (2002, 10–13) sen pohjalta laatimia turvallisuuskulttuurin tunnusmerkkejä sekä IAEA:n (2006, 9–11) julkaisemia vahvan turvallisuuskulttuurin tunnusmerkkejä.

3.2 Laadullinen tapaustutkimus

Laadullinen tutkimus on yleiskäsite eri metodeille, jotka ovat joustavia ja tulkinnallisuutta korostavia (Ronkainen ym. 2014, 82–83). Metodologia vaikuttaa valittuun metodiin, mutta näitä tärkeämpi merkitys valinnalle on tutkimusongelmalla ja -kontekstilla (Ronkainen ym. 2014, 117).

Tämän tutkimuksen tutkimusmetodina on tapaustutkimus, jota voidaan käyttää useilla tieteenaloilla erilaisten ongelmien tutkimiseen. Tapaustutkimuksessa kohteena on yksi tai useampi tapaus, joita tarkastellaan osana määrättyä kontekstia, esimerkiksi toimialaa. Tapaus voi olla tietty systeemi tai ilmiö, jonka suhde kontekstiin on epäselvä. Se voi olla muutosprosessi, sarja tapahtumia tai abstrakti ilmiö, kuten johtaminen. (Eriksson & Koistinen 2014, 4, 6.)

Eriksson ja Koistinen (2014, 5) esittävät vaihtoehtoisia kriteereitä tapaustutkimuksen valinnalle. Tapaustutkimuksen valintaa tutkimusmetodiksi puoltaa, jos

- tapaukseen etsitään vastausta kysymyssanojen ”mitä”, ”miten” ja ”miksi” avulla
- tutkija ei voi kontrolloida tapahtumaa
- aihe on tutkimuskentällä uusi tai vähän tutkittu
- tutkimuskohteena oleva ilmiö on olemassa tässä ajassa.

Tässä tutkimuksessa viitekehyksenä on Guldenmundin Turvallisuuskulttuurin tasomalli, jonka mukaisesti tarkastellaan artefakteja, julkilausuttuja arvoja sekä perusoletuksia. Artefaktit vastaavat turvallisuuskulttuurin mitä-kysymykseen ja julkilausutut arvot puolestaan miksi-kysymykseen. Perusoletusten voidaan ajatella vastaavan miten-kysymykseen. Tutkimus kohdistuu menneisyydessä tapahtuneeseen ilmiöön, joten se ei ole tutkijan kontrolloitavissa. Tutkimusaihetta ei ole tutkittu tämän tutkimuksen näkökulmasta tai tutkimus on vähäistä. Ydinvoimalaitosten turvallisuuskulttuurin ja johtamisen yhteys on ajankohtainen ilmiö, jota kohtaan kiinnostus lisääntyy koko ajan sekä Suomessa että esimerkiksi uusissa ydinvoimavaltioissa. Tämä tutkimus täyttää kaikki Erikssonin ja Koistisen tapaustutkimukselle esittämät kriteerit, joten tapaustutkimus soveltuu tutkimusaiheeseen erittäin hyvin.

3.3 Tutkimusaineisto

3.3.1 Onnettomuusraportit tutkimusaineistona

Tieteellisen tutkimuksen peruspilarin muodostavat tutkimusaineisto ja sen tulkinta. Riittävän laaja ja laadukas aineisto valottaa tutkittavaa asiaa syvemmin ja aineiston analysoinnissa voidaan erottaa tutkimuksen kannalta merkittävät kokemukset. Suppean aineiston analysointi saattaa olla helppoa, mutta sen tulos edustaa usein vain kapeaa näkökulmaa. (Polkinghorne 2005.)

Tutkimusaineisto on tutkimukseen soveltuvaa, kun siitä saadaan vastauksia tutkimuskysymykseen tai sillä voidaan vahvistaa tai kyseenalaistaa hypoteesi. Aineisto on Ronkaisen ym. (2014, 117–118) mukaan riittävän laaja, kun siinä on tarkasteltu tapausta riittävän monista näkökulmista ja tapaukseen liittyvät tekijät ja osapuolet on otettu huomioon.

Tapaustutkimukseen soveltuvat erilaiset aineistot, kuten avoimet haastattelut, havainnoinnit ja dokumentit (Eriksson & Koistinen 2014, 4). Tämän tutkimuksen kontekstina on ydinvoimalaitos ennen onnettomuustilannetta ja sen aikana. Kyseisenä aikana vallitsevaa turvallisuuskulttuuria on haastavaa tai jopa mahdotonta selvittää jälkikäteen esimerkiksi haastatteleamalla tai kyselylomakkeella. Strauch (2015, 102) on todennut, että turvallisuuskulttuuria on mahdollista arvioida yrityksen onnettomuuden tapahtumahetkellä ja sen jälkeen tekemien toimien ja päätösten perusteella. Onnettomuuden tutkimusraportit on laadittu useiden eri tietolähteiden ja haastattelujen perusteella ja antavat siten laajemman kuvan turvallisuuskulttuurista. Guldenmund (2010, 67) on havainnut kyselylomakkeiden usein paljastavan organisaation turvallisuuskulttuurin ytimen sijaan vain yhteisiä ulospäin osoitettavia asenteita.

Tutkimusaineistona käytetään onnettomuusraportteja kolmesta tuhoisaksi luonnehditusta ydinvoimalaitosonnettomuudesta: Three Mile Island Yhdysvalloissa, Tshernobyl Neuvostoliitossa (nykyisessä Ukrainassa) sekä Fukushima Daiichi Japanissa. Kyseiset ydinvoimalaitokset sijaitsevat eri maanosissa ja tapahtuneet onnettomuudet ovat tyypiltään erilaisia, mikä antaa monipuolisemman kuvan aihealueesta.

Duriau, Reger ja Pfarrer (2007) ehdottavat useamman tietolähteen käyttämistä tutkimusvinouman ehkäisemiseksi. Three Mile Island -onnettomuuden osalta tutkimusaineistona on Report of the President's Commission on the Accident at Three Mile Island vuodelta 1979 sekä Nuclear Regulatory Commission, NRC:n, onnettomuusraportti vuodelta 1980. Tshernobylin onnettomuuden tarkasteluun käytetään International Nuclear Safety Advisory Group, INSAG:in vuosien 1986 ja 1992 onnettomuusraportteja. Fukushiman onnettomuutta tarkastellaan The Tokyo Electric Power Companyn (TEPCO) raportin (2011) ja The Fukushima Daiichi Accident -raportin (IAEA 2015) perusteella.

3.3.2 Tekstit tulkinnan kohteena

Tutkimusaineisto muodostuu valintojen perusteella. Tutkimusaineiston, kuten onnettomuusraporttien, käyttämisessä tutkimusaineistona korostuu tekstin tulkinnan merkitys ja monikerroksisuus. Lakomäki, Latvala ja Laurén (2011, 10) mainitsevat keskeiseksi seikaksi tekstien ja todellisuuden suhteen, sen miten dokumentit kuvaavat käsittelemään tapahtumia. Lehtosen (1998, 108) mukaan tekstit tuottavat todellisuutta tekstuaalisesti.

Tekstit laaditaan tietyn jäsenyyksen mukaan, jolla on merkitystä siihen, miten niitä luetaan (Lehtonen 1998, 114). Tekstistä ei etsitä vain yhtä totuutta, vaan pyritään havainnoimaan vallinneita käsityksiä, oletuksia, arvoja ja asenteita (Lakomäki ym. 2011, 10). Tekstin merkitys on sidoksissa lukijan ymmärrykseen aiheesta. Valmiita merkityksiä ei ole olemassa, vaan ne syntyvät tekstin ja lukijan vuorovaikutuksessa. (Lehtonen 1998, 116, 132.) Tekstin tulkintaan ja merkitysten havainnointiin vaikuttaa olennaisesti tulkitsijan mielikuvitus. Palonen (1988, 16) puolestaan toteaa, että tekstin tulkinta ei ota kantaa ovatko asiat todella niin kuin tekstissä on kuvattu vai esitetäänkö asiasta erilaisia tulkintoja. Tekstin analyysi tuo sen monet merkitykset esiin. Tekstin merkitys on sidoksissa kontekstiinsa, ja merkitys saattaa muuttua toisessa kontekstissa (Palonen 1988, 61; Lehtonen 1998, 158). Tulkinnassa kontekstin ottaminen huomioon auttaa havainnoimaan myös sitä, mitä ei ole mainittu. Kontekstit vaikuttavat Lehtosen (1998, 160) mukaan merkittävästi lukijan tulkintaan tekstistä.

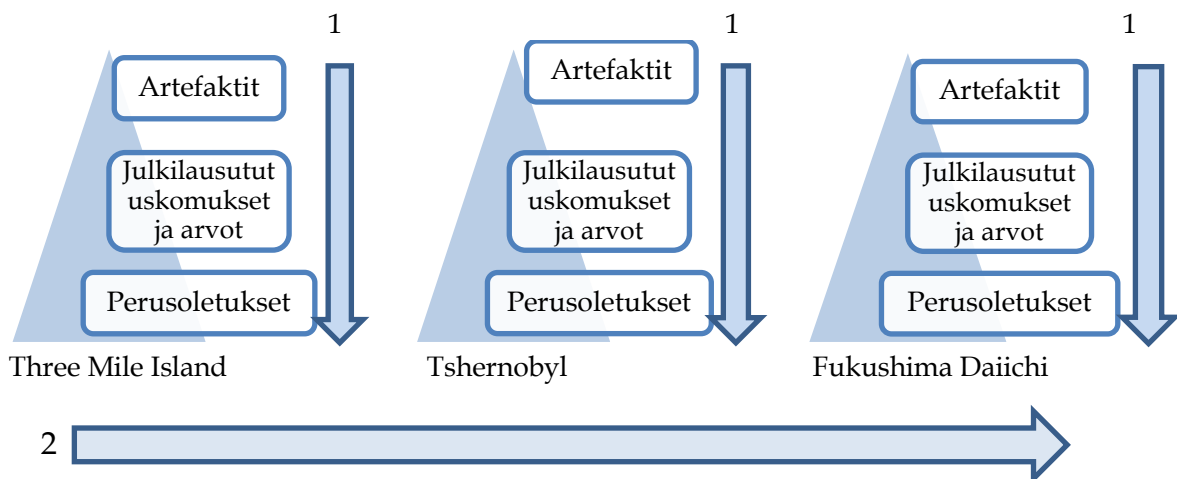
Ydinvoimalaitosten onnettomuusraportit perustuvat haastatteluihin ja eri tietolähteisiin. Raporttien laadinnassa on luotu merkityksiä haastateltavia kuunnellussa ja haastatteluja litteroitaessa. Merkitykset ovat vaikuttaneet muun muassa raportoinnissa käytettyihin käsitteisiin ja valittuihin sisältöihin. Onnettomuusraporteissa konteksti on otettu huomioon ja tekstimateriaalin lähteet on voitu rajata. Raporttien sisältöön on vaikuttanut myös raportin laatijan käsitykset ja ymmärrys asiasta sekä laatijan taustaorganisaatio. Tämän vuoksi on perusteltua käyttää useampaa onnettomuusraporttia tutkimusaineistona tässä tutkimuksessa.

3.4 Aineiston analyysi

Laadullisessa tutkimuksessa päätelmien lisäksi on tärkeää kuvata, kuinka päätelmiin on päästy (Polkinghorne 2005). Tutkimusaineiston analysointimenetelmänä on tässä tutkimuksessa sisällönanalyysi, jota toteutetaan teoriaohjaavasti. Sisällönanalyysin avulla tutkimusaineistoa tarkastellaan etsien ilmiöiden ja asioiden merkityksiä, seurauksia ja yhteyksiä (Krippendorff 1989). Teoriaohjaavassa analyysissä pyritään tuomaan uudenlaista ajattelua ja tulkintaa teoreettiseen viitekehykseen. Analysointi etenee vuoroin teorian, vuoroin aineiston ohjaamana.

Laadullisella sisällönanalyysillä on tavoitteena eri asioiden merkitysten ja yhteyksien selittäminen. Analysointiprosessissa aineisto luokitellaan siten, että

se tukee vastauksen löytämistä tutkimuskysymykseen. Luokittelu tapahtuu ennalta suunnitellun, kyseiseen tutkimukseen valittujen koodaus- tai luokitteluperusteiden mukaisesti. Luokittelu voi tapahtua esimerkiksi teemojen perusteella. Sisällönanalyysissa tutkimusaineistoa voidaan analysoida eri tasoilla, kuitenkin aina yhdellä tasolla kerrallaan. White ja Marsh (2006) toteavat, että sisällönanalyysi on toistuva prosessi, jota toistetaan käsitteellistämisen, tulinnan ja määrittelyn osalta, kunnes saavutetaan tyydyttävä johtopäätös.



KUVIO 6 Tämän tutkimuksen analysointiprosessi

Tämän tutkimuksen analysoinnin viitekehyksenä ovat Guldenmundin laatima Turvallisuskulttuurin tasomalli (kuviot 3) sekä IAEA:n (2006, 9–11) esittämät vahvan turvallisuskulttuurin tunnusmerkit. Tutkimusaineiston analysointi suoritetaan ensin ydinvoimalaitoskohtaisesti. Tässä vaiheessa etsitään vastausta kysymykseen: Miten turvallisuskulttuuri näkyy organisaatiossa?

Sen jälkeen tarkastellaan tutkimusaineistoa IAEA:n turvallisuskulttuurin tunnusmerkkien (liite) avulla ydinvoimalaitoksittain. Havaintoja verrataan tasoitain keskenään etsien mahdollisia yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Tulosten perusteella pyritään vastaamaan kysymykseen: Miten johtaminen näkyy turvallisuskulttuurin eri tasoilla?

3.5 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Laadullisessa menetelmässä tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan tutkimusaineiston ja päätelmien välisestä suhteesta. Havaintojen ja päätelmien on oltava johdonmukaisia ja perusteltuja. Luotettavuutta lisää tutkijan perustelut tehdyille valinnoille. Whiten ja Marshin (2006) mukaan tutkimuksen sisäinen validiteetti ilmenee keskeisten kysymysten yhteydestä tutkimusaineistoon, ja ulkoinen validiteetti viittaa tutkimustulosten käytettävyyteen toisessa kontekstissa.

Laadulliseen tutkimukseen yhdistetään Juutin ja Puusan (2020, 175) mukaan käsitteet uskottavuus, luotettavuus ja eettisyys. Uskottavuutta kuvaa tiedeyhteisön suhtautuminen tutkimustulosten laatuun, jota arvioidaan tutkimus-

aineiston soveltavuudella tutkimukseen sekä aineiston analysoinnin huolellisuudella. Luotettavuutta osoittaa tutkijan perustelut valitsemiensa lähestymistapojen ja menetelmien soveltavuudesta tutkimuskontekstiin sekä tutkimuksen etenemisen tarkka kuvaus.

Tutkimuksen eettisyys edellyttää, että tutkimuksessa on noudatettu tieteen eettisiä periaatteita. Tämän tutkimuksen aineisto muodostuu julkisista asiakirjoista. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK 2020) mukaan käytetäessä asiakirjoja tutkimusaineistona ei ole tarvetta eettiseen ennakkoarviointiin. Tutkimusprosessissa on huolehdittu siitä, että TENKin ohjeita ja määritelmiä hyvästä tieteellisestä käytännöstä noudatetaan.

Clarkeburn ja Mustajoki (2007, 43–44) mainitsevat kaikilla tieteenaloilla hyväksytyiksi tutkimusperiaatteiksi muun muassa rehellisyyden, huolellisuuden, tieteellisen tunnustuksen, eettiset tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmät, tutkijan älyllisen vapauden sekä julkisen vastuun. Näillä tarkoitetaan puolueetonta ja avointa tutkimusotetta sekä tarkkuutta työskentelyssä. Tutkimuksen suorittamisesta raportoidaan avoimesti niin aineiston kuin metodien ja tulosten osalta. Omiin ja muiden tutkijoiden näkemyksiin suhtaudutaan arvostavasti, ja lähtökohtaisesti tutkimus on julkaisukelpoinen.

Tässä tutkimuksessa olen perustellut toimintatavat ja niiden valinnan. Tutkijana minulla ei ole yhteyksiä ydinvoima- tai muihin sähköä tuottaviin laitteisiin, joten tutkimuksen lähtökohtana on objektiivinen suhtautumiseni tutkimusaiheeseen. Tutkimusprosessissa toimin avoimesti ja rehellisesti, suhtaudun asianmukaisesti muiden tutkijoiden työhön ja noudatan tieteelliselle tutkimusprosessille asetettuja vaatimuksia.

4 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimustulokset ovat tutkijan tulkinta tutkittavasta ilmiöstä. Tulkinta on Palosen (1988, 15) mukaan yksipuolinen ja vajavainen käsitys, jolla korvataan tai täydennetään aikaisempaa käsitystä tietyistä ilmiöistä. Tulkinta on kiistettävissä, ja se voidaan kyseenalaistaa; se ei pyri olemaan absoluuttinen totuus.

Tässä luvussa esitellään tutkimustulokset tutkimuksen apukysymysten avulla. Alaluvussa 4.1 selostetaan ensin onnettomuustapahtumien kulku ydinvoimalaitoksissa, jonka jälkeen havainnoidaan turvallisuuskulttuurin näkymistä organisaatiossa. Alaluvussa 4.2 havainnoidaan johtamisen näkymistä turvallisuuskulttuurin eri tasoilla.

4.1 Turvallisuuskulttuurin näkyminen organisaatiossa

4.1.1 Three Mile Island 1979

Three Mile Island (TMI) ydinvoimalaitoksessa oli kaksi reaktoria. Ensimmäinen reaktori oli ollut kaupallisessa toimissa vuodesta 1974 alkaen. TMI 2-reaktorissa puolestaan käynnistyi sähkön tuotanto joulukuussa 1978, ja reaktorionnettomuus tapahtui maaliskuussa 1979. (The President's Commission 1979.) Onnettomuuden aikaan turvallisuuskulttuurikäsitettä ei tunnettu, joten onnettomuusraporteissa käsitellään turvallisuutta lähinnä teknisten ongelmien ja työntekijöiden suorittamien toimintojen kautta.

Turvallisuuskulttuurin perusoletuksena TMI-ydinvoimalaitoksessa oli ydinvoimalaitoksen riittävä turvallisuus. Tämä perustui vahvaan uskomukseen, joka oli muodostunut yhdysvaltalaisen ydinvoimalaitosten toimittua useamman vuoden ilman onnettomuuksia. (Rogovin & Frampton 1980, 3.) Myös yleisölle viestittiin alati voimalaitoksen kokonaisturvallisuudesta. Ydinvoimalaitoksen toiminnasta vastasi voimayhtiö Metropolitan Edison Company, Met Ed.

Three Mile Islandin yksiköt olivat tyypiltään painevesireaktoreita, joissa reaktorin ydintä jäähdytetään korkeapaineisella vedellä, joka ei höyrysty. Pai-

nevesireaktori sisältää kaksi jäähdytysvesijärjestelmää, joista primääripiiri liittyy reaktorin jäähdyttämiseen ja sekundääripiiri sähkön tuottamiseen. Reaktorissa fissioreaktio tuottaa lämpöä, jonka jäähdyttämiseen käytetty vesi johdetaan sen kuumennettua höyrystimeen. Höyrystimessä primääripiirin vesi lämmittää sekundääripiirin vettä höyryksi ja jäähdyttyään palaa takaisin reaktoriin. Sekundääripiirin vedestä syntynyttä höyryä käytetään sähkön tuotantoon turbiineissa. (STUK 2015.)

Seuraavaksi kuvaillaan TMI:n onnettomuustapahtumia The President's Commissionin (1979, 90–102) raportin sekä Karjunen, Suksi ja Tossavaisen (2004, 221–226) mukaan.

TMI 2 -onnettomuustapahtumat käynnistyivät huoltotöiden yhteydessä tehdyn virheen vuoksi. Syöttövesijärjestelmä pysähtyi, jonka seurauksena vedenvirtaus höyrygeneraattoriin estyi ja höyryntuotanto lakkasi. Höyry tuottaa sähköä ja lisäksi vaikuttaa lämmön poistumiseen ydinreaktorin jäähdytysvedestä, kun höyrystyneen veden tilalle pumpataan kylmää vettä.

Syöttövesipumppujen pysähtyessä varasyöttövesipumput käynnistyivät. Valvomossa ei kuitenkaan havaittu varoitusvaloja siitä, että vesilinjojen venttiilit olivat kiinni, joten vettä ei päässyt höyrygeneraattoriin. Veden puuttuessa höyrygeneraattorit kuivuivat ja reaktorin jäähdytysneste ylikuumeni. Vasta myöhemmin havaittiin, että höyrygeneraattoriin johtavien linjojen venttiileitä oli kiinni estäen veden virtauksen. Näiden venttiilien olisi pitänyt olla auki aina reaktorin ollessa toiminnassa. Venttiilien avaamisella saatiin sekundääripiirin jäähdytys palautettua. (The President's Commission 1979, 90–102; Karjunen ym. 2004, 221–226.)

Syöttövesipumppujen pysähtyessä reaktorin jäähdytysvesi alkoi lämmetä. Vesi laajeni lämmetessään, jonka seurauksena paineen noustessa ulospuhallusventtiili avautui ja höyryä sekä vettä virtasi reaktorin jäähdytysjärjestelmästä suojarakennukseen. Paineen yhä noustessa reaktorissa tapahtui automaattinen pikasulku, ja säätösauvat putosivat automaattisesti reaktoriin pysäyttääkseen ydinfission. Fissiosta aikaisemmin syntyneet radioaktiiviset aineet lämmittivät edelleen reaktorin jäähdytysvettä. Paineen noustessa ulospuhallusventtiili avautui. Reaktorissa paine laski ja ulospuhallusventtiilin olisi pitänyt sulkeutua. Valvomossa tulkittiin merkkivaloja väärin ja venttiilin oletettiin sulkeutuneen. Venttiili oli kuitenkin juuttunut auki valuttaen reaktorin jäähdytysvettä pois. Mikäli venttiili olisi sulkeutunut suunnitellusti tai operaattorit olisivat havainneet sen aukiolon ja sulkeneet sen välittömästi, onnettomuus olisi mahdollisesti vältetty. Paineen vähetessä reaktorin kaksi korkeapaineista hätäjäähdytysjärjestelmää käynnistyi automaattisesti, mutta toinen niistä kytkettiin pian pois, sillä ydinvoimalaitoksessa haluttiin välttää reaktorin ja paineistimen täyttyminen vedellä, mikä olisi vaikeuttanut paineen hallitsemista reaktorin jäähdytysjärjestelmässä. Samalla sivuutettiin riskit, mitkä aiheutuisivat reaktorin ytimen jäädessä ilman jäähdytysnestettä. (The President's Commission 1979, 90–102; Karjunen ym. 2004, 221–226.)

Viisi minuuttia oli kulunut onnettomuuden käynnistymisestä, kun höyrykuplat alkoivat muodostua reaktorissa korvaten jäähdytysveden. Vesi siirtyi

paineistimeen nostaan sen taso. Operaattorit tulkitsivat tämän siten, että jäähdytysjärjestelmässä oli runsaasti vettä ja alkoivat pumpata vettä pois. Tästä seurasi reaktorisydämen paljastuminen, polttoainesauvojen suojakuoren hapettuminen sekä lopulta reaktorisydämen sulaminen. Ydinvoimalaitos julistettiin laitoshätätilaan kolmen tunnin kuluttua tapahtumien alkamisesta. (The President's Commission 1979, 90–102.)

Onnettomuusraporttien perusteella voidaan havaita, että TMI 2:ssa tekniset puitteet olivat ulkoisesti kunnossa, säteilylle altistumisvaarassa olevien työntekijöiden terveyttä seurattiin säännöllisesti ja työntekijöitä koulutettiin. Ydinvoimalaitoksen toimintaa turvasivat useat varajärjestelmät. Perusoletus riittävästä turvallisuudesta saattoi vaikuttaa siihen, että johtajien suhtautuminen turvallisuuteen oli kuitenkin pinnallista. Onnettomuusraportin perusteella on vaikeaa havaita, johtuiko se osaamattomuudesta, hyväuskoisuudesta vai välinpitämättömyydestä.

Turvallisuusasenteisiin saattoi vaikuttaa ydinvoimateollisuutta säätelevien viranomaisten keskuudessa vallinnut asenne: ydinvoimalaitosten turvallisuuden uskottiin olevan riittävä. Turvallisuuskulttuurin kehittymisvaiheessa viranomaismääräykset toimivat ohjeena toiminnalle (IAEA 2002, 17). TMI 2 aloitti toimintansa aikana, jolloin the Nuclear Regulatory Commission, NRC:n (Kansallinen ydinvoimakomissio) tehtävänä oli myöntää toimiluvat kaupalliselle ydinvoimalaitokselle, mutta se ei juurikaan paneutunut niiden toiminnan valvontaan. Kansallisia vaatimuksia ei ollut muun muassa koulutuksen minimitasolle, psykologisille testeille tai työntekijän rikostaustan selvitykselle. (Rogovin ja Frampton 1980, 3.)

Scheinin (1996, 13–15) havainto kolmesta alakulttuurista ja niiden yhteen sovittamisen vaikutuksesta organisaation oppimiseen on havaittavissa TMI 2:ssa. Alakulttuureiden välillä vallitsi hierakia, esimerkiksi operatiivinen johtaja ei osallistunut käyttöhenkilöstön operatiiviseen koulutukseen. Myös alakulttuureiden sisällä oli havaittavissa turvallisuuskulttuurin kehittymättömyys muun muassa vuorovaikutuksessa: käyttöhenkilöstön eli operaattoreiden vaihtuvuorot vaihtuivat ilman tilannekatsausta voimalaitoksen tai sulkuventtiilien toiminnasta.

Työntekijät osallistuivat koulutukseen, jossa käsiteltiin toimintaprosesseja, mutta ei niiden vaikutusta toisiinsa. Tämä vaikeutti toimintaa onnettomuuden aikana, sillä toimintahäiriön teknisiä syitä ja seurauksia ei ymmärretty. Työntekijöiden toimintaa ohjattiin pääsääntöisesti säännöillä ja ohjeilla, mikä on tyyppillistä turvallisuuskulttuurin kehittymisen ensimmäisessä vaiheessa. Haasteena toiminnalle oli ristiriitaiset ohjeet, joiden olemassaolo johtui hätäsuunnitelmien koordinoinnin puuttumisesta.

Ohjeistus oli puutteellista myös viestinnän osalta. Säteilyonnettomuuden ilmoittamisesta paikallisille ja kansallisille terveysturvaviranomaisille ei ollut ohjeistusta, joten henkilöstöllä ei ollut virallista keinoa ilmoittaa havainnoistaan. Turvallisuuden kannalta keskeisessä asemassa olevassa ydinvoimalaitoksen valvomossa havaittuja virheitä ja puutteellisia toimintoja ei korjattu, vaikka työntekijät olivat huomauttaneet puutteista. Voimalaitoksen johto salli toiminnan

jatkamisen, vaikka osa hälytysvaloista paloi virheellisesti koko ajan. Varoitussjärjestelmät olivat osoittautuneet vastaavissa reaktoreissa joiltain osin epävaikaksi, mutta tätä tietoa ei otettu osaksi uutta turvallisuusohjeistusta. Onnettomuustilanteissa käytettäviksi tarkoitettujen jodifiltterien olivat perusteetta jatkuvasa käytössä, joten niissä ei ollut enää tehoa onnettomuustilanteessa.

Turvallisuus rakentui määräysten ja sääntöjen pohjalta, ei niinkään yhteisten kokemusten kautta. Viestintä johdon ja työntekijöiden välillä turvallisuusasioista ei ollut kaksisuuntaista, eivätkä raportoidut turvallisuuspuutteet johtaneet toimenpiteisiin. Työntekijöiden saama suppea koulutus vaikutti olennaisesti varsinaisen reaktorin toimintaongelman syyn selvittämiseen, sillä kokonaisnäkemys prosessien vaikutuksesta toisiinsa puuttui. Turvallisuus otettiin huomioon laaja-alaisesti, mutta turvallisuustoiminnan ymmärtäminen ja osaaaminen ei ollut riittävän syvää.

4.1.2 Tshernobyli 1986

Tshernobylin ydinvoimalaitoksessa oli neljä tuotannossa olevaa reaktoria, joiden lisäksi kaksi reaktoria oli rakenteilla. Reaktorit olivat tyypiltään RBMK- eli grafiittihidasteisia kiehutusvesireaktoreita, joita käytettiin tyypillisesti Neuvostoliitossa. Reaktorityypille oli ominaista useat suunnitteluvirheet, jotka altistivat onnettomuuksille. Ydinvoimalaitoksen rakentaminen oli aloitettu vuonna 1970, ja nelosreaktori oli ollut toiminnassa vuodesta 1983 alkaen ennen vuoden 1986 onnettomuutta.

Onnettomuusraporttien perusteella turvallisuuskulttuuria ei ollut muodostunut Tshernobylin ydinvoimalaitoksessa, mutta pelastustoimenpiteiden raportoinnissa on havaittavissa jossain määrin alakulttuureiden sisäisen turvallisuuskulttuurin olemassaolo. Toimialan suhtautuminen turvallisuuskulttuuriin vaikuttaisi olleen välinpitämätöntä. RBMK-reaktoreiden rakenteissa oli havaittu puutteita muissa ydinvoimalaitoksissa jo ennen Tshernobylin onnettomuutta, mutta puutteita ei analysoitu. Suunnittelijat, operaattorit ja ydinenergiatoiminnan valvojat pääasiassa sivuuttivat havainnot ja luottivat liikaa RBMK-reaktoreiden turvallisuuteen, sillä onnettomuuksia ei ollut tapahtunut.

Seuraavaksi kuvataan Tshernobylin onnettomuustapahtumia INSAGIN (1986) onnettomuusraportin ja Karjusen ym. (2004, 229–234) mukaan.

Kiehutusvesireaktorissa vesi kiertää yhdessä piirissä, ja vedestä on noin 12–15 prosenttia höyryn muodossa ytimen yläosassa. Höyry kulkeutuu höyryerottimien kautta turbiineille. Fissiota säädellään säätösauvoilla, joita reaktoriin lisäämällä hidastetaan reaktiota. Grafiittihidasteinen kiehutusvesireaktori eroaa muista kiehutusvesireaktoreista muun muassa paineastian rakenteessa. Yhden paineastian sijaan polttoaine- ja säätösauvat on sijoitettu erillisiin pystysuuntaisiin putkikanaviin. Reaktoria ympäröivä vesi on radioaktiivista, joten turbiinihalli eristetään käytön ja huollon aikana. Reaktorin sammuttamisen jälkeen turbiinihalliin voi mennä varsin pian. Reaktorityypin erikoisuus on positiivinen takaisinkytkentä eli jäähdytinveden kiehumisen aiheuttama fissiotehon kasvu. (INSAG 1986; Karjunen ym. 2004, 229–234.)

Tshernobylin onnettomuus sai alkunsa nelosyksikön alasajon yhteydessä suoritetun testin aikana. Testi kuului käyttöönotto-ohjelmaan, mutta sitä ei ollut vielä tehty. Testissä varmistetaan, että päägeneraattorin sähkövirransyöttö pumpuille jatkuu siihen saakka, kunnes varavoimadieselit käynnistyvät tilanteessa, jossa turbiiniin ei ole höyryvirtausta. Testi oli määrä tehdä olosuhteissa, joissa reaktorin lämpöteho olisi 700 MW, toiminta tehotasolla 25 prosenttia ja toinen turbiini on pois käytöstä. Testi aloitettiin tehon alentamisella, mutta testi keskeytyi useiksi tunneiksi 50 prosentin tasolle tilapäisesti lisääntyneen sähkön tarpeen vuoksi. Testin jatkuessa lämpöteho putosi 30 MW:iin operaattorin tekemän virheen vuoksi. Lämpötehoa saatiin lopulta nostettua ainoastaan 200 MW:iin alkuperäisen suunnitelman 700 MW:in sijaan, vaikka suuri määrä säätösauvoja vedettiin ulos reaktorista. Testi päätettiin kuitenkin toteuttaa. (INSAG 1986; Karjunen ym. 2004, 229–234.)

Testin aluksi suljettiin turbiinille johtavan höyrylinjan venttiili. Noin puoli minuuttia myöhemmin operaattorit laukaisivat reaktorin pikasulun testin päätteeksi. Säätösauvat eivät kuitenkaan toimineet odotetusti ja reaktorin teho kasvoi lisäten höyryn määrää jäähdytteessä, mikä nopeutti tehon nousua (positiivinen takaisinkytkentä). Polttoaineen kuumeneminen vaurioitti polttoainesauvoja ja putkikanavia, mikä puolestaan paineisti reaktoritankin. Kun tankin kasvanut sisäinen paine lennätti sen suojana olleen kolmen metrin paksuisen betonilaatan ilmaan, pikasulun laukaisemisesta oli kulunut 9 sekuntia. Reaktorihallin repeytyneen katon kautta levisi ympäristöön polttoainetta ja grafiitinpalasia sytyttäneen tulipaloja. Käyttökunta sekä sammutustöihin osallistuneet palomiehet altistuivat suurelle määrälle radioaktiivista säteilyä, jota kehittyi nelosyksikössä vielä yhdeksän päivän ajan. (INSAG 1986; Karjunen ym. 2004, 229–234.)

Turvallisuuskulttuurin kehittymättömyyteen vaikutti sekä kansallinen että toimialan kulttuuri. Neuvostoliiton ydinvoimalaitoksissa hyväksyttiin pienet onnettomuudet normaaliin toimintaan kuuluviksi ja TMI-kaltaisen onnettomuuden todettiin olevan mahdollon ”sosialismin laadukkaissa olosuhteissa”. (Geist 2015, 106–107.) Kansalliselle kulttuurille oli Geistin (2015, 106) mukaan tyypillistä salailu ja eristäytyminen: eri organisaatioiden välillä ei jaettu tietoa ja käsityksiä toiminnan riskitekijöistä. Hallinnollisten organisaatioiden prioriteetit poikkesivat onnettomuustilanteessa toisistaan: kun Väestönsuojelun organisaatiot olivat huolissaan väestölle aiheutuvista haitoista, niin KGB puolestaan muurehti epäonnistumisen paljastumisen aiheuttamaa julkisuuskuvaavaa valtion huolimattomuudesta.

Ydinvoimateollisuuden kulttuurin vaikutus Tshernobylin ydinvoimalaitoksen turvallisuusjohtamiseen on nähtävissä ensimmäisissä onnettomuusraporteissa, joissa onnettomuuden syyksi todettiin yksiselitteisesti inhimilliset tekijät, kuten toimintaohjeiden rikkominen. TMI-onnettomuus oli huolestuttanut myös neuvostoliittolaisia ydinvoimalaitosten turvallisuudesta, joten Tshernobylin ydinvoimateollisuuden turvallisuutta korostettiin syyllistämällä onnettomuudesta yksinomaan työntekijöitä. Seuranneissa onnettomuusraporteissa tarkasteltiin myös rakenteellisia seikkoja, jotka yhdessä inhimillisten toimintojen kanssa aiheuttivat onnettomuuden. Onnettomuusraporteissa on kuvattu

onnettomuuteen johtavat seikat ja seuraukset, mutta turvallisuustoiminnan osalta kuvaus on olematon. Geistin (2015) raportista selviää kansallisen ja toimialan kulttuurin vaikutus toimintatapoihin ja tarpeeseen salata tosiasioita onnettomuuden aikana.

4.1.3 Fukushima Daiichi 2011

Fukushima Daiichi oli voimayhtiö TEPCOn (The Tokyo Electric Power Company Inc.) kuudesta reaktorista koostuva ydinvoimalaitos. Ensimmäinen reaktori oli aloittanut kaupallisen toiminnan vuonna 1971 ja muut reaktorit sen jälkeen, kuudes reaktori vuonna 1979. Fukushima Daiichin reaktorit olivat tyypiltään kiehutusvesireaktoreita.

Japanin edellinen vakava ydinvoimalaitosonnettomuus tapahtui Tokaimurassa vuonna 1999. Onnettomuuden jälkeen kansallisia ydinturvallisuuslakeja päivitettiin ja organisaatioille annettiin uusia toimintaohjeita, mutta turvallisuusjohtamiseen ei otettu kantaa. (IAEA 2015, 107.) Myös IAEA:n turvallisuusstandardit ydinvoimalaitoksille olivat käytettävissä ennen onnettomuutta. Fukushima Daiichissa luotettiin vahvan voimalaitosrakennuksen kestävyys onnettomuustilanteissa.

Kansallinen ja alueellinen johto olivat turvallisuustietoisia, ja ydinvoimalaitosten toimintalupaa varten suoritettiin tarkastuksia paikan päällä. Lisäksi laki määritteli kehykset rakennussuunnitelman hyväksymiselle sekä ennako- ja määräaikaistarkastuksille. Voimalaitoksen operaattorit laativat voimalaitoksen käyttöön ja huoltoon tekniset ohjeet, jotka kauppatieteiden ministeriön täytyi hyväksyä.

Japani sijaitsee alueella, joka on altis sekä maanjäristyksille että tsunamille. Fukushima Daiichissa voimayhtiö TEPCO seurasi tiiviisti vuodesta 2002 alkaen tsunamilaskelmia, joiden perusteella ydinvoimalaitoksessa parannettiin varautumista tsunamiin sijoittamalla sähköpumpppugeneraattorit korkeammalle ja parantamalla rakennusten tulvantorjuntaa.

Toisin kuin TMI:ssa ja Tshernobylissa, Japanissa luonnonilmiöt käynnistivät maaliskuussa 2011 tapahtumaketjun, jonka seurauksena Fukushima Daiichin ydinvoimalaitoksen kolmen reaktorin ydin tuhoutui. Onnettomuuteen johtaneiden tapahtumien alkaessa voimalaitoksen reaktoreista kolme (reaktorit 1-3) oli toiminnassa ja kolme muuta (reaktorit 4-6) oli huoltotilassa. Meren alla tapahtui voimakkuudeltaan 9 magnitudin maanjäristys, jonka seurauksena pikasulku pysäytti Fukushima Daiichin toiminnassa olleet reaktorit suunnitellusti. Vaikka reaktorin ketjureaktio on pysäytetty, radioaktiiviset fissiotuotteet tuottavat hajotessaan jälkilämpöä, jonka jäähdytykseen tarvittiin sähkövirtaa. Maanjäristys vahingoitti sähkölinjoja Fukushiman alueella ja ydinvoimalaitos menetti yhteyden Japanin sähköverkkoon, jonka seurauksena ydinvoimalaitoksen 13 varadieselgeneraattoria käynnistyivät. Varadieselgeneraattorit oli pääosin sijoitettu turbiinirakennuksen kellaritiloihin. (Fukushima Nuclear Accident Investigation Committee 2011.)

Tunnin kuluttua maanjäristyksestä alueelle iskeytyi noin 14–15 metrin korkuinen tsunami. Se huuhtoutui 10 metriä merenpinnan yläpuolella sijainneen voimalaitosalueen yli tuhoten varadieselgeneraattorit yhtä lukuun otta-

matta: kuutosreaktorissa yksi korkeammalle sijoitettu dieselgeneraattori pysyi toiminnassa. Laitoksen sähköjärjestelmät tuhoutuivat, ja paikalle tuotuja siirrettäviä generaattoreita ei saatu yhdistettyä hätäjäähdytysjärjestelmiin. (Fukushima Nuclear Accident Investigation Committee 2011.)

Virransaanti on edellytys ydinvoimalaitoksen turvallisuusjärjestelmien toiminnalle. Vaihtovirran suhteen Fukushima Daiichi oli kytketty valtakunnan sähköverkkoon seitsemällä linjalla, jotka johtivat kahdelle eri sähköasemalle. Tämä osoittautui riittämättömäksi varautumiseksi. Myös tasavirtaa tuottavat vara-akut ja sähköpaneelit oli sijoitettu kellariin muissa paitsi kolmosyksikössä. Kolmosyksikön akku tuotti tasavirtaa sähkökatkon aikana varauksensa verran. Fukushima Daiichissa oli varauduttu sähkönsaannin vaikeuksiin, mutta uhkavia ei oltu tarkastelu totaalisen sähkökatkon kannalta. (Fukushima Nuclear Accident Investigation Committee 2011.)

Ykkösyksikössä oli kaksi erityislauhdutinta, joilla reaktoria voitiin jäähdyttää ilman sähkövirtaa. Maanjäristyksen jälkeen työntekijät säätelivät reaktorin jäähdytystä avaamalla ja sulkemalla erityislauhduttimen venttiileitä. Tsunamin iskiessä venttiilit olivat kiinni, ja niiden avaamiseen tarvittavaa sähköä ei enää saatu. Reaktorissa ollut vesi alkoi kiehua ja höyrystyä, josta seurasi reaktorin vedenpinnan laskettua reaktorin sydämen ylikuumentuminen ja lopulta, polttoainesauvojen suojakuorten kuumennettua, sulaminen. Reaktorin ympärillä oli paineenkestävä suojarakennus, jonka tehtävänä oli estää radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön. Reaktorissa syntynyt höyry purkautui suojarakennukseen, jolloin rakennuksessa kasvanutta painetta alennettiin avaamalla paineenalennusventtiili. Ympäristöön pääsi radioaktiivisia fissiotuotteita, jotka olivat vapautuneet sulaneista polttoainesauvoista. (Fukushima Nuclear Accident Investigation Committee 2011.)

Jäähdytyksestä huolimatta myös kakkos- ja kolmosyksikössä suojarakennusten paineet kasvoivat ja radioaktiivisia päästöjä pääsi paineen alentamisen yhteydessä ympäristöön. Lopulta kakkosyksikön polttoaine sulii ja kolmosyksikössä tapahtui vetyräjähdys. Myös nelosyksikössä tapahtui vetyräjähdys, mutta huoltotilan vuoksi reaktorista oli poistettu polttoaine erilliseen vesialtaaseen, jossa se säilyi vahingoittumattomana. Viitos- ja kuutosyksiköt oli liitetty toisiinsa, ja kuutosyksikön ainoa toimiva varadieselgeneraattori riitti tuottamaan sähköä molempien reaktoreiden jäähdyttämiseen. (Fukushima Nuclear Accident Investigation Committee 2011.)

Ydinenergia-alalla uskottiin Japanissakin, että suuronnettomuus oli ydinvoimalaitoksessa mahdoton ja voimalaitosrakennus kestäisi epätodennäköiset ja tuhoisat ulkoiset tapahtumat. Tämä uskomus heijastui ulkoisten uhkien arviointiin. Alueella tapahtuneiden tsunamien perusteella rakennusten ja laitteiden sijainnin suhteessa merenpintaan katsottiin olevan riittävän korkealla. Uusien laskelmien osoittaessa korkeampien tsunamien mahdollisuutta, laskelmat si-
vuutettiin. Fukushima Daiichin turvallisuuskulttuuria pyrittiin kehittämään sisäisesti, erityisesti sen jälkeen, kun alalla oli havaittu tarkastusasiakirjojen väärentämistä.

Japanissa turvallisuuteen suhtauduttiin vakavasti niin valtion kuin alueellisen hallinnon osalta. Turvallisuusorganisaation toiminnan puutteisiin puututtiin ja hallintorakenteita parannettiin. Ydinvoima-alalla oli perusoletus ydinvoimalaitosten rakenteellisesta kestävydestä, mikä mahdollisesti vaikutti luonnonkatastrofien suuruuden ja vaikutusten aliarvioimiseen. Fukushima Daiichin henkilöstön koulutus oli sisällöltään ja keinoiltaan samanlainen kuin muualla maailmassa. Vakavia onnettomuuksia pidettiin epätodennäköisinä, joten henkilöstön koulutus ei käsitellyt toimimista haastavissa olosuhteissa. Täydennyskoulutus toteutettiin kolmen vuoden välein, mikä ei luonut riittävää osaamis pohjaa ja ymmärrystä voimalaitoksen toiminnasta. Koulutuksesta puuttui tieto toimintatavoista tilanteessa, jossa sähköä ei ole saatavilla ja ykkösreaktorin operaattoreiden täydennyskoulutuksessa käytettiin kolmosreaktorin simulaattoria, joka ei täysin vastannut toiminnaltaan ykkösreaktoria.

4.2 Johtamisen näkyminen turvallisuuskulttuurin eri tasoilla

Seuraavaksi tarkastellaan johtamisen näkymistä organisaatiossa IAEA:n laatimien turvallisuuskulttuurin tunnusmerkkien (liite) perusteella. Tunnusmerkeistä on valittu mukaan yksitoista. Tunnusmerkit on jaoteltu Guldenmundin Turvallisuuskulttuurin tasomallin (kuvio 3) mukaan artefakteihin, julkilausuttuihin uskomuksiin ja arvoihin sekä perusoletuksiin.

4.2.1 Artefaktit

Ensimmäiseksi tarkastellaan ylimmän johdon sitoutumista turvallisuuteen. Sitoutumista osoittaa johtajien asenne turvallisuustoimintaa kohtaan sekä turvallisuuskäyttäytyminen. Turvallisuuteen sitoutunut johtaja on turvallisuusasioissa työyhteisön roolimalli. (IAEA 2002, 10.)

TMI:ssa johtajan sitoutuminen turvallisuuteen noudatti ydinvoimateollisuuden näkemystä ydinvoiman riittävän turvallisesta tuotannosta. Johtajien toiminnassa oli havaittavissa välinpitämättömyyttä turvallisuudesta: kansallista tietoa muiden reaktoreiden poikkeustapahtumista oli saatavilla, mutta sitä ei käytetty hyväksi turvallisuussuunnitelmia päivitettäessä. Onnettomuustilanteen johtamista haittasi myös, että operatiiviset johtajat eivät olleet osallistuneet operatiiviseen koulutukseen. Viranomaisten vaatimukset ydinvoimalatoiminnan aloittamiselle olivat hyvin suppeita.

In the licensing process, applications are only required to analyze single-failure accidents. They are not required to analyze what happens when two systems fail independently of each other. (The President's Commission 1979, 19.)

While training may have been adequate for the operation of a plant under normal circumstances, insufficient attention was paid to possible serious accidents (The President's Commission 1979, 11).

Tshernobyliassa turvallisuusjohtaminen oli samankaltaista kuin TMI:ssa. Lisäksi korostui johdon pyrkimys salata onnettomuuden vakavuus niin paikallisesti kuin valtakunnallisesti. Johto ilmoitti sekä Moskovan ja Kiovan väestönsuojeluviranomaisille että KGB:lle onnettomuudesta, todeten sen olevan hallinnassa ja ettei säteilyvaaraa ollut havaittavissa. Säteilyä mitanneen ydinvoimalaitoksen väestönsuojelujohtajan mittaustulokset mitätöitiin, ja hänen puhelinyhteytensä Moskovaan yritettiin katkaista. Ydinvoimalaitoksen johto uskotteli itselleen, että reaktorin ydin sekä säteilysuoja olivat ehjiä, vaikka reaktorissa oli jo tulipalo.

The assurance of safety in the face of the inevitable pressures to meet production goals require a dedicated operating organization and a strong and independent regulatory regime, properly resourced, backed at Government level and with all necessary enforcement powers. This sort of regime did not exist in the USSR at the time of the accident. (INSAG 1992, 21.)

Turvallisuuden parantaminen edellyttää johdon sitoutumista turvallisuuteen sekä jatkuvaa uhkien ja riskien tunnistamista. Ydinvoimalaitosten sisäisten uhkien lisäksi on olennaista analysoida ulkoisten uhkien mahdollisuus ja niiden vaikutukset voimalaitoksen toiminnalle.

More comprehensive deterministic BDBA analyses enables the identification of the plant vulnerabilities and highlights the need to protect the EDGs, battery rooms and emergency electrical switch gear from flooding. Without current beyond design basis assessments, the extent of the safety margin and the possible consequences of insufficient margin in beyond design basis modifications and BDBA management strategies cannot be determined. (IAEA 2015, 84.)

Ennen Fukushima Daiichi -onnettomuutta Japanissa oli julkaistu laskelmia alueelle mahdollisesti kohdistuvan tsunamin korkeudesta, mutta TEPCO ei suhtautunut vakavasti tsunamiaallon yltämiseen ydinvoimalaitoksen tasolle. Toimialalla ei myöskään uskottu monen yhtäaikaisen tapahtuman mahdollisuuteen, joten niihin ei varauduttu. Onnettomuuden jälkitoimien aikana Aokin ja Rothwellin (2013, 242) mukaan TEPCOn johto ei osoittanut ydinvoiman tuottajan vastuullisuutta Fukushima Daiichin osalta:

Between March 14 and 15, 2011, when the risk of a hydrogen explosion in Unit 2 was mounting, they sought the NER-HQ's permission for their personnel to evacuate the site, which NER-HQ rejected. This incident reduced NER-HQ's trust in TEPCO's top management.

Yrityksen johto suhtautui ulkoisiin uhkiin vähätellen ja perustellen niiden epätodennäköisyyttä, kun sen olisi pitänyt varautua uhkien mahdollisiin seurauksiin ydinvoimalaitoksessa.

The large uncertainties associated with external hazards do not prevent their risk quantification (IAEA 2015, 86).

Kaikissa kolmessa ydinvoimalaitoksessa ylimmän johdon suhtautuminen turvallisuuteen perustui luottamukseen ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta. Turvallisen laitoksen julkisuuskuva sekä omaa johtamista varjeltiin jopa salaamalla tosiasioita onnettomuustilanteessa. Turvallisuusuhkiin varauduttiin suppeasti ja vain yhden uhkan osalta. Tätä saattaa selittää johdon osaamattomuus ydinvoimalaitoksen toiminnasta, johtamiskulttuuri sekä kansallisen kulttuurin vaikutus.

Seuraavana artefaktina käsitellään systemaattista lähestymistapaa turvallisuuteen, mitä voidaan havaita esimerkiksi johtamisjärjestelmän ja turvallisuusdokumentaation laadussa. Riskienarviointi ja niiden kontrollointi ovat osa systemaattista toimintaa, minkä vuoksi turvallisuusdokumentaation tulee olla työntekijöiden saatavilla. (IAEA 2002, 10–11.)

TMI:n käyttöoperaattoreilta puuttuivat selkeät toimintaohjeet. Ydinvoimalaitoksen rakennuspiirrokset eivät vastanneet toteutunutta rakennetta, joten dokumentaation laatuun ei panostettu. Johto asetti tuottavuuden etusijalle sallimalla toiminnan jatkumisen, vaikka valvomossa paloi varoitusvaloja. IAEA:n (2002, 10) mukaan vahva turvallisuuskulttuuri näkyy turvallisuusongelmiin puuttumisena ja niiden korjaamisena ennen toiminnan jatkumista. Valvomossa osa varoitusvaloista oli virheellisesti aktiivisessa tilassa koko ajan. TMI-voimalaitokseen hankittiin turvavälineistöä, jonka laatua ei kontrolloitu.

The major factor that turned this incident into a serious accident was inappropriate operator action, many factors contributed to the action of the operators, such as deficiencies in their training, lack of clarity in their operating procedures, failure of organizations to learn the proper lessons from previous incidents, and deficiencies in the design of the control room (The President's Commission 1979, 11).

Toimintaohjeissa oli puutteita myös Tshernobylissa. RBMK-reaktorin turvajärjestelmiä oli joissain olosuhteissa mahdollista kytkeä pois päältä operaattorien toimesta, muun muassa automaattiset pikasulut voitiin ohittaa ja hälytystoiminnot oli mahdollista sammuttaa. Onnettomuuteen johtanut testi suoritettiin yöllä, kun työvuorossa oli vähemmän työntekijöitä, joilla oli riittävä osaaminen kyseisen testin vaatimista erityistoimista. Toimintaohjeita ei noudatettu testitilanteessa, mikä herättää kysymyksen työntekijöiden osaamisesta, heidän ohjeistamisestaan sekä johdon toteuttamasta kontrollista.

Well planned procedures are very important when tests are to take place at a nuclear plant. These procedures should be strictly followed. Where in the process it is found that the initial procedures are defective, or they will not work as planned, tests should cease while a carefully preplanned process is followed to evaluate any changes contemplated. (INSAG 1992, 19.)

Japanissa TEPCO kamppaili 1990-luvulla asiakirjaväärennysten kanssa, jotka liittyivät turvallisuustarkastuksiin, hitsausdokumentteihin sekä käytetyn polttoaineen kuljetuksiin. TEPCO teetti laskemia vuosien mittaan mahdollisen tsunamin korkeudesta, mutta arvioinnissa mukana olleet johtajat ja insinöörit eivät

tunteneet ydinvoimalaitoksia eivätkä ymmärtäneet tulvan aiheuttaman virran katkeamisen vaikutusta reaktorin toimintaan. He eivät ilmoittaneet turvallisuudesta vastaaville toimijoille tsunamiarvioiden vaihtelevista tuloksista eivätkä erilaisten tulosten tarkistamisen tärkeydestä.

... when confronted with new information, it is also necessary to assess, without delay, the credibility of the new information and the potential safety consequences (IAEA 2015, 155).

Johtajuutta kehitettiin vaihto-ohjelmalla, jolla ei tosin ollut vaikutusta organisaation toimintaan, sillä johto ei tukenut saavutetun osaamisen käyttöön ottamista. Turvallisuusohjelmia kehitettiin, mutta niitä ei otettu käyttöön. TEPCO kehitti omat turvallisuuskulttuurin periaatteet, mutta niiden juurruttamiseen osaksi käytäntöä ei panostettu riittävästi.

However, this was not done in a systematic way and not supported by a comprehensive common cause failure evaluation, which could have identified the vulnerability in case of a flooding of the site (IAEA 2015, 56).

Turvallisuustoiminnan systemaattisuus ydinvoimalaitoksissa oli vasta kehitymässä. Yhdysvalloissa ja Neuvostoliitossa ydinvoimalaitosten turvallisuuteen liittyvät dokumentit olivat puutteellisia toimintaohjeiden ja toteutettujen toimenpiteiden osalta. Tuottavuus oli tärkeämpää kuin turvallisuus ja henkilöstön koulutus. Japanissa puolestaan riskejä arvioitiin ja niihin varauduttiin, mutta poikkeustilanteisiin varautumisessa ei otettu huomioon usean poikkeaman aiheuttamia mahdollisia seurauksia. Varajärjestelmiä rakennettiin, mutta niiden sijaintia ja toimintaa ei analysoitu tarpeeksi perusteellisesti.

Seuraavaksi tarkastellaan organisaation turvallisuuden ja turvallisuuskulttuurin arvioinnin roolia turvallisuuden kehittämässä. Ulkoisen arvioinnin lisäksi sisäisellä arvioinnilla voidaan edistää turvallisia työtapoja ja tuottavuutta (IAEA 2002, 11).

TMI:ssa puuttui onnettomuusraportin perusteella aktiivinen ja suunnitelmallinen turvallisuustoiminnan sisäinen ja ulkoinen arviointi.

There was no requirement for an independent (i.e., outside of line management) safety assessment of operating procedures. Independent audit of the performance of surveillance procedures was required only every 2 years. Although all plant procedures were required to be reviewed every 2 years, there was no plan for such a review and no review had in fact been made of those TMI 2 procedures that were more than 2 years old. (The President's Commission 1979, 44-45).

Turvallisuustavoitteiden asettaminen, tavoitteiden toteutumisen seuraaminen ja tuloksien raportointi vaikuttavat työntekijöiden turvallisuusasenteisiin ja turvallisuuteen sitoutumiseen (IAEA 2002, 11). Tämä puuttui selvästi Tshernobylissa, jossa julkisuudessa esitetty turvallisuusimago oli tärkeämpää kuin itse toiminnan arviointi. Sisäisen arvioinnin puuttuminen saattoi vaikuttaa siihen, etteivät työntekijät pyrkineet parantamaan työskentelynsä turvallisuutta, vaan

jättivät noudattamatta onnettomuuteen johtaneen testin suorittamisesta annettuja ohjeita.

... safety analysis is a cornerstone of a satisfactory safety regime, and in this connection INSAG judges that the design and operation of Chernobyl Unit 4 as well as of other RBMK reactors should have received a great deal more such attention... competent safety analysis helps to create an environment of attention to safety as a primary objective. This point underlies the importance of effective transfer to operators of the knowledge gained through safety analysis. (INSAG 1992, 20–21.)

Japanissa ydinvoimalaitoksen toimintaa säädeltiin vahvasti valtion toimesta. Laki ydinvoiman käytöstä (The Act on the Regulation of Nuclear Source Material, Nuclear Fuel Material and Reactors) määritteli ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja toiminnan puitteet. Kauppa- ja teollisuusministeriö, METI (the Minister of Economy, Trade and Industry) myönsi luvat rakentamiseen ja ydinvoiman turvallisuuskomissio, NSC (the Nuclear Safety Commission of Japan) myönsi lopuksi toimintaluvan. Ydinvoimalaitoksen tehtävänä lupaprosessissa oli teknisten standardien laatiminen käytön ja huollon osalta. METIn rooli oli kaksijakoinen; yhtäältä se oli vastuussa ydinvoimalaitosten turvallisuudesta ja lupakäytännöstä, toisaalta sen tehtävänä oli taata vakaa ja tehokas energiantuotto Japanissa. IAEA:n suositusten mukainen ydinvoimalaitosten ulkopuolisten uhkien analysointi oli Fukushima Daiichissa vähäistä johtuen osaltaan kansallisten pakottavien säännösten puuttumisesta.

There are no legal regulations for the consideration of beyond the design basis, as Japanese plants are considered to be adequately safe as ensured by preventive measures (IAEA 2015, 83).

TEPCO oli laatinut 1990-luvun alkupuolella riskianalyysseja, mutta ne koskivat uhkatilannetta yhdessä yksittäisessä yksikössä. Ykkösyksikössä tapahtunut tulviminen vuonna 1991 ei johtanut merkittävään riskien uudelleenarvioimiseen. Tällöin merivettä pääsi syöpyneestä putkesta turbiinirakennuksen kellariin, jossa sijaitivat varageneraattorit ja sähkökytkinverkko. Turvallisuuslainsäädäntö ei ollut ajanmukainen, ja yhtiö suhtautui ulkoisiin uhkiin toimialan mukaisesti uskoen, että

...complex disasters are highly unlikely to occur (IAEA 2015, 137).

Ydinvoimalaitosten toiminnan ulkoista arviointia koskeva lainsäädäntö oli onnettomuuksien tapahtuma-aikaan vähäistä ja lähinnä suosituksenomaista. Ydinvoiman tuottamista ja tuotannon aloittamista säädeltiin, mutta käynnistyttyään ydinvoimalaitos sai toimia suhteellisen itsenäisesti. Sisäiseen arviointiin suhtauduttiin kertaluontoisena tehtävänä.

Turvallisuuteen liittyy olennaisesti viranomaissuhteet sekä vuorovaikutus sidosryhmien kanssa, mitä tarkastellaan seuraavaksi.

TMI:ssa johdon vuorovaikutus sidosryhmien ja omien työntekijöiden kanssa oli niukkaa. Turvallisuusviestintään suhtauduttiin yhtiön taholta välinpitämättömästi ja osittain ylimalkaisesti.

There were deficiencies in the reporting, analysis, and resolution of problems in "safety-related" equipment and other events required to be reported to the NRC (The President's Commission 1979, 45).

Ydinvoimalaitoksen turvallisuuteen luotettiin niin vahvasti, että Met Ed-voimayhtiöllä ei ollut hätätilanteita varten viestintäsuunnitelmaa.

Neither Met Ed nor the NRC had specific plans for providing accident information to the public and the news media (The President's Commission 1979, 57).

Johdon viestintä viranomaisille TMI 2:n onnettomuustilanteessa oli puutteellista. Yhtiön hätätilannesuunnitelma ei edellyttänyt ilmoittamista paikallisille tai kansallisille terveysturvaviranomaisille säteilyturvaonnettomuudesta. Tähän saattoi vaikuttaa toimialan makrokulttuuri eli kaupallisten ydinvoimalaitosten toimintaa valvovan NRC:n väheksyvä suhtautuminen hätätilannesuunnittelun tärkeyteen, joten eri toimijoilla ei ollut yhteistä näkemystä onnettomuustilanteiden raportoinnin merkityksestä.

Interaction among NRC, Met Ed, and state and local emergency organizations in the development, review, and drill of emergency plans was insufficient to ensure an adequate level of preparedness for a serious radiological incident at TMI (The President's Commission 1979, 39).

Tshernobyliassa viestintään vaikutti voimakkaasti ydinvoimateollisuuden kulttuuri: virheistä ei yleensä raportoitu tai niitä vähäteltiin. Ydinvoimalaitoksen johtaja ilmoitti onnettomuudesta Moskovon ja Kiovan väestönsuojeluviranomaisille, mutta vähätteli onnettomuuden vakavuutta ja säteilyvaaraa. Tämä saattoi johtua hänen tietämättömydestään tai oman maineen suojelemisesta. Paikallisille asukkaille ei ilmoitettu tilanteesta, vaikka ydinvoimalaitoksen väestönsuojelujohtaja siihen kehotti. Valtion johdon saamat virheelliset raportit onnettomuuden vakavuudesta pitkittivät evakuoinnin aloittamista. Asiasta ei tiedotettu kansainvälisesti, ja vasta kun muissa maissa mitattiin kohonneita säteilyarvoja, onnettomuuden tapahtuminen myönnettiin.

... so far, no scientific organization in the USSR has published a thoroughly substantiated comprehensive account explaining how the accident originated and developed. As a result, the public continues to be very suspicious about reactors of the Chernobyl type, and all assurances that such an accident could not possibly happen again merely sound like the assurances in the not-so-distant past about the high safety levels of the RBMK-1000 reactor. (INSAG 1992, 30.)

Japanissa toteutettiin mittava kampanja, jonka tavoitteena oli vakiinnuttaa uskomus ydinvoimalaitosten turvallisuudesta. Uskomus muuttui oletukseksi ja

vaikutti siten ydinvoimalaitosten turvallisuusriskien aliarviointiin sekä onnettomuuden jälkeisten velvollisuuksien laiminlyöntiin. Ydinvoimatoimintaa säätelivät ja hallinnoivat useat eri instituutiot pääministeristä alkaen. Häätötilanteessa päätöksenteko oli hierarkkista, ja päätökset tehtiin kaukana tapahtumapaikasta. Sidosryhmien välillä oli virallisen tiedon lisäksi epävirallista tietoa, mikä vaikeutti kokonaiskäsitelmän muodostamista tilanteesta määräysten ollessa ristiriidassa keskenään.

Perusoletukset vaikuttavat vuorovaikutukseen ja viestintään. Ulkopuolinen tai uusi tieto torjutaan, jos se uhkaa yhteisössä muodostuneita perusoletuksia. Fukushima Daiichin osalta myös ulkopuolinen toimija pitäytyi omissa uskomuksissaan.

NISA (The Nuclear and Industrial Safety Agency) did not agree to proposals to change the emergency preparedness for a major accident in part because the agency had previously informed citizens that a major accident would not happen (IAEA 2015, 124).

Perusoletus ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta osoittautui turvallisuusuhaksi tutkimuskohteissa niin turvallisuuden arvioinnin, parantamisen kuin siitä tiedottamisen suhteen. Onnettomuustilanteessa pelastustoimia haittasi eri organisaatioiden toimenkuvien ja vastuiden epäselvyys. Viestinnän suunnitelmallisuuden puuttuminen vaikutti kaikissa ydinvoimalaitoksissa onnettomuuden pelastustoimiin.

Turvallisuus edellyttää ymmärrystä ihmisestä, organisaatiosta ja teknologiasta, jotka kaikki vaikuttavat toisiinsa. Teknologisten ratkaisujen lisäksi johdon on olennaista ymmärtää henkilöstöresurssien määrä ja laatu erityisesti poikkeustilanteissa. Henkilöstön osallistamisella voidaan tunnistaa turvallisuusongelma ja ratkaista niitä. (IAEA 2002, 12.)

TMI:n johdolla ei ollut onnettomuusraportin perusteella selkeää ymmärrystä toiminnan kokonaisuudesta. Henkilöstön osaamiseen oli panostettu koulutuksella, mutta koulutuksen tai kouluttajien laatua ei kontrolloitu. Johto ei reagoinut työntekijöiden ilmoituksiin turvallisuuspuutteista. Myös ydinvoimalaitosten rakentajien tai reaktorin valmistajien raportit muissa ydinvoimalaitoksissa havaituista laitteiston puutteista jäivät vaille huomiota.

The accident at Three Mile Island (TMI) occurred as a result of a series of human, institutional, and mechanical failures.... Discussions of nuclear power plants tend to concentrate on questions of equipment safety. But as the evidence accumulated, it became clear that the fundamental problems are people-related problems and not equipment problems. (The President's Commission 1979, 8, 27.)

Tshernobylissa johtajat eivät ymmärtäneet yhteyttä ydinvoimalaitoksen teknologian, inhimillisten tekijöiden ja organisaation toiminnan välillä. Oman maineen säilyttäminen oli johtajille tärkeämpää kuin varautuminen mahdollisiin poikkeustilanteisiin. Johtajien keskinäiset suhteet olivat mahdollisesti tulehtuneet, sillä onnettomuuden käynnistäneen testin suorittamisesta annettiin vastuu

voimalaitoksen henkilökunnalle ilman teknologisen turvallisuusryhmän hyväksyntää.

In the event of a conflict between economics (planned power production) and safety, this system encourages operating personnel to decide in favour of the former (INSAG 1992, 86).

... unfortunately, the study of human nature is still given low priority by developers of new technologies and, probably, by engineering circles in general. It is very difficult for a technocratic mind to understand the fact that the psychological motivation for an operator's actions is different from that motivating the actions of someone carrying out research. (INSAG 1992, 86.)

Onnettomuustilanteessa kriittisimmät toiminnot ovat ydinreaktorin jäähdyttäminen sekä radioaktiivisten aineiden leviämisen estäminen. Näiden onnistumiseksi laitteistot koostuvat useista itsenäisesti toimivista järjestelmistä ja erillisistä toisistaan riippumattomista toiminnoista. Fukushima Daiichissa ymmärrettiin TMI:a ja Tshernobyliä paremmin organisaation, ihmisen ja teknologian yhteys, mikä voidaan havaita ydinvoimalaitoksen voimantuotannon laitteiston suunnittelussa:

... assuming that human error and mechanical failure will occur, multiple, diverse, and independent emergency system cooling equipment, etc., were installed in preparation for accidents caused by a single equipment failure (TEPCO 2011, 18).

Organisaation toiminnan moninaisuutta ei ymmärretty ydinvoimalaitoksissa Fukushima Daiichia lukuun ottamatta. TMI 2:ssa teknistä turvallisuutta olisi voitu parantaa reagoimalla henkilöstön tekemiin vikailmoituksiin ja panostamalla organisaation toimintojen laatuun. Tshernobyl vaikuttaisi olleen hajanainen organisaatio, jossa ihmiset, teknologia sekä organisaatio toimivat omina osinaan ja niiden vaikutusta toisiinsa ei ymmärretty.

Seuraavaksi turvallisuuskulttuurin tunnusmerkeistä tarkastellaan yhteistoimintaa ja konfliktien hoitamista. Johdon ja työntekijöiden välisen suhteen pitäisi olla avoin ja toisiaan kunnioittava (IAEA 2002, 12).

TMI:ssa oli havaittavissa alakulttuureita, joiden välinen toiminta ei ollut sujuvaa. Johdon pyrkimyksestä luoda yhtenäinen kulttuuri ei ollut havaintoja. Viranomaisyhteistyössä oli puutteita ja onnettomuuden vakavuutta yritettiin salata mahdollisesti siksi, että ydinvoimalaitosten turvallisuus oli ehtinyt jo muodostua uskomukseksi.

Met Ed's handling of information during the first 3 days of the accident resulted in loss of its credibility as an information source with state and local officials, as well as with the news media (The President's Commission 1979, 57).

Tshernobylin onnettomuuden aikaan Neuvostoliiton työelämässä vallitsi erittäin hierarkkinen toimintakulttuuri. Vuorovaikutus oli yksisuuntaista, ja arvostuksen puute ilmeni onnettomuuden yhteydessä muun muassa siinä, ettei ydinvoimalaitoksen johtaja hyväksynyt väestönsuojelujohtajan suorittamien

säteilymittausten tuloksia. Onnettomuuden syyksi pelkistettiin työntekijöiden toiminta testitilanteessa, sillä johto halusi esittää ydinvoimalaitoksen energiantuottamisen olevan rakenteellisesti ja toiminnallisesti turvallista.

The system which existed, and still exists, does not give any rights either to the plants themselves, or to the higher authority, which together perform the duties of an operating organization (INSAG 1992, 87).

Japanissa TEPCO käynnisti asiakirjojen väärennysten paljastumisen jälkeen yhtiössä muutosprosessin, jonka tavoitteena oli osaltaan myös johtamisen ja organisaation toimintaprosessien parantaminen.

This led to several initiatives aiming to reform the corporate culture, including a cultural change action plan with various initiatives to increase cross-hierarchical dialogue and instill morality and manners of each and every employee (IAEA 2015, 135).

Muutosprosessit eivät kuitenkaan saaneet aikaan todellista muutosta, ja onnettomuusraporttien mukaan turvallisuuskulttuurin juurruttaminen oli enemmän kampanjointia kuin asenteeseen ja sitä kautta toimintaan vaikuttamista. Turvallisuus asetettiin TEPCOn johdon taholta kaiken toiminnan prioriteetiksi, ja ydinvoimalaitoksille laadittiin turvallisuuden periaatteet. Niissä todettiin turvallisuuden koskevan kaikkia, johtajat näyttävät esimerkkiä, kysyvä asenne on tärkeää ja jokainen päivä on mahdollisuus oppia.

Kaikissa ydinvoimalaitoksissa oli havaittavissa vahvoja alakulttuureita, jotka vaikuttivat yhteistoimintaan ja konfliktien hoitamiseen. Oma alakulttuuri tuki oman ryhmän tarkoitusperiä ja tavoitteita. Alakulttuurien keskinäinen epä-sopu heikensi turvallisuutta, tosin ydinvoimalaitoksissa oli myös alakulttuureita, jotka osoittivat onnettomuustilanteessa turvallisuuteen sitoutumisensa.

4.2.2 Julkilausutut arvot ja uskomukset

Turvallisuuden tunnusmerkeistä tärkein julkilausuttujen uskomusten ja arvojen tasolla on johdonmukaisuus niiden ja käytännön välillä. Jos turvallisuus on mainittu organisaation tärkeimmäksi arvoksi, tulee toiminnan ja käyttäytymisen olla sen mukaista. (IAEA 2002, 13.)

TMI:n johto korosti turvallisuutta toteamalla ison onnettomuuden olevan mahdoton voimalaitoksessa, ja onnettomuuden epätodennäköisyys oli juurtunut yhtiössä jo perusoletukseksi.

After many years of operation of nuclear power plants, with no evidence that any member of the general public has been hurt, the belief that nuclear power plants are sufficiently safe grew into a conviction (The President's Commission 1979, 9).

Johdon tärkein arvo ei kuitenkaan ollut turvallisuus, mikä näkyi käytännössä muun muassa passiivisena suhtautumisena ilmoitettuihin turvallisuuspuutteisiin sekä työntekijöiden koulutuksen määrässä ja laadussa.

Training of operators and supervisors did not give sufficient emphasis to a fundamental understanding of the reactor. There was no comprehensive evaluation of operator performance on the job to meet the requalification requirements. The training department held only one 2-hour class per year on operating experience at other plants. (The President's Commission 1979, 47.)

Tshernobylissa ydinvoimalaitoksen turvallisuusjohtamisen tarkoitus oli turvata hyvä maine. Onnettomuuden tapahtuessa sen vakavuutta vähäteltiin, jolloin väestön evakuoitotoimet viivästyivät. Tästä oli seurauksena muun muassa mitattavat terveyshaitat väestölle. Johdolla oli vakaa luottamus siihen, ettei vakavaa ydinvoimalaitosonnettomuutta voinut tapahtua Neuvostoliitossa.

The priority given to economic factors and electricity production has always been, and still is, a dominating principle of nuclear power management (INSAG 1992, 86).

Fukushima Daiichissa annettiin sidosryhmien ymmärtää, että turvallisuuden ylläpitämiseen kehitetyt tekniset ratkaisut ja mittausjärjestelmät olivat riittäviä. Infrastruktuuria sekä kulttuuri- ja inhimillisiä tekijöitä ei arvioitu poikkeustilanteen osalta. Epätodennäköisiin onnettomuuksiin ei varauduttu, ja omalta osaltaan NISA (The Nuclear and Industrial Safety Agency) vakuutti:

in Japan it was extremely unlikely that a serious accident leading to a release of a large amount of radioactive materials would occur; even if such an accident occurred, it was unlikely to continue for a long period of time, and thus, there was no need to immediately evacuate residents within a 5-km radius of a nuclear power station (IAEA 2015, 128).

Turvallisuus ei ollut missään ydinvoimalaitoksessa tärkein arvo, vaikka niin annettiin osittain ymmärtää. Ydinvoimalaitosten teknisestä turvallisuudesta viestittiin organisaation arvona niin sisäisille kuin ulkoisille sidosryhmille siinä määrin, että uskomus muuttui perusoletukseksi. Tämä puolestaan johti varomattomuuteen ja onnettomuuksiin varautumattomuuteen. Tuotanto ja organisaation maine olivat prioriteetteja.

Seuraavaksi tarkastellaan organisaation kykyä oppia virheistä. Oppiminen on mahdollista, kun kaikkiin ongelmiin suhtaudutaan mahdollisuutena oppia ja organisaatiossa vallitsee tahtotila oppimiseen ja oman osaamisen jakamiseen. Tähän liittyy toimintaympäristön jatkuva arvioiminen ja muutosten ennakointi. (IAEA 2002, 13.) Virheisiin voidaan suhtautua mahdollisuutena oppia tai niistä rangaistaan. Jos tehdyistä virheistä rangaistaan, turvallisuuspuutteet saatetaan jättää raportoimatta ja turvallisuus vaarantuu. (IAEA 2002, 13.)

Onnettomuuksien ja niihin johtaneiden syiden ymmärtäminen auttaa välttämään samoja virheitä. TMI-ydinvoimalaitosonnettomuuden kaltainen tapahduma oli havaittu aikaisemmin vuonna 1974 Beznaussa Sveitsissä ja vuonna 1977 David Besse -ydinvoimalaitoksessa Ohiossa Yhdysvalloissa. Molemmissa ydinvoimalaitoksissa reaktorit olivat amerikkalaisen valmistajan rakentamia. Venttiilin auki jääminen uhkasi reaktorin jäähdytysjärjestelmää, mistä ei tullut

varoitusta valvomoon. Operaattorit kuitenkin havaitsivat ongelman ajoissa, ja onnettomuudelta vältyttiin. Kyseisenä aikana reaktorin valmistajien ei tarvinnut raportoida Yhdysvaltojen ulkopuolisista tapahtumista NRC:lle ja

because no effective system for evaluating operating experience was in effect, none of the results of these studies were ever communicated to Metropolitan Edison or its operators at the TMI 2 plant....that operators might well be misled by their instruments if a valve stuck open. (Rogovin & Frampton 1980, 94.)

... the agency's fragmented bureaucracy, its preoccupation with hardware and design questions, and the lack of any clearcut responsibility for identifying significant operating problems and warning operators about them combined to prevent the real message of Davis Besse from getting to Three Mile Island (Rogovin & Frampton 1980, 95).

Tshernobylin ydinvoimalaitoksessa oli neuvostoliittolaiset vesijäähdytteiset, grafiittihidasteset RBMK-reaktorit, joita oli myös Leningradin, Kurskin, Smolenskin ja Ignalinan ydinvoimalaitoksissa. Reaktorin toiminnassa oli havaittu ongelmia syöttöveden ja voimalaitoksen sisäisen kuormituksen suhteen. Reaktorin sammuttamisen yhteydessä reaktiivisuus saattoi lisääntyä ja reaktiivisuuden takaisinkytkentä puolestaan vahingoittaa reaktoria.

... the observations made at the Ignalina plant in 1983... pointed to the existence of design problems (INSAG 1992, 20).

Tshernobyliissa vähäteltiin ongelmia ja oltiin vakuuttuneita, että reaktori on kyllin vahva ja kestää merkittäviäkin vikoja. Ongelmista ilmoitettiin suunnittelijoille ja ydinvoimalaitoksille, jotka eivät ottaneet huomioon vikojen analysoinnin tärkeyttä. Onnettomuusraporttien mukaan perusteellinen turvallisuusanalysointi, saadun tiedon jakaminen ja tulosten mukaiset korjaustoimet olisivat saattaneet estää Tshernobylin onnettomuuden.

However, lessons learned from these accidents prompted at most only very limited design modifications or improvements in operating practices. Because of lack of communication and lack of exchange of information between the different operating organizations, the operating staff at Chernobyl were not aware of the nature and causes of the accident at Leningrad Unit 1. (INSAG 1992, 23.)

TEPCOlla oli mahdollisuus oppia aikaisemmista onnettomuuksista kuten Ranskassa vuonna 1999 myrskyäallon aiheuttamasta tulvasta Le Blayais -ydinvoimalaitoksessa sekä vuoden 2004 Intian valtamerellä tuhoa aiheuttaneen tsunamin vaikutuksesta Madrasin ydinvoimalaitoksessa Intiassa. Ranskassa ja Intiassa onnettomuuden jälkeen tehtyjä korjaustoimia ei toteutettu Fukushima Daiichissa. Intian ydinvoimalaitoksen osalta onnettomuus oli INES-luokitukseltaan 0, mutta tapahtuma olisi voinut olla seurauksiltaan vakavampi. TEPCO tarkasteli onnettomuutta vain INES-luokan perusteella. Fukushima Daiichin onnettomuusraportissa on esitetty, että tsunamin vaikutukset olisivat saattaneet olla huomattavasti pienempiä, mikäli ydinvoimalaitoksessa olisi to-

teutettu samoja korjaustoimia kuin Ranskassa tai Intiassa. Ranskassa panostettiin ulkoisten ja sisäisten uhkatekijöiden sekä toiminnan kannalta kriittisten laitteiden ja järjestelmien tunnistamiseen sekä parannusten suorittamiseen. Intiassa puolestaan dieselgeneraattorit ja muut virrantuottojärjestelmät siirrettiin korkeammalle merenpinnasta, asennettiin dieselkäyttöisiä palopumppuja sekä rakennettiin tsunamisuoja ja -varoitussjärjestelmä. (IAEA 2015, 137, 150–151.)

Japanissa Kashiwazaki-Kariwa-ydinvoimalaitosta vuonna 2007 koetelleesta maanjäristyksen jälkeen Fukushima Daiichin alueelle rakennettiin seismisesti eristetty hätäkeskus, joka oli varustettu viestintäyhteyksillä. Lisäksi Fukushima Daiichin ydinvoimalaitokseen asennettiin palokalustoa, jota käytettiin onnettomuuden aikana reaktorin jäähdytykseen. (IAEA 2015, 135.)

Organisaation kyky oppia virheistä oli kaikissa ydinvoimalaitoksissa vielä kehitysasteella. Tietoja toisten ydinvoimalaitosten poikkeustilanteista ei osattu käyttää hyväksi. Onnettomuusraporteista ei ole mainintaa johdon suhtautumisesta työntekijöiden tekemiin virheisiin, mutta heidän turvallisuusilmoituksiinsa ei ainakaan suhtauduttu asianmukaisesti.

4.2.3 Perusoletukset

Perusoletuksista tarkastellaan ensimmäisenä turvallisuuteen suhtautumista. Turvallisuus koskee jokaista, ja ydinvoimalaitoksessa turvallisuus muodostuu teollisuusalan, ympäristön ja ydinvoiman turvallisuudesta.

TMI:ssa johto luotti liikaa historiaan, jolloin onnettomuuksia ei ollut tapahtunut. Tämän uskomuksen vuoksi turvallisuutta ja toimintaympäristöä ei arvioitu säännöllisesti. Henkilökunta osoitti aktiivisuutta raportoimalla puutteista, mutta voimalaitoksen johto ei toteuttanut korjaustoimia. NRC:n pinnallinen turvallisuustoiminta heijastui toimialan turvallisuusasenteisiin.

Several earlier warnings that operators needed clear instructions for dealing with events like those during the TMI accident had been disregarded by Babcock & Wilcox and the Nuclear Regulatory Commission (The President's Commission 1979, 27).

Performance of surveillance tests was not adequately verified to be sure that the procedures were followed correctly. On the day of the accident, emergency feedwater block valves which should have been open were closed. They may have been left closed during a surveillance test 2 days earlier. (The President's Commission 1979, 47.)

Tshernobylin osalta kiinnostaa työntekijöiden turvallisuuteen suhtautuminen: heijastaako se johdon turvallisuusasenteita, omaa osaamattomuutta vai tahallista vahingon aiheuttamista. Onnettomuustapahtuman käynnistäneen testin aikana perustoimintaohjeita ei noudatettu, kontrolli- ja turvasauvoja poistettiin reaktorin ytimeistä ja turvallisuusjärjestelmiä suljettiin.

Chernobyl Unit 4 was commissioned in December 1983 without having been tested under these conditions. Such tests should be an integral part of the pre-operational

testing of the main design basis conditions carried out at different power levels. (INSAG 1992, 51.)

Safety culture presupposes total psychological dedication to safety, which is primarily created by the attitude of the administrative staff of the organizations engaged in the development and operation of nuclear power plants (INSAG 1992, 84).

IAEA (2020, 3) korostaa, että koko henkilökunnan on tunnettava ja tiedostettava turvallisuuden avainasiat ja ilmapiirin on tuettava kysyvää toimintakulttuuria.

... when there is no law governing the utilization of nuclear power, no one bears the full responsibility for the safety of operating nuclear power plants. All those involved in the development and operation of nuclear power plants are responsible only for those parts of the job which they perform themselves. (INSAG 1992, 87.)

Fukushima Daiichin osalta turvallisuuteen suhteuduttiin vaihtelevasti. TEPCOn johto vähätteli tieteellisiä turvallisuuslaskelmia. Varageneraattorien sijoittaminen korkeammalle ja ykkösyksikön sulkeminen 40 käyttövuoden jälkeen suositusten mukaisesti olisi vähentänyt onnettomuuden vaikutuksia. Koordinoinnin puuttumisen ja monimuotoiseen poikkeustilanteeseen varautumattomuuden taustalla olivat kulttuuritekijät. Yhtiön johto selitti myöhemmin huonoa varautumistaan väittämällä

... that the magnitude of the tsunami had been *soteigai* – beyond any hypothetical possibility (Aoki & Rothwell 2013, 243).

Ydinvoimalaitoksen johtaja Yoshida puolestaan osoitti vahvaa johtajuutta, josta osoituksena on sitoutunut henkilökunta. He työskentelivät onnettomuuden jälkeen pimeässä ja saastuneessa voimalaitoksessa oman terveytensä kustannuksella. Voimalaitoksen reaktorit eivät olleet toiminnaltaan ja rakenteeltaan identtisiä, mutta työntekijät saivat tilanteen hallintaan. Yoshida uhmasi TEPCOn määräyksiä pelastustoimien aikana, ja aloitti jäähdytysprosessin ennen lupaa käyttäen merivettä. (Aoki & Rothwell 2013, 243.)

Turvallisuutta pidettiin ydinvoimalaitoksissa itsestänselvyytenä. Ainoastaan Fukushima Daiichissa oli varauduttu ulkoisiin uhkiin, mutta perusteellinen analyysi uhkien vaikutuksesta ydinvoimalaitoksen toimintaan puuttui. Toimintaympäristön jatkuvaa arviointia ei toteutettu siten, että saatua tietoa olisi käytetty turvallisuuden parantamiseen.

Seuraavana perusoletuksena arvioidaan johtajien riittävää turvallisuusosaamista. Organisaation hierarkia tai johtajan auktoriteetti ei saa estää johtajan jalkautumista työntekijöiden keskuuteen tai heidän ohjaamistaan joko itse tai toisella tavalla. Johtajan täytyy osoittaa näkyvästi tukea turvallisuusasioiden parantamiselle. (IAEA 2002, 14.)

Onnettomuusraporteista voidaan havaita, että TMI:n johtajilla oli osaamista turvallisuusasioiden johtamisessa perustasolla. Strateginen, pitkän aikavälin

toiminnan suunnittelua ei ollut havaittavissa, ja toiminta vaikutti olevan pinnallista: pieniin ongelmiin ei puututtu eikä puutteita korjattu.

Review of equipment history for the 6 months prior to the accident showed that a number of equipment items that figured in the accident had had a poor maintenance history without adequate corrective action (The President's Commission 1979, 47).

Tshernobylin osalta on vaikeaa todeta johtajien turvallisuusosaamisen taso. Heidän suhtautumisensa onnettomuustilanteessa ja sen jälkeen raportoituihin säteilyarvoihin osoittaa, että osaaminen ei ollut riittävää tai vaihtoehtoisesti osaaminen oli riittävää arvojen merkityksen tunnistamiseen, mutta ei niiden vaikutuksen tuntemiseen. Neuvostoliitossa johtamisjärjestelmät olivat erittäin hierarkkisia, joten johtajat eivät jalkautuneet työntekijöiden pariin. Hyväksyvä suhtautuminen pieniin onnettomuuksiin on esimerkki turvallisuusosaamisen puuttumisesta.

This establishes the proper chain of responsibility and authority for the required level of safety. In both operating and regulatory regimes, safety culture must be instilled in organizations through proper attitudes and practices of management. It has been pointed out several times in the preceding discussion that safety culture was lacking in the operating regime at Chernobyl. (INSAG 1992, 21.)

Japanissa TEPCO luotti ydinvoimalaitoksen turvallisuudessa teknisiin ratkaisuihin, eikä toteuttanut kansainvälisiä turvallisuuden kehittämistoimia. Myös Fukushima Daiichin osalta voimayhtiö keskittyi turvallisuusjohtamisessaan voimalaitoksen sisäisiin uhkiin, ja oletti, ettei voimalaitosta voisi kohdata laaja toimintahäiriö. Näin ollen voimalaitos ei ollut varautunut tilanteeseen, jossa se ei saisi sähköä toimintansa hätäjärjestelmiä varten.

TEPCO executives and others did not assume that a natural disaster beyond design basis assumptions could occur and therefore did not establish measures for such an event.... external events were considered significantly more uncertain than assessments of internal events (IAEA 2015, 133-134).

Johtajien turvallisuusosaaminen vaikuttaa painottuneen ydinvoimalaitoksissa strategiseen turvallisuusjohtamiseen, joka keskittyi teknisiin ongelmiin. Vuorovaikutus henkilöstön kanssa oli vähäistä, eikä johtajilla ollut syvempää osaamista turvallisuustoiminnan osa-alueista.

Lopuksi tarkastellaan johtajien ihmiskäsitystä, tapaa, jolla työntekijöitä kohdellaan (IAEA 2002, 14). TMI:ssa johtaminen oli asiakeskeistä, kuten tyypillistä oli 1970-luvulla. Johtajuuden puuttuminen saattaa olla syynä turvallisuuskulttuurin kehittymättömyyteen. TMI 2 oli kuitenkin ollut noin vuoden koekäytössä ennen kaupallisen tuotannon aloittamista, joten turvallisuuskulttuuri olisi voinut olla kehittymässä, mutta siitä ei ollut merkkejä havaittavissa. Johtajan toimiminen hyvänä esimerkkinä työntekijöille turvallisuusasioissa ei toteutunut tässä tapauksessa.

Met Ed did not correct deficiencies in radiation monitoring equipment, although the deficiencies were pointed out by an NRC audit months before the accident (The President's Commission 1979, 48).

Three Mile Island -onnettomuuden syyksi on mainittu usein inhimillinen erehdys, mutta sen taustalla ovat myös teollisuudenalan ja NRC:n toimintatavat.

These include inadequate training, poor operator procedures, a lack of diagnostic skill on the part of the entire site management group, misleading instrumentation, plant deficiencies, and poor control room design. For these failings, the industry and the NRC must share responsibility with Met Ed. (Rogovin & Frampton 1980, 102.)

Tshernobylin ydinvoimalaitos oli kokonaisuudessaan toiminut jo usean vuoden ajan, mutta turvallisuuskulttuuri oli onnettomuusraporttien perusteella vasta kehitymässä tai sitä ei ollut. Turvallisuusjohtaminen perustui toimialan ja kansallisen kulttuuriin vahvaan esimerkkiin. Toimintaan vaikutti hierarkisuus niin organisatorisella, paikallisella kuin kansallisella tasolla. Salamyhkäisyys ja tosiasioiden salailu kuvasi johtamista, ihmisiin suhtauduttiin organisaation mekaanisina osina.

... which was initiated by erroneous actions on the part of the operating personnel, had disproportionately disastrous consequences because of deficiencies in the design of the reactor (INSAG 1992, 29).

In fact, all the causes of the accident were reduced exclusively to personnel errors (INSAG 1992, 60).

Vahva kansallinen kulttuuri saattaa heikentää organisaation turvallisuuskulttuuria. Japanissa kansallisen kulttuurin tunnuspiirteitä ovat kuuliaisuus, auktoriteettien totteleminen, ohjeiden noudattaminen sekä ryhmänä työskentely. Työntekijät toimivat tunnuspiirteiden mukaisesti, sillä kansallinen kulttuuri on vahva perusoletus. Kastenbergin (2015, 305) mukaan Japanin vahva kansallinen kulttuuri

is the mindset that supported the negligence behind this disaster.

Onnettomuustilanteessa kansallinen kulttuuri vaikutti Fukushima Daiichin työntekijöiden yritykseen hallita polttoainesauvojen sulamista kaikissa reaktoreissa. Sen sijaan, että he olisivat aloittaneet laajemmin toimenpiteitä, he odottivat viranomaisten yhteisiä ohjeita (Kastenbergin 2015, 305).

Kaikissa ydinvoimalaitoksissa ihmiskäsitykseen vaikutti vahvasti kansallinen kulttuuri. Se heijastui voimalaitosten hierarkkisuuuteen, toimintatapoihin sekä johdon ja työntekijöiden väliseen vuorovaikutukseen. Yhdysvalloissa ja Neuvostoliitossa yritettiin syyllistää yksinomaan työntekijöitä onnettomuuksista, vaikka ydinvoimalaitosten vakavat onnettomuudet ovat aina monimutkaisen tapahtumasarjan tulos.

4.3 Tulosten yhteenveto

Tutkimusaineistoa analysoitiin kahdesta eri näkökulmasta tutkimuksen apukysymysten avulla: *Miten turvallisuuskulttuuri näkyy organisaatiossa?* ja *Miten johtaminen näkyy turvallisuuskulttuurin eri tasoilla?* Tulosten perusteella pyritään vastaamaan tutkimuskysymykseen: *Minkälainen yhteys johtamisella on turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa?*

4.3.1 Miten turvallisuuskulttuuri näkyy organisaatiossa?

Ensimmäistä apukysymystä turvallisuuskulttuurin näkymisestä organisaatiossa tarkastellaan vertaamalla onnettomuusraporttien perusteella tehtyjä havaintoja IAEA:n laatimiin vahvan turvallisuuskulttuuriin tunnusmerkkeihin (taulukko 4). Lisäksi määritellään turvallisuuskulttuurin kehitysvaihe ydinvoimalaitoksessa ja tarkastellaan sen mahdollista yhteyttä onnettomuustekijöihin.

TAULUKKO 4 Turvallisuuskulttuurin näkyminen ydinvoimalaitoksissa

	Three Mile Island	Tshernobyl	Fukushima
Sijainti	Yhdysvallat	Neuvostoliitto	Japani
Onnettomuusajankohta	1979	1986	2011
Onnettomuuden ilmoitettu syy	Inhimillinen tekijä	Inhimillinen tekijä	Luonnonkatastrofi
Turvallisuuskulttuurin kehitysvaihe	1-2	1	3
Vahvan turvallisuuskulttuurin tunnusmerkit (IAEA 2006, 9-11)			
Turvallisuus on tunnistettavissa oleva organisaation arvo	Arvo ei yhdenmukainen käytännön kanssa	Arvo ei yhdenmukainen käytännön kanssa	Arvo lähes yhdenmukainen käytännön kanssa
Turvallisuuden johtamisen selkeys	Ristiriitoja kansallisten ja organisaation toimijoiden roolista	Ristiriitoja kansallisten ja organisaation toimijoiden roolista	Ristiriitoja kansallisten ja organisaation toimijoiden roolista
Selvät turvallisuusvastuut	Epäselvä vastuunjako	Vastuu aiheutti salailua	Vahva kansallinen hierarkia
Turvallisuus on integroitu kaikkiin toimiin	Ajantasaisten turvallisuusohjeiden puuttuminen	Turvallisuus korostui mainetekijänä	Toteutui ydinvoimalaitoksen toiminnassa
Oppimisvetoinen turvallisuus	Virheistä oppimismahdollisuuksia ei käytetty hyväksi	Virheistä oppimismahdollisuuksia ei käytetty hyväksi	Virheistä oppimismahdollisuuksia ei käytetty täysin hyväksi

Turvallisuus organisaation arvona

Ensimmäinen arvioinnin kohde on turvallisuus organisaation näkyvänä arvona. Julkilausutun arvon ja käytännön toiminnan johdonmukaisuus osoittaa vahvaa turvallisuuskulttuuria, mikä näkyy päätöksenteossa, dokumentaatioissa ja vuorovaikutuksessa. Turvallisuus ilmenee todellisena arvona liiketoimintasuunnitelmassa ja päätöksenteossa silloin, kun toiminnan turvallisuuteen varaudutaan ennakoivasti ja turvallisuuteen resursoidaan riittävästi. Organisaation toimijat ymmärtävät turvallisuuden ja tuottavuuden yhteyden sekä ovat turvallisuustietoisia. (IAEA 2006, 9.)

Tutkimuksen ydinvoimalaitoksille oli yhteistä turvallisuuden korostaminen organisaation arvona. Turvallisuusajattelu ja -toiminta oli selkeästi havaittavissa turvallisuusjohtamisen osalta: varoitus- ja varajärjestelmiin oli investoitu, yksittäisiin poikkeustapahtumiin oli varauduttu mutta kokonaisvaltainen ymmärrys turvallisuudesta puuttui. Tämä näkyi johtajuuden puuttumisena, esimerkiksi työntekijöitä ohjattiin säännöin ja ohjein johtajan näyttämän esimerkin sijaan. Turvallisuuden tekninen viitekehys oli olemassa, mutta työntekijöiden ohjaus oli puutteellista erityisesti Yhdysvalloissa ja Neuvostoliitossa.

Turvallisuuden johtamisen ja turvallisuusvastuiden selkeys

IAEA:n (2006, 10) mukaan johtajuus ilmenee turvallisuuteen sitoutumisena johdon kaikilla tasoilla. Johto huolehtii sekä johtajien että työntekijöiden kompetenssista. Henkilöstöä kannustetaan osallistumaan turvallisuustoimintaan ja organisaation toiminta perustuu keskinäiseen luottamukseen.

Onnettomuusraporttien kertoman mukaan turvallisuuden johtaminen oli ristiriitaista. Voimayhtiöiden painopiste oli tuottavuudessa, kun taas ydinvoimalaitoksen operatiivinen johto otti turvallisuuden enemmän huomioon. Tosin tutkimusmateriaalin perusteella ei voida päätellä, johtuuko esimerkiksi raportoitujen vikojen ja poikkeamien korjaamatta jättäminen operatiivisesta johtamisesta vai johdon piittaamattomuudesta. Onnettomuustilanteessa Fukushima operatiiviset toimijat osoittivat korkeaa turvallisuussitoutuneisuuttaan osallistumalla pelastusoperaatioon, kun puolestaan voimayhtiö TEPCO halusi evakuoita ydinvoimalahenkilökunnan ja jättää reaktorit ilman jäähdytystä.

Turvallisuusvastuiden selkeys ilmenee suhteessa hallinnoivaan viranomaiseen sekä vastuun säilyttämisessä toimijalla. Roolijako ja vastuut ovat kaikkien osapuolten tiedossa ja määräyksiä noudatetaan. Vastuu turvallisuudesta on kaikilla. (IAEA 2006, 10.)

Vastuu ydinvoiman turvallisuudesta jakautui eri tavoin eri maissa ja eri ajankohtina. Viranomaisten suhtautuminen turvallisuuskysymyksiin vaihteli välinpitämättömästä valvonnasta toimiluvan myöntämiseen ja turvallisuusseurantaan. Toisaalta viranomaisvastuu onnettomuustilanteessa oli niin vahva, että pelastustoimien yksittäisiä toimintoja ei aloitettu ilman viranomaislupaa. Yhdysvalloissa ja Neuvostoliitossa ei ollut kyseisenä aikana ydinvoimalaitosten turvallista toimintaa valvovia instansseja, jotka olisivat toimineet tehtävässään

ammattitaitoisesti ja riittäväillä valtuuksilla. Näin ollen ydinvoimalat vastasivat itse turvallisuudestaan omien perusoletustensa mukaisesti.

Viestintävastuu onnettomuustilanteessa oli epäselvä. Ydinvoimalaitokset jopa vähättelivät onnettomuuden vakavuutta eikä alueen asukkaille tiedotettu vaaratilanteesta. Tämä kuvastaa avoimuuden puuttumista sekä oman maineen asettamista turvallisuuden edelle. Ydinvoimalaitosten työyhteisöissä Yhdysvalloissa ja Neuvostoliitossa esiintyi huolimattomuutta työprosessien suorittamisessa ja turvallisuusjärjestelmien varmistamisessa.

Turvallisuus osana organisaation toimintaa ja sen oppimisvetoisuus

Turvallisuus toteutuu vasta kun se on integroitu osaksi kaikkea toimintaa. IAEA:n (2006, 10) mukaan turvallisuuskulttuuri näyttäytyy turvallisuuden huomioon ottamisessa kaikissa toiminnan vaiheissa, niin ydinvoimalaitoksen sisäisissä toiminnoissa kuin toimenpiteisessä, jotka vaikuttavat ympäristöön. Laatu on avainsana suunnittelussa, toimenpiteiden suorittamisessa ja niiden dokumentoinnissa. Henkilöstö ymmärtää toiminnan kokonaisuuden ja osaa työtehtävänsä, mikä tukee työmotivaatiota. Hyvät työskentelyolosuhteet ja kuormitustekijöiden tasapaino puolestaan tukevat työtyytyväisyyttä. Organisaatiossa on osastojen välistä yhteistyötä ja kunnossapitoon on sitouduttu.

Toiminnan laatu oli selvästi suhteessa turvallisuuskulttuuriin. Mitä vaikiintuneempaa turvallisuustoimintaa ydinvoimalaitoksessa oli, sitä laadukkaammin kaikkea toimintaa toteutettiin. Kulttuurin ollessa vasta kehitysvaiheessa on esimerkiksi dokumentaatio sekavaa ja huonolaatuista. Toiminnan laatu osoittautui pinnalliseksi Yhdysvalloissa ja Neuvostoliitossa: henkilöstöä koulutettiin, mutta liian suppeasti tai uutta osaamista ei annettu ottaa käyttöön. Kaikissa ydinvoimalaitoksissa oli ongelmia dokumentaation kanssa. Dokumentteja oli väärennetty tai niitä ei ollut päivitetty vastaamaan toteutunutta. Onnettomuusraporttien perusteella syntyy mielikuva, että ydinvoimalaitoksissa on tehty laajasti turvallisuuteen liittyviä asioita, mutta vain pinnallisella tasolla.

Viimeinen vahvan turvallisuuskulttuurin tarkasteltava tunnusmerkki on organisaation oppimisvetoisuus, jota arvioidaan virheistä oppimisen näkökulmasta. Organisaatiossa vallitseva kysyvä asenne ja avoimuus rohkaisee henkilöstöä ilmoittamaan poikkeamista ja virheistä. Sisäinen ja ulkoinen arviointi on osa perustoimintoja itsearviointin ohella. Turvallisuutta mitataan, arvioidaan ja parannetaan sekä henkilöstön osaamista kehitetään systemaattisesti. (IAEA 2006, 10–11.)

Oman toiminnan turvallisuuden systemaattinen arviointi oli vähäistä. Henkilöstön asenne havaittuja poikkeamia kohtaan vaihteli välinpitämättömyydestä aktiiviseen raportointiin. Voimayhtiöt suhtautuivat oman voimalaitoksen poikkeustilanteisiin vaihtelevasti, pitäen niitä jopa normaalitoimintaan kuuluvana. Toisten voimalaitosten onnettomuuksiin ei reagoitu varoittavana esimerkkinä omalle toiminnalle, vaan niiden seurauksena toteutettiin ainoastaan joitakin tarkastus- ja muutostoimia. Organisaatiot eivät osanneet tai ha-

lunneet oppia muualla tapahtuneista ydinvoimaonnettomuuksista, eikä turvallisuustoiminta ulottunut perimmäisiin turvallisuuskysymyksiin.

Turvallisuuskulttuurin kehitysvaihe ydinvoimalaitoksissa

IAEA:n mukaan turvallisuuskulttuuri kehittyy kolmessa vaiheessa (taulukko 1). Ensimmäisessä vaiheessa organisaatio on nuori, eikä yhteistä oppimista ole ehtinyt tapahtua. TMI-onnettomuus tapahtui voimalaitoksen toisessa käyttöön-otetussa reaktorissa. Ensimmäinen reaktori oli toiminut jo 4 vuotta, joten ydinvoimalaitoksessa oli oletettavasti jo muodostunut turvallisuuskulttuuri. Sen siirtyminen myös kakkosyksikköön oli sidoksissa siihen, oliko yksiköissä yhteistä työvoimaa. Työntekijät ja johtaja tuovat mukanaan oman kulttuurinsa ja arvopohjansa, joista voi nopeastikin muodostua uusi yhteinen kulttuuri. TMI 2-yksikön voidaan olettaa olleen kehitysvaiheessa 1-2. Ensimmäiselle kehitysvaiheelle tyypillinen ennakoinnin puuttumista osoitti esimerkiksi se, ettei valvomon ohjauspaneelin vikoja korjattu. Työntekijöihin ei kuitenkaan suhtauduttu pelkästään koneiston osana, vaan esimerkiksi heidän terveyttään seurattiin säännöllisesti.

Tshernobylin ydinvoimalaitoksen toiminta oli alkanut 1970-luvulla, ja onnettomuusyksikkö oli tuottanut sähköä vuodesta 1983 alkaen. Onnettomuus tapahtui vuonna 1986. Turvallisuuskulttuurin olisi ollut mahdollista kehittyä, mutta onnettomuusraporteista pääteltynä se oli kehitysvaiheessa 1. Turvallisuustoiminnalle oli tyypillistä asianmukaisten ja ajantasaisten ohjeiden puuttuminen sekä henkilöstön osaamisvajae. Johtajat eivät valvoneet sääntöjen noudattamista ja suhtautuivat työntekijöihin koneiston osana.

Fukushima Daiichissa oltiin puolestaan turvallisuuskulttuurin kehitysvaiheessa 3. Ydinvoimalaitos oli toiminut jo useita kymmeniä vuosia, joten turvallisuuskulttuurin oli ollut mahdollista kehittyä. Turvallisuusriskejä arvioitiin, ja niiden perusteella tehtiin jonkin verran parannuksia rakenteisiin ja toimintaan. Toiminnoille oli varajärjestelmiä, maanjäristyksiin ja tsunamiin oli varauduttu, mutta näiden ilmaantumista samaan aikaan ei kukaan osannut ennakoita.

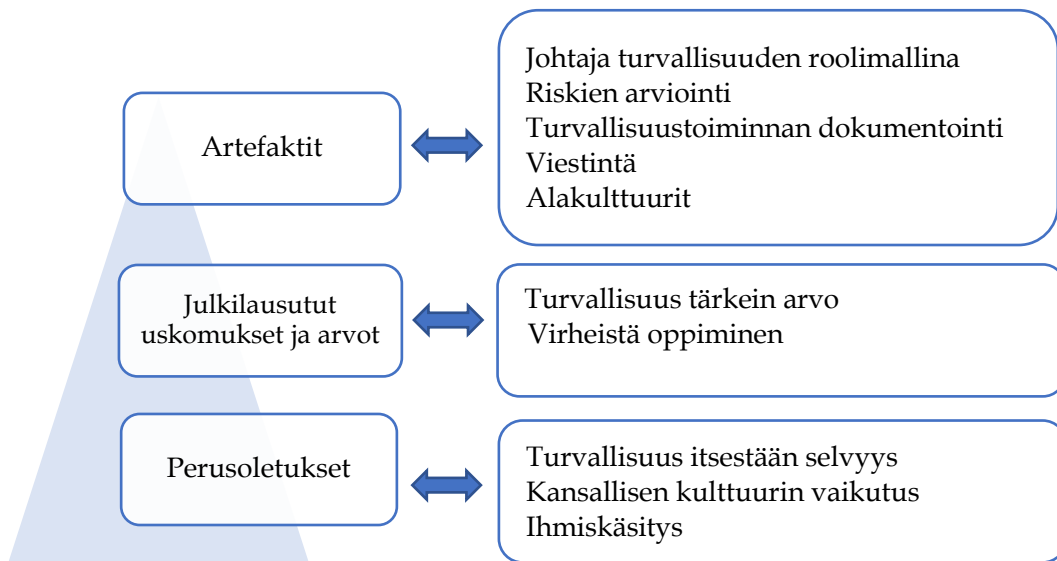
Edellä mainitun perusteella voidaan olettaa, että turvallisuuskulttuurin kehityksen alkuvaiheessa inhimillisen virheen mahdollisuus korostuu. Yhteisten kokemusten perusteella syntyneet perusoletukset määrittävät tavan, miten organisaatiossa toimitaan. Perusoletukset voivat muuttua ja muotoutua uusien yhteisten kokemusten jälkeen.

4.3.2 Miten johtaminen näkyy turvallisuuskulttuurin eri tasoilla?

Tutkimuksen toinen apukysymys käsittelee johtamisen näkyvyyttä turvallisuuskulttuurin eri tasoilla (kuviot 7). Artefaktit ovat turvallisuuskulttuurin näkyviä elementtejä. Johtamisen rooli turvallisuuskulttuurissa ilmenee muun muassa siinä, miten johto ja johtajat suhtautuvat turvallisuuteen. Vahvassa turvallisuuskulttuurissa operatiivisten toimintojen johtaja toimii esimerkkinä turval-

suusasioissa. Onnettomuusraporteissa mainittiin johtajan sitoutuminen ja roolimallina toimiminen ainoastaan Fukushima Daiichin kohdalla, tosin raporteissa mainittiin yksittäisten esimiesten sitoutuminen turvallisuustoimiin onnettomuuden jälkeen Tshernobylyssa.

Toisena artefaktina tarkasteltiin riskien arviointia, johon liittyy olennaisesti turvallisuustoiminnan dokumentointi. Riskien arviointia toteutettiin systemaattisesti vain Fukushima Daiichissa. Oman toiminnan arviointi on satunnais- ta ja systemaattisuus arvioinnissa puuttui. Turvallisuustoiminnan dokumentoinnissa oli puutteita kaikissa ydinvoimalaitoksissa.



KUVIO 7 Johtamisen näkyminen turvallisuuskulttuurin tasoilla (mukaillen Guldenmund 2000, 251; IAEA 2002, 10–13)

Viestintä puolestaan liittyy niin organisaation sisäisten kuin ulkoisten sidosryhmien väliseen vuorovaikutukseen. Avoin ja todenmukainen viestintä osoittaa ymmärrystä turvallisuuden kokonaistoiminnasta. Tutkimustuloksista ilmeni, että turvallisuudesta viestittiin ensisijaisesti julkisuuskuvan ylläpitämiseksi. Viestinnässä oli havaittavissa puutteita ydinvoimalaitosten ja viranomaisten välillä, ydinvoimalaitosten sisällä, valmistajien ja ydinvoimalaitosten välillä sekä alakulttuureiden välillä. Merkittäväksi tekijäksi onnettomuustilanteessa osoittautui kriisitilanteen viestintäsuunnitelman puuttuminen.

Scheinin (1996, 13–15) mukaan organisaatiossa on havaittavissa kolme alakulttuuria työtehtävien, aseman ja koulutustaustan perusteella. Alakulttuureiden väliset jännitteet saattavat vaikuttaa organisaation tavoitteiden toteutumiseen. Ydinvoimalaitoksissa voitiin havaita alakulttuureina voimayhtiö, ydinvoimalaitoksen johto sekä operaattorit. Alakulttuureilla oli toiminnan turvallisuuden suhteen eroavat käsitykset sekä toimintatavat, jotka vaikuttivat organisaation kokonaisturvallisuuteen.

Julkilausutut arvot ja uskomukset perustelevat turvallisuuskulttuurin toimintatapoja. Ydinvoimalaitoksia markkinoitiin turvallisina, mutta turvalli-

suus ei kuitenkaan ollut onnettomuusraporttien perusteella tärkein arvo. Tämä ristiriita vaikutti selvästi turvallisuuskulttuuriin heikentäen sitä. Teknistä turvallisuutta korostettiin niin paljon, että siitä muodostui perusoletus. Vallitsevaan turvallisuuteen luotettiin, mikä ilmeni organisaation haluttomuutena tai kyvyttömyytenä oppia omassa tai toisissa ydinvoimalaitoksissa tapahtuneista poikkeamista.

Jos perusoletuksena on voimalaitoksen riittävä turvallisuus, varautuminen mahdollisiin uhkiin saattaa vähentyä ja havaittuja poikkeamia ei raportoida. Henkilöstön toimintaan vaikuttaa myös kansallinen kulttuuri, sen arvomaailma sekä uskomukset. Kansallisen kulttuurin huolellinen analysointi auttaa tunnistamaan vahvuuksia ja ominaisuuksia, joiden avulla voidaan kehittää ja vahvistaa turvallisuuskulttuuria (Nuclear Energy Agency, NEA, 2021, 38). Kansallisen kulttuurin vaikutus ydinvoimalaitoksen toimintaan korostui erityisesti Tshernobylin ja Fukushima onnettomuuksissa.

Kansallinen kulttuuri vaikuttaa myös organisaatiossa vallitsevaan ihmiskäsitykseen. Ihmiskäsityksestä kertovat turvallisuuskulttuurin perusolelut, joista esimerkkeinä heikon kulttuurin oletuksista mainittakoon: onnettomuuksien syynä on ihmisten huolimattomuus, työntekijä on altis onnettomuuksille ja tavoitteet saavutetaan ottamalla riskejä. (IAEA 2002, 10.) Kansallisen kulttuurin lisäksi toimialan kulttuuri vaikuttaa turvallisuuskulttuuriin.

Ydinvoimalaitoksissa oli havaittavissa ristiriitaisuutta yhtäältä artefaktien ja arvojen, toisaalta arvojen ja perusolelutusten välillä. Perusolelutukseksi oli muodostunut voimalaitoksen turvallisuus, johon luottaminen aiheutti välinpitämättömyyttä johtamisessa. Perusolelutukset muodostuvat yhteisten ja yksilöiden aikaisempien kokemusten pohjalta. Poikkeustilanteiden johtaminen ja johtajan reagoiminen poikkeamiin vaikuttaa perusolelutusten muodostumiseen yhteisössä. Kun johtaja osoittaa sitoutumista turvallisuuteen, poikkeamiin reagoitiin ja ongelmien ennakoitiin, lisääntyy myös työntekijöiden valppaus ja ilmoitusaktiivisuus poikkeamista: osallistuminen lisääntyy ja turvallisuuskulttuuri muodostuu.

Perusolelutukset vakiintuvat toimintatavoiksi, joita on vaikea muuttaa. Julkilausutut uskomukset ja arvot kuvaavat, miksi organisaatiossa toimitaan tietyllä tavalla. Jos sanat ja teot poikkeavat toisistaan, teot toimivat toimintamallina. Vahvassa turvallisuuskulttuurissa artefaktit eivät ole ristiriidassa arvojen eikä perusolelutusten kanssa.

4.3.3 Minkälainen yhteys johtamisella on turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa?

Tämän tutkimuksen varsinaista tutkimuskysymystä johtamisen yhteydestä turvallisuuskulttuuriin voidaan lähestyä kahdesta näkökulmasta: turvallisuuskulttuuri on yksi organisaation elementeistä, joihin johtamisella pyritään vaikuttamaan tai turvallisuus on organisaation perusarvo, joka on osana kaikkea toi-

mintaa (kuvio 2). Jos turvallisuuskulttuuria johdetaan yhtenä organisaation elementtinä, vaarana on turvallisuuden jääminen vain yksittäiseksi osaksi organisaation toimintaa. Turvallisuuden kulttuuri -näkökulmassa turvallisuus ja turvallinen toiminta ovat organisaation perusoletus ja arvo. Kumpikin näkökulma edellyttää turvallisuuslähtöistä suhtautumista organisaation toimintaan, sillä pienikin virhe tai poikkeama voi aiheuttaa ketjureaktion, joka johtaa vakavaan onnettomuuteen.

Tutkimuksen ydinvoimalaitoksissa painottui näkökulma, jonka mukaisesti turvallisuuskulttuuri – tai lähinnä turvallisuus – on yksi elementti organisaatiossa. Näkökulmassa korostaa teknologisen turvallisuuden suhde tuottavuuteen. Eri onnettomuusraporteissa korostui ydinvoimalaitosten turvallisuuteen luottaminen ja luottamuksesta julkisesti tiedottaminen. Julkisuuskuvaan ylläpitäminen oli välttämätöntä, sillä eri maissa tapahtuneet onnettomuudet lisäsivät ainakin hetkellisesti ydinvoiman vastustusta.

Organisaatiokulttuuri muodostuu yhdessä oppimisen tuloksena. Se on toimintatapa, jolla ratkaistaan sisäisiä ongelmia ja sopeudutaan toimintaympäristöön. Sisäiset ongelmat ratkaistaan yhteisillä toimintaperiaatteilla ja säännöillä. Toimintaympäristöön sopeutuminen on mahdollista vasta, kun organisaatiossa vallitsee yhteinen ymmärrys organisaation tavoitteista, tehtävästä ja toimintatavoista. (Schein & Schein 2017, 5–6, 150.) Johtaja ei voi määrätä työyhteisön jäsenten ajattelua ja sitoutumista, vaan kulttuuria rakennetaan luomalla yhteiset tavoitteet sekä organisaatiolle että henkilöstölle (Alvesson 2013, 12). Turvallisuuden osalta tavoitteet yhdistetään osaksi organisaation kokonaistavoitteita. Guldenmund (2010, 182) tiivistää turvallisuuskulttuurin muodostuvan niistä organisaatiokulttuurin osatekijöistä, jotka vaikuttavat jäsenten asenteisiin ja käyttäytymiseen joko riskialttiutta lisäten tai vähentäen.

Martínez-Córcoles ja kumppanit (2011, 1118) toteavat turvallisuuskulttuurin tärkeimmän elementin olevan johtajuus, jota ilman turvallisuutta ei voida kehittää. He ovat tutkineet johtajuuden vaikutusta työntekijöiden turvallisuuskäyttäytymiseen ydinvoimalaitoksissa. Johtaminen painottuu teknologian ja strategian hallintaan. Johtajuus sen sijaan luo turvallisuuskulttuuria vaikuttamalla organisaation jäseniin. Johtajan perusoletukset organisaation tehtävästä ja toiminnasta vaikuttavat yhteisön perusoletuksiin. Molempien perusoletusten tulisi muodostaa yhtenäinen näkemys siitä, miten toimitaan. Tämän onnistumiseksi johtajan on jalkauduttava työyhteisöön sekä sitouduttava itse perusoletuksiin, joita juurruttaa omalla esimerkillään osaksi toimintatapoja.

Turvallisuuskulttuurin kehittäminen ja ylläpitäminen edellyttää johtajalta useiden toimintaan liittyvien osa-alueiden ottamista huomioon. Fyysiset puitteet on oltava kunnossa niin laitteiden kuin työskentelytilojen osalta ja havaitut viat on korjattava mahdollisimman pian. Olennaista on myös toimialan seuraaminen erityisesti raportoitujen läheltä piti -tilanteiden ja valmistajien ilmoittamien vikojen osalta. Ulkoisten toimijoiden toiminnan lisäksi on omaa toimin-

taa arvioitava sekä sisäisesti että ulkoisesti. Johtajan tehtävänä on luoda turvallisuuskeskeinen ilmapiiri, jossa arviointi on osa jokapäiväistä toimintaa. Turvallisuuden arviointiin vaikuttaa johdon suhtautuminen virheisiin: jos tehtyihin virheisiin suhtaudutaan mahdollisuutena oppia, niistä ilmoitetaan herkemmin, mikä vaikuttaa toiminnan kokonaisturvallisuuteen myönteisesti.

Turvallisuuden kannalta on tärkeää huolehtia henkilöstöresursseista ja henkilöstön hyvinvoinnista. Turvallinen toiminta edellyttää, että organisaatiossa on riittävästi osaavaa henkilökuntaa kaikissa työvuoroissa. Tämän varmistamiseksi koulutuksen täytyy olla systemaattinen osa toimintaa ja sen laatuun on panostettava.

Ydinvoimalaitos on korkean riskin organisaatio, jonka toiminnan turvallisuuden vaikuttavat erityisesti inhimilliset tekijät. Vaikka turvallisuus- ja valvontalaitteistoja kehitetään ja automatisoidaan, on inhimillisten ja odottamattomien tekijöiden yhteys onnettomuuksiin todennäköistä. Johtajan vuorovaikutustaidot vaikuttavat ilmapiiriin ja avoimuus viestinnässä heijastuu työntekijöiden asenteisiin. Avoimen vuorovaikutuksen saavuttaminen johtajan ja henkilöstön välillä sekä henkilöstön turvallisuuteen sitoutumisen edellytys on, että henkilöstöä kohdellaan arvostavasti. Lisäksi henkilöstöllä on oltava mahdollisuus vaikuttaa asioihin, jotka koskevat heitä itseään.

Turvallisuuskulttuurin ylläpitäminen edellyttää, että johdolla ja johtajilla on yhteinen ymmärrys turvallisuuden asettamista vaatimuksista. Nämä on juurrutettava osaksi henkilöstön toimintaa. Tämän tutkimuksen ydinvoimalaitosten kohdalla vallitsi ristiriitoja voimayhtiöiden ja ydinvoimalaitosten turvallisuusnäkemyksissä. Voimayhtiön suhtautuminen turvallisuuteen vaikutti selvästi voimalaitosten johtajien asenteisiin, mikä puolestaan heijastui osittain työntekijöiden keskuuteen. Keskeinen turvallisuusriski oli ymmärryksen puuttuminen siitä, miten eri organisatoriset, teknologiset ja inhimilliset tekijät vaikuttavat toisiinsa ja siten ydinvoimalaitoksen toimintaan. Turvallisuuteen suhtautuminen vain yhtenä organisaation elementtinä saattoi vaikuttaa siihen, ettei sitä otettu riittävästi huomioon eri toiminnoissa.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

5.1 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa pyrittiin kuvaamaan ja selittämään johtamisen yhteyttä turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa. Tutkimuskohteeksi valikoitui kolme ydinvoimalaitosta, joissa oli tapahtunut vakava onnettomuus. Tutkimus toteutettiin vertailevana tapaustutkimuksena. Tutkimusaineistona käytettiin kyseisten onnettomuuksien onnettomuusraportteja, joita analysoitiin kahdesta eri näkökulmasta tutkimuksen apukysymysten avulla.

Turvallisuus on keskeinen tekijä organisaation toiminnan jatkuvuudelle erityisesti korkean turvallisuusriskin organisaatioissa. Turvallisuuden voidaan ajatella olevan tavoite, joka saavutetaan vahvan turvallisuuskulttuurin keinoin. Turvallisuuskulttuurissa korostuvat teknisten järjestelmien lisäksi sosiaaliset järjestelmät. Käsitteenä turvallisuuskulttuuri on vaikeaselkoinen ja tieteellisesti heikko (Schöbel ym. 2017, 39), mikä vaikuttaa sen tarkastelunäkökulmaan.

Turvallisuuden ja turvallisuuskulttuurin tarkastelu pelkästään operatiivisen johtajuuden osalta antaa suppean kuvan ilmiöstä. Tutkimustulosten perusteella ydinvoimatuotannon eri toimijat vaikuttavat omalta osaltaan turvallisuuskulttuurin syntymiseen. Schöbel ym. (2017, 38) korostavat tutkimuksessaan yksilö-, organisaatio- ja organisaatioiden välisten tekijöiden roolia turvallisuuskulttuurin muodostumisessa. Kaikissa ydinvoimatuotantoon liittyvissä organisaatioissa riskien ymmärtäminen on välttämätöntä.

Hatchin (1993, 372) mukaan makrokulttuurit vaikuttavat organisaation kulttuuriin. Kansallisen sekä toimialan kulttuurin vaikutus oli havaittavissa kaikissa tutkimuksen ydinvoimalaitoksissa. Globalisaation myötä työyhteisöt ovat muuttuneet monikansallisiksi, jolloin työyhteisössä vaikuttavia kansallisia kulttuureita voi olla useita. Yleensä alakulttuureita muodostuu, jos toisen kulttuuritaustan omaavat henkilöt eivät omaksu organisaation perusoletuksia. Alakulttuureilla voi olla erilaisia käsityksiä muun muassa turvallisuudesta, hierarkiasta ja aikakäsitteestä. Guldenmundin (2010, 195) mukaan alakulttuureita syntyy organisaation sisällä esimerkiksi silloin, kun eri yksiköt sijaitsevat erillään tai eivät jaa yhteisiä kokemuksia keskenään. Alakulttuureiden yhteen so-

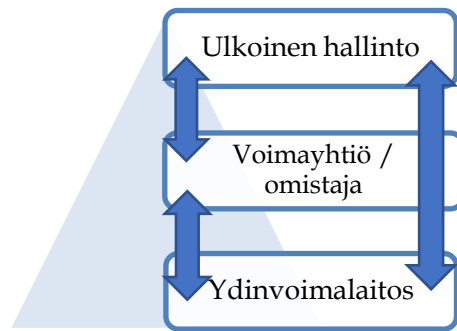
vittaminen on edellytys yhdessä oppimiselle ja yhteisten perusolekusten muodostumiselle (Schein 1996, 10). Alakulttuureiden väliset suhteet vaikuttavat organisaation toimintaan myönteisesti tai sitä haitaten. Syvällinen perehdyttäminen, täydennyskoulutus sekä tasavertainen kohtelu auttavat uusia yhteisön työntekijöitä omaksumaan organisaation perusolekukset ja siten sopeutumaan organisaatiokulttuuriin sekä organisaation turvallisuuskulttuuriin.

Makrokulttuurit vaikuttavat aina jäsentensä perusolekuksiin. Kastenbergin (2015) tutkimuksen mukaan makrokulttuureissa saattaa olla riskitekijöiksi luonnehdittavia piirteitä, joten niiden arviointi on tärkeää etenkin korkean riskin tuotantolaitoksissa. García-Herrero kumppaneineen on tutkinut organisaatiokulttuurin yhteyttä turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksissa. Heidän havaintojensa mukaan tyyliltään rakentava organisaatiokulttuuri vaikuttaa positiivisesti turvallisuuskulttuuriin. Rakentaviksi tyyleiksi tutkimuksessa mainitaan sitoutuva, suorittava, itseään toteuttava sekä humanistinen kulttuuri, joka on osoittautunut tärkeimmäksi turvallisuuskulttuurin muodostumisen suhteen. Humanistisen kulttuurin tunnusmerkkejä ovat työyhteisön jäsenten tarpeista huolehtiminen, heidän kannustamisensa sekä palkitseminen. Lisäksi päätöksentekoon otetaan mukaan ne, joita päätettävä asia koskee. Konfliktitilanteissa esimies tai johtaja ei piiloudu vaan ottaa vastuun asian ratkaisemisesta. (García-Herrero ym. 2013, 11–13.)

Johtamisella on selvä yhteys työntekijöiden turvallisuuskäyttäytymiseen. Johtajan käyttäytyminen vaikuttaa työyhteisön ilmapiiriin, joka puolestaan joko kannustaa tai heikentää turvallisuussitoutuneisuutta. Martínez-Córcolesin ym. (2011, 1120) mukaan tehokkain johtamistyyli organisaation kaikilla tasoilla on joustava, uusien ideoiden kehittämiseen ja aloitteiden tekemiseen kannustava. Johtajan käyttäytyminen osoittaa, onko hän sitoutunut omaan ja työntekijöiden työhön. Sitoutuminen yhdistää tehdyn ja sanotun eli artefaktit ja julkilausutut arvot.

Edellä mainitut tutkimukset tukevat tämän tutkimuksen havaintoja makrokulttuureiden vaikutuksesta toimintatapoihin sekä organisaatiokulttuurin ja johtajan roolista turvallisuuskulttuurin muodostumisessa. Makrokulttuureiden vaikutus korostuu, kun turvallisuuskulttuuriin suhtaudutaan organisaation yhtenä elementtinä. Jos organisaation toimintaa tarkastellaan turvallisuuden kulttuurin näkökulmasta (kuvio 2), turvallisuus on vahvin arvo ja perusta toiminnalle. Tällöin makrokulttuureiden vaikutus turvallisuuskulttuuriin on oletettavasti heikompi.

Keskeisiä johtajan toimia, joilla voidaan vaikuttaa työntekijöiden käyttäytymiseen, ovat esimerkin näyttäminen, selkeiden ja toteutettavissa olevien tavoitteiden asettaminen, henkilöstön systemaattinen kouluttaminen, työhyvinvoinnista huolehtiminen, turvallisuusvastuiden sisällyttäminen toimenkuviin sekä erilaiset työjärjestelyt, joiden kautta työntekijät voivat menestyä ja saada siten itseluottamusta työskentelyynsä. (Martínez-Córcoles ym. 2011, 1126.) Edellä mainittujen lisäksi on tärkeää, että yhtiötasolla resursoidaan riittävästi turvallisuuskulttuurin juurruttamiseen ja näkymiseen osana organisaation strategiaa.



KUVIO 8 Tavoiteltu turvallisuuskulttuuri ydinvoimateollisuudessa

Korkean riskin tuotantolaitosten toiminnan edellytys on turvallisuus. Turvallisuuskulttuuri muodostuu perusoletusten kautta. Kuviossa 8 esitetään tämän tutkimuksen havaintojen perusteella syntynyt näkemys ydinvoimateollisuuden tavoitteleman turvallisuuskulttuurin muodostumisesta. Ulkoinen hallinto kuvaa lainsäädäntöä ja määräyksiä, jotka toimivat viitekehyksenä turvallisuudelle ja ovat artefakteja, turvallisuuden näkyviä elementtejä. Voimayhtiö tai omistaja kuvaa toiminnan perusarvoja ja uskomuksia. Voimayhtiön ymmärrys turvallisuuden tärkeydestä myös tuottavuuden suhteen on perustana ydinvoimalaitosten turvallisuudelle. Arvot eivät voi olla ristiriidassa artefaktien kanssa, jotta turvallinen toiminta olisi mahdollista. Ydinvoimalaitos edustaa perusoletuksia: keitä me olemme ja miten me toimimme. Kaikki tasot ovat vuorovaikutuksessa keskenään, joten ydinvoimateollisuuden kokonaisturvallisuus rakentuu sen pohjalta, miten eri tasoilla on sitouduttu turvallisuusjohtamiseen, ja miten johtajuus tukee turvallisuuden rakentumista.

IAEA:n raportissa (2015, 122) on todettu, että turvallisuuskulttuuri on jatkuva prosessi, joka arvioi ja edistää ymmärrystä organisaation perusoletusten merkityksestä turvallisuudelle. Samankaltaisiin tuloksiin on päädytty tämän tutkimuksen lisäksi tässä tutkimusraportissa mainituissa ydinvoimalaitosten turvallisuuskulttuuria käsitelleissä tutkimuksissa riippumatta niiden tarkastelunäkökulmasta aiheeseen.

5.2 Pohdinta ja arviointi

Tämän tutkimuksen aiheen valintaan liittyy olennaisesti henkilökohtainen kiinnostukseni turvallisuudesta ja sen johtamisesta eri organisaatioissa. Kontekstiksi valikoitui ydinvoimalaitos, jonka toiminnasta ja turvallisuuskulttuurista minulla ei ollut entuudestaan minkäänlaista käsitystä. Tämä säilytti mielenkiintoni koko tutkimusprosessin ajan lisäen ymmärrystäni turvallisuuskulttuurista merkittävästi.

Turvallisuuskulttuurin perustana on johtajan sitoutuminen turvallisuuteen, sen arviointiin sekä parantamiseen. Korkean riskin organisaatioiden lisäksi kaikissa organisaatioissa on omat riskinsä, joista mainittakoon ajankohtaisina

erityisesti tietoturvariskit. Turvallisuuteen ei kiinnitetä huomiota, kunnes tapahtuu jotain odottamatonta. Korkean riskin tuotantolaitoksissa vakavien tapahtumien ja onnettomuuksien seuraukset eivät rajoitu pelkästään laitoksen sisäpuolelle, vaan ne vaikuttavat yleensä laajalla alueella monella eri tasolla. Ydinvoimateollisuuteen liittyy paljon riskejä koko tuotantoketjun osalta uraanikaivoksista ydinjätteen loppusijoitukseen. Jokainen tapahtuva poikkeama vaikuttaa yleisiin asenteisiin ydinvoimaa kohtaan ja saattaa aiheuttaa merkittäviä seurauksia, esimerkiksi Fukushima Daiichin onnettomuuden jälkeen Saksa päätti luopua kokonaan ydinvoiman käytöstä.

Tuotantolaitosten turvallisuuteen on pyritty vaikuttamaan lainsäädännön ja toiminnan valvonnan kautta. Ydinvoimalaitosten osalta turvallisuustoiminta on kansainvälistynyt ja sitä kehittävät sekä kansalliset että kansainväliset organisaatiot. Yhteisten kehittämistavoitteiden ansiosta tiedonvaihto on aiempaa avoimempaa ja vikatilanteista tiedotetaan muille alan toimijoille. Kansainvälisillä laatustandardijärjestelmillä pyritään ohjaamaan ja yhtenäistämään johtamisen ja toiminnan laatua.

Teknisen turvallisuuden ohella inhimilliset tekijät vaikuttavat turvallisuuteen. Samat seikat, jotka vaikuttavat työhyvinvointiin, näyttäisivät vaikuttavan turvallisuuskäyttäytymiseen. Näitä ovat muun muassa perehdyttäminen, mahdollisuus osallistua oman työn suunnitteluun, osaamisen ja työn vaatimusten kohtaaminen sekä johtajuuden näkyminen työyhteisössä. Tällaisen avoimen organisaatiokulttuurin tukemiseksi on johtajan ja esimiesten tunnettava työolosuhteet, jalkauduttava työntekijöiden keskuuteen sekä rakennettava ja tuettava vuorovaikutusta ja vuorovaikutuskanavia työntekijöiden ja johdon välille.

Myös johtamistyylin vaikutusta turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksissa on tutkittu. Inhimillinen vuorovaikutus ei ole samanlaista kaikkien yksilöiden välillä, joten tietty johtamistyyli edustaa suhteellisen kapeaa sektoria inhimillisessä vuorovaikutuksessa. Sen sijaan merkitystä on johtajuuden tukemisella, sillä turvallisuuskulttuuriin vaikuttaa organisaation sisäisten tekijöiden lisäksi ulkoiset tekijät. Nämä saattavat olla vaikuttavuudeltaan yllättävän vahvoja. Kokonaisvaltainen näkemys turvallisuuskulttuurin jatkuvasta kehittämisestä ja vahvistamisesta sekä siihen vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen, vahvistaminen tai heikentäminen ovat johtajan keskeiset tehtävät turvallisuuskulttuurin osalta.

Arviointi

Valinnat ohjaavat tutkimusprosessia. Tämä laadullinen tapaustutkimus rakentui kahden keskeisen valinnan ohjaamana: aiheen ja aineiston, joiden välille pyrin rakentamaan yhteyden metodologian ja metodin avulla. Ennakkokäsitykseni oli, että tutkimus saattaa osoittautua haastavaksi. Vastaavasta näkökulmasta aiheita ei ole tiittävästi tutkittu, joten vertailuaineistoa ei ollut saatavissa.

Tutkimusaineistona käytin onnettomuusraportteja, mikä lisäsi tutkimukseen haasteellisuutta. Onnettomuusraportit etsivät ja esittävät turvallisuuspuutteita, joten aineiston analysointi ja tulkinta täytyi tehdä tutkimuksen kannalta vastakkaisesta näkökulmasta: etsien puutteita turvallisuuskulttuurin johtami-

sesta ja havaintojen perusteella tulkiten käänteisesti johtamisen yhteyttä turvallisuuskulttuuriin.

Tutkimusaineiston analysointitavalla ei näytä olleen vaikutusta tässä tutkimuksessa tuloksiin: samat seikat korostuivat niin ydinvoimalaitoskohtaisessa kuin turvallisuuskulttuurin tasoittain tapahtuvassa tarkastelussa. Tähän vaikuttanee joltain osin tulosten vertailussa käytettyjen turvallisuuskulttuurin tunnusmerkkien ja vahvan turvallisuuskulttuurin tunnusmerkkien samankaltaisuus. Käytin virallisten onnettomuusraporttien lisäksi Aokin ja Rothwellin (2013), Geistin (2015) sekä Karjusen ym. (2004) tutkimusartikkeleita lähdeaineistona, sillä koin, etten saanut onnettomuusraporteista kaikilta osin tarvittavia havaintoja. Ydinvoimalaitosten ulkopuolisten tutkijoiden välittömästi onnettomuuden jälkeen tekemiä tutkimusraportteja ei ollut kaikista onnettomuuksista saatavana. Tutkimusaineistona käytettyjen onnettomuusraporttien laatijoiden yhteys tutkimuskohteeseen on voinut vaikuttaa seikkoihin, joita tutkimuksessa on painotettu.

Erikssonin ja Koistisen (2014, 37–38) mukaan tapaustutkimuksen tavoite ei ole tehdä yleistyksiä muutaman tapauksen perusteella. Sen sijaan pyritään tuottamaan syventävää tietoa aiheesta ja tapauksesta. Tämän tutkimuksen tavoite oli täyttää tutkimusaukko, jonka havaitsin tutustuessani aineistoon turvallisuusjohtamisesta ydinvoimalaitoksessa. Menneisyyden tapahtumien tutkiminen kirjallisen aineiston perusteella loi omat vaatimukset tutkimukselle. Onnettomuusraportit täytyi tulkita objektiivisesti ottaen huomioon niiden laatijoiden suhde kyseiseen ydinvoimalaitokseen.

Mielestäni onnistuin tässä tutkimuksessa tulkitsemaan turvallisuuspuutteen kautta johtamisen yhteyttä turvallisuuskulttuuriin. Valintani teoriaohjaavasta lähestymistavasta osoittautui onnistuneeksi, sillä muutoin teorialähtöinen tutkimusprosessi oli onnettomuusraporttien osalta vahvasti aineistolähtöinen. Alkuperäisestä rajauksestani tarkastella johtajuutta operatiivisella tasolla oli tutkimuksen kannalta tarpeellista laajentaa tarkastelua myös voimayhtiön suuntaan sekä kansallisiin tekijöihin.

Tutkimusraporttini lopuksi esitän kolme ehdotusta jatkotutkimusta varten. Organisaatiot ovat edelleen kansainvälistymässä, joten ensimmäiseksi jatkotutkimusaiheeksi ehdotan turvallisuuskulttuurin perusoletusten vakiinnuttamisen tarkastelua monikulttuurisessa yhteisössä. Myös johtajuus on muuttunut ja kehittynyt sitten vuoden 1979 Three Mile Island -onnettomuuden. Toinen ehdotamani tutkimusaihe on, miten johtajuuden muuttuminen on vaikuttanut turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksissa viimeisen 40 vuoden aikana. Viimeisenä jatkotutkimusaiheena on tämän tutkimuksen aiheen, Johtamisen yhteys turvallisuuskulttuuriin ydinvoimalaitoksessa, tarkastelu jonkin uuden ydinvoimavaltion ydinvoimalaitoksessa.

LÄHTEET

- Algahtani, A. 2014. Are Leadership and Management Different? A Review. *Journal of Management Policies and Practices* 2 (3), 71–82. DOI: 10.15640/jmpp.v2n3a4
- Alvesson, M. 2013. *Understanding Organizational Culture*. Second edition. London: Sage.
- Aoki, M. & Rothwell, G. 2013. A comparative institutional analysis of the Fukushima nuclear disaster: Lessons and policy implications. *Energy Policy* (53), 240–247. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.058>
- Bosak, J., Coetsee, W. J. & Cullinane S-J. 2013. Safety climate dimensions as predictors for risk behavior. *Accident Analysis and Prevention* 55, 256–264.
- Budnitz, R. J., Rogner, H., & Shihab-Eldin, A. 2018. Expansion of nuclear power technology to new countries – SMRs, safety culture issues, and the need for an improved international safety regime. *Energy Policy* 119, 535–544.
- Burrell, G. & Morgan, G. 1998. *Sociological Paradigms and Organisational Analysis: Elements of the Sociology of Corporate Life*. Repr. Aldershot: Ashgate.
- Clarkeburn, H. & Mustajoki, A. 2007. *Tutkijan arkipäivän etiikka*. Tampere: Vastapaino.
- Cooper, M. D. 2000. Towards a model of safety culture. *Safety Science* 36, 111–136. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00035-7](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00035-7)
- Dartey-Baah, K. & Addo, S. A. 2018. Charismatic and corrective leadership dimensions as antecedents of employee safety behaviours. A structural model. *Leadership & Organization Development Journal* 39 (2), 18–201. DOI: 10.1108/LODJ-08-2017-0240
- Denning, R. & Mubayi, V. 2017. Insights into the Societal Risk of Nuclear Power Plant Accidents. *Risk Analysis* 37 (1). DOI: 10.1111/risa.12590
- Duriau, V. J., Reger, R. K. & Pfarrer M. D. 2007. A Content Analysis of the Content Analysis Literature in Organization Studies: Research themes, Data sources, and Methodological Refinements. *Organizational Research Methods* 10 (1), January 2007, 5–34. DOI: 10.1177/1094428106289252
- Elinkeinoelämän keskusliitto. 2020. *Yritysturvallisuus*. [Viitattu 3.10.2020] <https://ek.fi/mita-teemme/tyoelama/yritysturvallisuus/>
- Eriksson, P. & Koistinen, K. 2014. *Monenlainen tapaustutkimus. Kuluttajatutkimuskeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä 11*. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus.
- Eurasto, T., Hyvärinen, J., Järvinen, M-L., Sandberg, J. & Sjöblom, K-L. 2004. *Ydinvoimalaitostekniikan perusteita*. Teoksessa J. Sandberg (toim.) *Ydinturvallisuus*. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 25–88. <https://www.stuk.fi/julkaisut/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja/ydinturvallisuus>
- Fukushima Nuclear Accident Investigation Committee. 2011. *Fukushima Nuclear Accident Analysis Report (Interim Report)*. The Tokyo Electric Pow-

- er Company Inc. https://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/111202e14.pdf
- García-Herrero, S., Mariscal, M. A., Gutiérrez, I. M. & Toca-Otero, A. 2013. Bayesian network analysis of safety culture and organizational culture in a nuclear power plant. *Safety Science* 53, 82–95.
- Geist, E. 2015. Political Fallout: The Failure of Emergency Management at Chernobyl. *Slavic Review* 74 (1), 104–126. Cambridge University Press. <https://www.jstor.org/stable/10.5612/slavicreview.74.1.104>
- Glendon, A. I. & Stanton, N. A. 2000. Perspectives on safety culture. *Safety Science* 34 (1–3), 193–214.
- González, A. J. 2019. Safety culture: What is in the two words? In International Atomic Energy Agency, IAEA (Ed.) *Human and Organizational aspects of assuring nuclear safety - exploring 30 years of safety culture*. Vienna: IAEA, 217–218. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1810_web.pdf
- Guldenmund, F. W. 2000. The nature of safety culture: a review of theory and research. *Safety Science* 34, 215–257.
- Guldenmund, F. W. 2010. *Understanding and Exploring Safety Culture*. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/40901518>
- Haber, S. B. 2019. From safety culture to culture for safety: What is it that we still have not learned? In International Atomic Energy Agency, IAEA (Ed.) *Human and Organizational aspects of assuring nuclear safety - exploring 30 years of safety culture*. Vienna: IAEA, 219–228. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1810_web.pdf
- Harisalo, R. 2008. *Organisaatioteoriati*. Tampere: Tampere University Press.
- Hatch, M. J. 1993. The Dynamics of Organizational Culture. *The Academy of Management Review* 18 (4), 657–693.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2016. *Tutki ja kirjoita*. 21. painos. Helsinki: Tammi.
- IAEA (International Atomic Energy Agency). 2002. *Safety culture in nuclear installations. Guidance for use in the enhancement of safety culture*. IAEA-TECDOC-1329. Vienna: IAEA. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1329_web.pdf
- IAEA (International Atomic Energy Agency). 2006. *Application of the Management System for Facilities and Activities*. IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.1. Vienna: IAEA. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1253_web.pdf
- IAEA (International Atomic Energy Agency). 2015. *The Fukushima Daiichi Accident. Technical Volume 2/5. Safety Assessment*. Vienna: IAEA. <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/AdditionalVolumes/P1710/Pub1710-TV2-Web.pdf>
- IAEA (International Atomic Energy Agency). 2020. *Culture for Safety*. [Viitattu 7.12.2020] https://www.iaea.org/sites/default/files/culture_for_safety_leaflet.pdf

- IAEA (International Atomic Energy Agency). 2020. International Nuclear and Radiological Event Scale. [Viitattu 7.12.2020]
<https://www.iaea.org/resources/databases/international-nuclear-and-radiological-event-scale>
- INSAG (International Nuclear Safety Advisory Group). 1986. Summary Report on the Post-accident review meeting on the Chernobyl Accident. The IAEA safety Series No. 75-INSAG-1. Vienna: IAEA.
<http://www.ilankelman.org/miscellany/chernobyl.pdf>
- INSAG (International Nuclear Safety Advisory Group). 1991. Safety Report. The IAEA Safety Series No. 75-INSAG-4. Vienna: IAEA. https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub882_web.pdf
- INSAG (International Nuclear Safety Advisory Group). 1992. Safety Report. INSAG-7 The Chernobyl Accident Updating of Insag-1. The IAEA Safety Series No. 75-INSAG-7. Vienna: IAEA. https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub913e_web.pdf
- Juuti, P. & Puusa, A. 2020. Laadullisen tutkimuksen luotettavuus. Teoksessa A. Puusa & P. Juuti (toim.) Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus, 173–176.
- Karjunen, T., Suksi, S. & Tossavainen, K. 2004. Kokemukset onnettomuuksista ja poikkeuksellisista tapahtumista ydinlaitoksilla. Teoksessa J. Sandberg (toim.) Ydinturvallisuus. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 207–268.
<https://www.stuk.fi/julkaisut/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja/ydinturvallisuus>
- Kastenbergh, W. E. 2015. Ethics, risk, and safety culture: reflections on Fukushima and beyond. Journal of Risk Research 18 (3), 304–316. DOI: [10.1080/13669877.2014.896399](https://doi.org/10.1080/13669877.2014.896399)
- Koutaniemi, P., Reponen, H., Salminen, P., Sandberg, J. & Varjoranta, T. 2004. Ydinenergialainsäädäntö ja -hallinto. Teoksessa J. Sandberg (toim.) Ydinturvallisuus. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 356–382.
<https://www.stuk.fi/julkaisut/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja/ydinturvallisuus>
- Krippendorff, K. 1989. Content Analysis. In E. Barnouw, G. Gerbner, W. Schramm, T. L. Worth, & L. Gross (Eds.), International encyclopedia of communication, Vol. 1. New York, NY: Oxford University Press, 403–407.
- Kyrki-Rajamäki, R. 2011. Fukushima ja ydinvoimalaonnettomuuden syitä ja seurauksia. Luentotalenne 16.3.2011, LUT University. <https://www.yoube.com/watch?v=9IZn4FH9jbc>
- Lakomäki, S., Latvala, P. & Laurén, K. 2011. Menetelmien jäljillä. Teoksessa S. Lakomäki, P. Latvala & K. Laurén (toim.) Tekstien rajoilla. Monitieteisiä näkökulmia kirjoitettuihin aineistoihin. Helsinki: Suomen Kirjallisuuden Seura, 7–27.
- Lehtinen, J. & Sandberg, J. 2004. Ydinvoiman taival Suomessa: Atomiinnostuksesta ydinrealismiin. Teoksessa J. Sandberg (toim.) Ydinturvallisuus. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 11–24. <https://www.stuk.fi/julkaisut/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja/ydinturvallisuus>

- Lehtonen, M. 1998. Merkitysten maailma. 2. painos. Tampere: Vastapaino.
- Lundell, M. A. & Marcham, C. L. 2018. Leadership's Effect on Safety Culture. *Professional Safety*, November, 36–43.
- Martínez-Córcoles, M., Gracia, F., Tomás, J. & Peiró, J. M. 2011. Leadership and employees' perceived safety behaviours in a nuclear power plant: A structural equation model. *Safety Science* 49, 1118–1129.
- Mukhopadhyay, S., Halligan, J. & Hastak, M. 2016. Assessment of major causes: nuclear power plant disasters since 1950. *International Journal of Disaster* 7 (5), 521–543. www.emeraldinsight.com/1759-5908.htm
- Mukhopadhyay, S., Hastak, M. & Halligan, J. 2014. Compare and Contrast Major Nuclear Power Plant Disasters: Lessons Learned from the Past. In R. R. Rapp & W. Harland (Eds.), *The Proceedings of the 10th International Conference of the International Institute for Infrastructure Resilience and Reconstruction (I3R2) 20–22 May 2014, West Lafayette, Indiana, Purdue University*, 163–169. DOI: 10.5703/1288284315360
- NEA (Nuclear Energy Agency). 2021. Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident. Ten Years on Progress, Lessons and Challenges. NEA Publication No 7558. Paris: OECD. https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_56742/fukushima-daiichi-nuclear-power-plant-accident-ten-years-on?details=true
- Palonen, K. 1998. Tekstistä politiikkaan. Johdatusta tulkintataitoon. Tampere: Vastapaino.
- Pickard, A. & Dixon, P. 2004. The applicability of constructivist user studies: how can constructivist inquiry inform service providers and systems designers? *Information research* 9 (3). [Viitattu 28.12.2020] <http://informationr.net/ir/9-3/paper175.html>
- Piekkari, R. & Welch, C. 2020. Oodi yksittäistapaustutkimukselle ja vertailun moninaiset mahdollisuudet. Teoksessa A. Puusa & P. Juuti (toim.) *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät*. Helsinki: Gaudeamus, 207–215.
- Polkinghorne, D. E. 2005. Language and meaning: Data collection in qualitative research. *Journal of Counseling Psychology*, 52 (2), 137–145.
- Puusa, A. & Juuti, P. 2020. Laadullisen tutkimuksen olemus. Teoksessa A. Puusa & P. Juuti (toim.) *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät*. Helsinki: Gaudeamus, 75–85.
- Reason, J. 1998. Achieving a safe culture: Theory and practice. *Work & Stress* 12 (3), 293–306. <https://doi.org/10.1080/02678379808256868>
- Reeves-Ellington, R. H., & Yammarino, F. J. 2010. *What Is Culture? Generating and Applying Cultural Knowledge*. New York: Edwin Mellen Press.
- Reiman, T. 1999. *Organisaatiokulttuuri ja turvallisuus*. Kirjallisuuskatsaus. VTT-Tiedotteita. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus.
- Reiman, T., Pietikäinen, E. & Oedewald P. 2008. *Turvallisuuskulttuuri. Teoria ja arviointi*. VTT Publications 700. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

- Reiman, T. & Rollenhagen, C. 2014. Does the concept of safety culture help or hinder systems thinking in safety? *Accident Analysis and Prevention* 68, 5–15.
- Rogovin, M. & Frampton, G. T. jr. 1980. Three Mile Island. A report to the commissioners and to the public. Volume I. Nuclear Regulatory Commission, Special inquire group. Washington, D. C.
- Ronkainen, S., Pehkonen, L., Lindblom-Ylänne, S. & Paavilainen, E. 2014. Tutkimuksen voimasanat. 1.–3. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Sallinen, P. 2019. Ydinvoiman uusi tuleminen. Pienreaktoreiden kehittäminen uudistaa ydinvoimateollisuutta. *Energia-uutiset* 8.3.2019. <https://www.energiauutiset.fi/etusivu/ydinvoiman-uusi-tuleminen.html>
- Schein, E. H. 1983. The role of the founder in creating organizational culture. *Organizational Dynamics* 12 (1), 13–28. [https://doi.org/10.1016/0090-2616\(83\)90023-2](https://doi.org/10.1016/0090-2616(83)90023-2)
- Schein, E. H. 1996. Three Cultures of Management: The Key to Organizational Learning. *Sloan Management Review* 38 (1), Fall 1996, 9–20.
- Schein, E. H. & Schein, P. 2017. *Organizational culture and leadership*. Fifth edition. Hoboken: Wiley.
- Schultz, M. 1994. On Studying Organizational Cultures: Diagnosis and Understanding. De Gruyter, Inc. ProQuest Ebook Central. [Viitattu 28.10.2020] <https://ebookcentral.proquest.com/lib/jyvaskyla-ebooks/detail.action?docID=3044452>
- Schöbel, M., Klostermann, A., Lassalle, R., Beck, J. & Manzey, D. 2017. Digging deeper! Insights from a multimethod assessment of safety culture in nuclear power plants based on Schein's culture model. *Safety Science* 95, 38–49.
- Strauch, B. 2015. Can we examine safety culture in accident investigations, or should we? *Safety Science* 77, 102–111.
- STUK (Säteilyturvakeskus). 2015. Ydinvoimalaitokset. [Viitattu 5.1.2021] <https://www.stuk.fi/aiheet/ydinvoimalaitokset>
- STUK (Säteilyturvakeskus). 2019. Ydinlaitos- ja säteilytapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko INES. [Viitattu 5.12.2020] <https://www.stuk.fi/aiheet/sateilyvaara/ydinlaitos-ja-sateilytapahtumien-kansainvalinen-vakavuusasteikko-ines>
- STUK (Säteilyturvakeskus). 2020. Ajankohtaista. [Viitattu 11.12.2020] <https://www.stuk.fi/ajankohtaista>
- The President's Commission. 1979. The Accident at Three Mile Island. The Need for Change: The Legacy of TMI. A Report. Washington, D. C. <http://large.stanford.edu/courses/2012/ph241/tran1/docs/188.pdf>
- Toor, S.R. & Ofori, G. 2008. Leadership versus management: How they are different and why. *Leadership and Management in Engineering* 8(2), 61–71. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1532-6748\(2008\)8:2\(61\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1532-6748(2008)8:2(61))
- Turunen, J. 2020. Ydinvoimalaitosten turvajärjestelyjä koskevat lakimuutokset voimaan ennen joulua. *Helsingin Sanomat* 10.12.2020. <https://www.hs.fi/politiikka/art-2000007674654.html>

- TENK (Tutkimuseettinen neuvottelukunta). 2020. Ohjeet ja aineistot. [Viitattu 15.10.2020] [https:// www.tenk.fi/ohjeet-ja-aineistot](https://www.tenk.fi/ohjeet-ja-aineistot)
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 4/2017. Helsinki.
- Warren, J. H. Jr. 2015. Safety Culture Monitoring: A Management Approach for Assessing Nuclear Safety Culture Health Performance Utilizing Multiple-Criteria Decision Analysis. Engineering Management & Systems Engineering Theses & Dissertations. 17. http://digitalcommons.odu.edu/emse_etds/17
- White, M. D. & Marsh, E. E. 2006. Conte_etds/17nt Analysis: A Flexible Methodology. LIBRARY TRENDS, 55 (1), Summer, 22-45.
- Wilpert, B. 2005. The relevance of safety culture for nuclear power operations. In B. Wilpert and N. Itoigawa (Eds.), Safety culture in nuclear power operations. London: Taylor & Francis, 4-18.
- World Nuclear News. 2017. Worldwide nuclear capacity continues to grow in 2016. Nuclear Policies 3.1.2017. <https://www.world-nuclear-news.org/NP-Worldwide-nuclear-capacity-continues-to-grow-in-2016-0301175.html>
- Yleisradio. 2020. Olkiluodon voimalassa harvinainen häiriötilanne. [Viitattu 10.12.2020] <https://yle.fi/uutiset/3-11690281>

LIITE

Turvallisuuskulttuurin tunnusmerkit (IAEA 2002, 10–13)

Artefaktit (osittain myös julkilausutut arvot)

Ylimmän johdon sitoutuminen turvallisuuteen
 Näkyvä johtajuus
 Systemaattinen lähestymistapa turvallisuuteen
 Itsearviointi
 Turvallisuuden tärkeys strategiassa
 Turvallisuuden ja tuottavuuden konfliktit
 Suhteet valvojiin ja sidosryhmiin
 Ennakoiva, pitkän aikavälin näkökulma
 Muutoksen johtaminen
 Dokumentoinnin ja toimintatapojen laatu
 Sisäinen valvonta
 Osaavan henkilöstön riittävyys
 Työntekijöiden kysyvä asenne
 Ymmärrys ihmisestä, teknologiasta ja organisaatiosta
 Turvallisuustehtävien roolijako
 Motivaatio ja työtyytyväisyys
 Osallistaminen
 Työolosuhteet suhteutettu aikapaineisiin ja työn kuormitukseen
 Turvallisuustoiminnan arviointi
 Resurssien jakaminen
 Yhteistoiminta ja tiimityö
 Konfliktien hoitaminen
 Johdon ja työntekijöiden välinen suhde
 Työprosessien ymmärtäminen
 Kunnossapito ja toimitilojen huolto

Julkilausutut arvot ja uskomukset

Turvallisuuden tärkeys
 Turvallisuuden parantaminen
 Avoimuus ja vuorovaikutus
 Virheistä oppiminen

Perusoletukset

Aikaan keskittyminen
 Virheisiin suhtautuminen
 Suhtautuminen turvallisuuteen
 Järjestelmä-ajattelu
 Johtajien rooli
 Ihmiskäsitys