



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jesse Lavonen

Mock-up-huoneen ja -harjoitteiden suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

17.5.2019

Tekijä Otsikko	Jesse Lavonen Mock-up-huoneen ja -harjoitteiden suunnittelu
Sivumäärä Aika	53 sivua + 1 liite 17.5.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine	
Ohjaajat	Ryhmäpäällikkö Taija Solja Lehtori Tomi Hämäläinen
<p>Tämän insinööriyön aiheena oli suunnitella sekä rakennuttaa Loviisan voimalaitokselle mock-up-huone eli käytännön harjoitteiden huone. Huoneen suunnittelun lisäksi suunniteltiin siellä suoritettavat harjoitteet.</p> <p>Mock-up-huoneen ja sen harjoitteiden oli määrä valmistua voimalaitoksen kevään 2019 henkilöstön kertauskoulutuspäiville, joiden yhtenä osana nämä tulivat ensimmäistä kertaa käyttöön. Huoneeseen sekä harjoitteisiin pyrittiin sisällyttämään kaikki perusosaaminen turvallisen työympäristön ja oikeaoppisten työkäytäntöjen kannalta. Harjoitteissa painotettiin myös voimalaitoksen vuoden 2019 teemoja.</p> <p>Sekä huoneen että harjoitteiden suunnittelussa tutkittiin taustatiedoksi Loviisan voimalaitoksen lähivuosien käyttöpahtumaraportteja. Lisäksi haastateltiin eri työryhmien asiantuntijoita heidän havaitsemistaan puutteista työympäristössä tai henkilöstön toiminnassa. Myös vuosihuollossa 2018 tehtyjä havaintoja hyödynnettiin harjoitteiden suunnittelussa. Huoneen suunnittelua varten hankittiin Olkiluodon ja Ringhalsin ydinvoimalaitoksilta kuvamateriaalia, josta tutkittiin näiden omien mock-up-huoneiden varustusta ja sisustusta. Kuvamateriaalien lisäksi tehtiin voimalaitosvierailu OKG:n Oskarshamnin voimalaitokseen, missä tutustuttiin voimalaitoksen koulutustiloihin.</p> <p>Työn tekemisen avuksi nimettiin tukiryhmä voimalaitoksen eri työryhmien asiantuntijoista. Työryhmän avustuksella suunniteltiin ensin tulevan mock-up-huoneen sisustus. Sisustus-suunnitelman valmistuttua ja huoneen rakennuttamisen alettua ryhdyttiin suunnittelemaan koulutuksia. Ajankäytön maksimoimiseksi koulutuksissa päädyttiin menetelmään, jossa pidetään kolmea harjoiterastia samanaikaisesti.</p> <p>Mock-up-huone harjoituksineen valmistui ajallaan muutamia yksityiskohtia lukuun ottamatta. Huoneen ensimmäisten harjoitustilaisuuksien palaute on ollut valtaosin positiivista. Mock-up-huoneen käyttöä tullaan jatkamaan ja huonetta kehitetään tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat	mock-up, Loviisan voimalaitos, koulutus

Author Title	Jesse Lavonen Designing of Mock-up Facility and Its Exercises
Number of Pages Date	53 pages + 1 appendix 17 May 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Energy and Environmental Engineering
Professional Major	
Instructors	Taija Solja, Group Manager Tomi Hämäläinen, Senior Lecturer
<p>The objective of this thesis was to design and construct a mock-up facility for Loviisa power plant. In addition, the exercises to be performed in this room were also designed.</p> <p>The deadline for the mock-up room and its exercises was set to the beginning of the power plant staff refresh training days in March. Both the facility and the exercises were first introduced during those training days. The goal was to include all the necessary information about safe working environment and correct working methods. They also reflected the main themes of Loviisa power plant in 2019.</p> <p>The design work was started by studying the operating experience reports from the last few years. Also the employees from the different organizational groups were interviewed in order to determine deficiencies in working methods or in the working environment. Observations from the outage in 2018 were utilized as well. Pictures of corresponding mock-up facilities in Olkiluoto and Ringhals nuclear power plants were used as support while designing the interiors of the facility. In addition, a visit to Oskarshamn nuclear power plant was organized in order to learn from their facilities.</p> <p>A support group was designated to help reviewing the design of the mock-up facility and the exercises. The group consisted of professionals from different work groups. After the plans for the mock-up room were approved and its construction started, the design work of the exercises began. To optimize time management, it was decided that three separate exercises were created, each held simultaneously for one group of trainees at the time.</p> <p>The mock-up room and its exercises were finished on time excluding some details in the interior of the room. Feedback from the first training events has been mainly positive. Utilization of the mock-up room will be continued, and it will be updated in the future.</p>	
Keywords	mock-up, Loviisa Power Plant, training

Alkusanat

Haluan kiittää koko Loviisan voimalaitoksen henkilöstöä siitä ajasta, jota olen saanut työtehtävissäni viettää. Olen tuntenut itseni tervetulleeksi voimalaitokselle alusta lähtien ja työtoverini ovat olleet valmiita auttamaan minua ydinvoima-alan noviisia aina tarvittaessa. Suurin kiitos kuuluu koulutus- ja käyttökokemustoimintaryhmälle, insinööriyöni ohjaajille sekä kaikille niille henkilöille, jotka ovat olleet insinööriyöni tukena. Tämän työn suorittaminen ei olisi ollut mahdollista ilman heidän ohjaustaan ja asiantuntemustaan. Heidän kanssaan työskentely on ollut erittäin opettavaista sekä nautinnollista. Kaikkien näiden kokemusten keskeltä tunnen löytäneeni kutsumukseni.

Tahdon myös osoittaa syvimät kiitokseni kaikille rakkaimmilleni ja läheisilleni, erityisesti vanhemmilleni, tyttöystävälleni ja perheelleni. He ovat olleet aina apunani elämän eri tilanteissa, niin ylä- kuin alamäissäkin. He ovat aina kannustaneet minua jatkamaan eteenpäin sekä tukeneet minua päätöksissäni. Ei ole olemassa niin suurta asiaa, ettenkö voisi kääntyä heidän puoleensa.

Kiitos myös kaikille opiskelu- ja luokkatovereilleni ikimuistoisista opiskelijavuosista. Tämä vaihe elämästäni oli ohitse ennen kuin ehdin sitä kunnolla käsittämäänkään. Opiskelijaelämä saattaa tulla päätökseen, mutta toivon sen aikana solmittujen ystävyyksien elävän vahvoina vielä vuosien päästäkin.

Loviisassa, 17.5.2019

Jesse Lavonen

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Fortum Oyj	2
3	Loviisan voimalaitos	4
3.1	Fissio ja pääkiertokaavio	5
3.2	Säteily ja kontaminaatio	7
3.3	Voimalaitoksen aluejaot	9
3.4	Voimalaitoksen organisaatio	11
3.5	Koulutustoiminta	13
3.6	Käyttökokemustoiminta ja käyttötapahtumaraportointi	14
4	Harjoitteiden aihealueet	16
4.1	Työturvallisuus	17
4.2	Paloturvallisuus	19
4.3	Kemikaaliturvallisuus	20
4.4	Säteilyturvallisuus	21
4.5	Irtokappaleet ja niiden hallinta	23
4.6	Inhimillisten tekijöiden hallinnan työkalut	24
4.7	Havaintoilmoitus, havaintoraportti ja palvelupyyntö	25
5	Huoneen suunnittelu ja toteutus	26
5.1	Pohjatiedon kerääminen	26
5.2	Tutustuminen muiden laitosten mock-up-tiloihin	27
5.3	Huoneen ja sisustuksen suunnittelu	29
5.4	Huoneen rakennuttaminen	33
6	Harjoitusten suunnittelu ja toteutus	39
6.1	Aloituspalaveri	40
6.2	Havainnointikierron	40
6.3	Aivoriihi	42
6.4	Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen	43

6.5	Lopetuspalaveri	44
6.6	Palaute ja erikoismaininnat	44
7	Yhteenveto	47
	Lähteet	49
	Liitteet	
	Liite 1. Havainnointikierros-harjoitteen epäkohtalistaus	

Lyhenteet ja käsitteet

AR	Augmented reality. Lisätty todellisuus.
CHP	Combined heat and power. Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto.
E-dosimetri	Elektroninen dosimetri. Henkilökohtaisen säteilyannoksen mittalaite.
EHS	Environment, health and safety. Työ-, ympäristö- ja kemikaaliturvallisuus.
FME	Foreign material exclusion. Irtokappaleiden hallinta.
FMEZ	Foreign material exclusion zone. Irtokappalepuhdas alue.
HuP	Human Performance. Inhimillisten tekijöiden hallinta.
IAEA	International atomic energy agency. Kansainvälinen atomienergiajärjestö.
LO1	Loviisa 1. Loviisan voimalaitoksen ensimmäinen laitosesikö.
LO2	Loviisa 2. Loviisan voimalaitoksen toinen laitosesikö.
PWR	Pressurized water reactor. Painevesireaktori.
SAT	Systematic approach to training. Koulutuksen järjestelmällinen suunnittelu.
STUK	Säteilyturvakeskus. Suomen säteily- ja ydinturvallisuuden viranomainen.
Sv	Sievert. Säteilyannoksen yksikö.
Sv/h	Sievertiä tunnissa. Ionisoivan säteilyn annosnopeuden yksikö.
Taito	Tarkkaile, ilmoita, toimi. Yksi Loviisan voimalaitoksen vuoden 2019 teemoista.
TL-dosimetri	Termoloidosedosimetri. Henkilökohtaisen säteilyannoksen mittalaite.

TLTA	Turvallisuusluokitellut tarveaineet. Loviisan voimalaitoksen luokittelujärjestelmä aineiden ja materiaalien soveltuvuudelle eri ympäristöihin.
Turva	Paloriskien minimointi. Yksi Loviisan voimalaitoksen vuoden 2019 teemoista.
Varma	Hyvien työkäytäntöjen varmistaminen. Yksi Loviisan voimalaitoksen vuoden 2019 teemoista.
VR	Virtual reality. Virtuaalitodellisuus.
VVER	Vodo-vodyanoi energetichesky reaktor. Vesi-vesi-energiareaktori.
YVL-ohje	Ydinturvallisuusohje. STUK:n asettamat turvallisuusvaatimukset.

1 Johdanto

Loviisan ydinvoimalaitoksella suhtaudutaan vakavasti henkilöstön kouluttamiseen. Turvallisten työolojen ja vakaan sähköntuotannon kannalta on tärkeää, että työntekijät osaat toimia voimalaitoksen sääntöjen ja ohjeistuksien mukaisesti. Loviisan voimalaitokselta puuttuu kuitenkin, valvomosimulaattoria lukuun ottamatta, käytännön harjoitteiden tilat, jotka ovat monella muulla ydinvoimalaitoksella suuressa roolissa koulutustoiminnassa. Tilanteeseen ollaan tekemässä muutosta rakennuttamalla käytännön harjoitteiden huone eli mock-up-huone, jossa suoritetaan harjoitteita simuloitussa voimalaitosympäristössä.

Tämän insinööriyön tavoitteena on suunnitella mock-up-huoneen sisustus sekä siellä suoritettavat koulutukset eli mock-up-harjoitteet. Näiden pohjana hyödynnetään voimalaitoksen käyttöhistorian aikana laadittuja käyttötapahtumaraportteja. Käyttötapahtumien tutkinnassa painotutaan havaitsemaan inhimillisistä tekijöistä johtuneita tapahtumia ja etsimään yhteisiä teemoja näiden väliltä. Lisäksi harjoitteissa hyödynnetään työryhmien asiantuntijoiden havaitsemia puutteita ja virheellisiä työkäytäntöjä sekä vuosihuollossa 2018 tehtyjä havaintoja. Mock-up-huoneen ja -harjoitteiden on määrä valmistua Loviisan voimalaitoksen kevään 2019 kertauskoulutuspäiville, joiden yhtenä osuutena nämä tulevat olemaan.

Mock-up-huoneesta suunnitellaan koulutustila, jossa henkilöstö pystyy harjoittelemaan turvallisissa ja valvotuissa olosuhteissa oikeaoppisia voimalaitostyöskentelyn tapoja. Koulutustilojen sijainti tulee olemaan erillään laitosalueesta sekä voimalaitoksen prosesseista, joten harjoitteet pystytään toteuttamaan riskittömästi. Lisäksi mock-up-huoneessa suoritettavat harjoitteet tehdään kouluttajien seurannassa, jolloin mahdollisiin virheisiin tai vääriin menettelyihin pystytään puuttumaan välittömästi. Näillä tavoin pyritään minimoimaan laitosalueella sattuvat työvirheet ja epäonnistumiset, jotka voivat pahimmillaan johtaa henkilövahinkoihin sekä prosessin osien vaurioitumisiin ja tuotannonmenetyksiin.

Mock-up-huoneen on aluksi tarkoitus toimia voimalaitoksen oman henkilöstön koulutus-käytössä, mutta tätä voidaan tulevaisuudessa mahdollisesti käyttää voimalaitokselle saapuvien urakoitsijoiden koulutukseen.

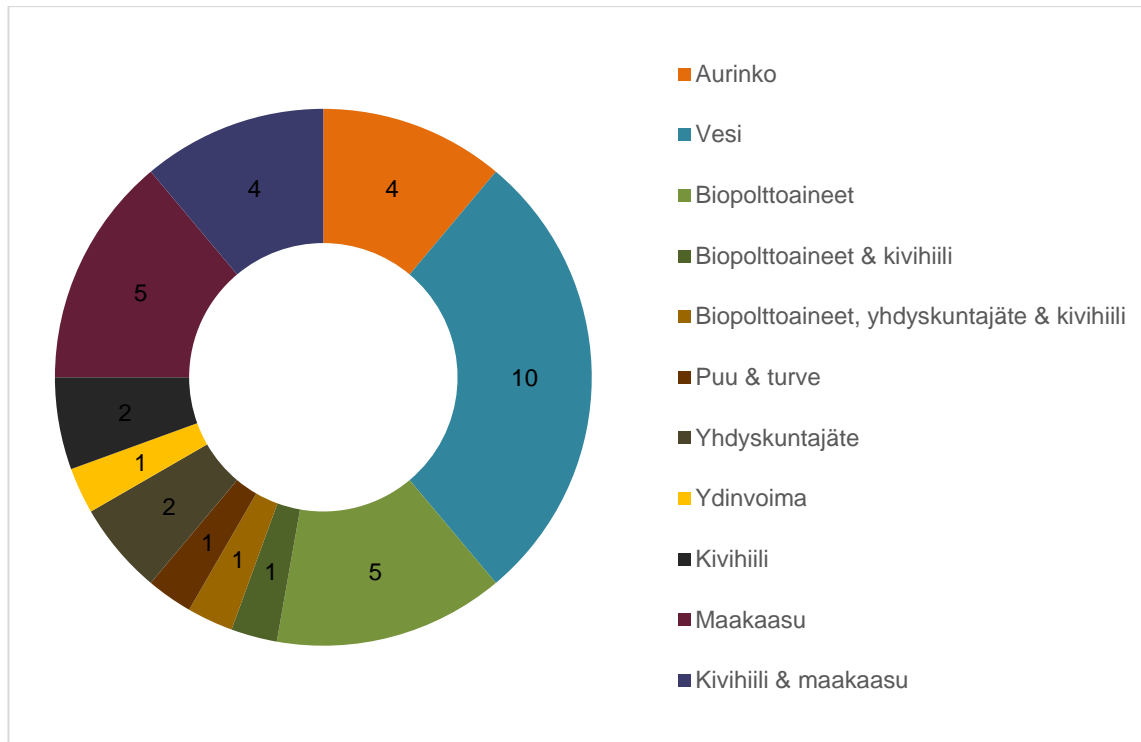
Tämä insinööryö rajataan mock-up-huoneen ja -harjoitteiden perustan suunnitteluun. Mock-up-harjoitteiden ensimmäinen vaihe sisältää ydinvoimalaitostyöskentelyn perustaitojen harjoituspaketin. Mock-up-harjoitteissa käsitellään työ-, säteily-, palo- ja kemikaaliturvallisuutta, irtokappaleiden hallintaa (FME) sekä inhimillisten tekijöiden hallintaa (HuP). Harjoituksilla samalla kannustetaan henkilöstöä havainnoimaan voimalaitosympäristöä sekä puuttumaan poikkeaviin tilanteisiin.

Kehitystyön tilaaja on Loviisan voimalaitos. Loviisan voimalaitos kuuluu Fortum Power and Heat Oy:n omistukseen, joka on osa Fortum-konsernia.

2 Fortum Oyj

Fortum Oyj on energiayhtiö, jonka suurimpana osakkaana toimii Suomen valtio [Suurimmat osakkeenomistajat 2018]. Fortumin tuotteisiin ja palveluihin kuuluvat sähkön, kaukolämmön ja -jäähdytyksen tuotanto, kierrätys- ja jätetalvelut, sähköautojen latauspalvelut sekä energiatehokkuuden palvelut yrityksille ja yksityisille asiakkaille. Suomen lisäksi päämarkkina-alueita ovat Skandinavia, Baltian maat, Tanska, Venäjä, Puola ja Intia. [Fortum maailmalla 2018.] Vuonna 2017 Fortumin liikevaihto oli 4 520 miljoonaa € ja liikevoitto 1 158 miljoonaa € [Tämä on Fortum 2018].

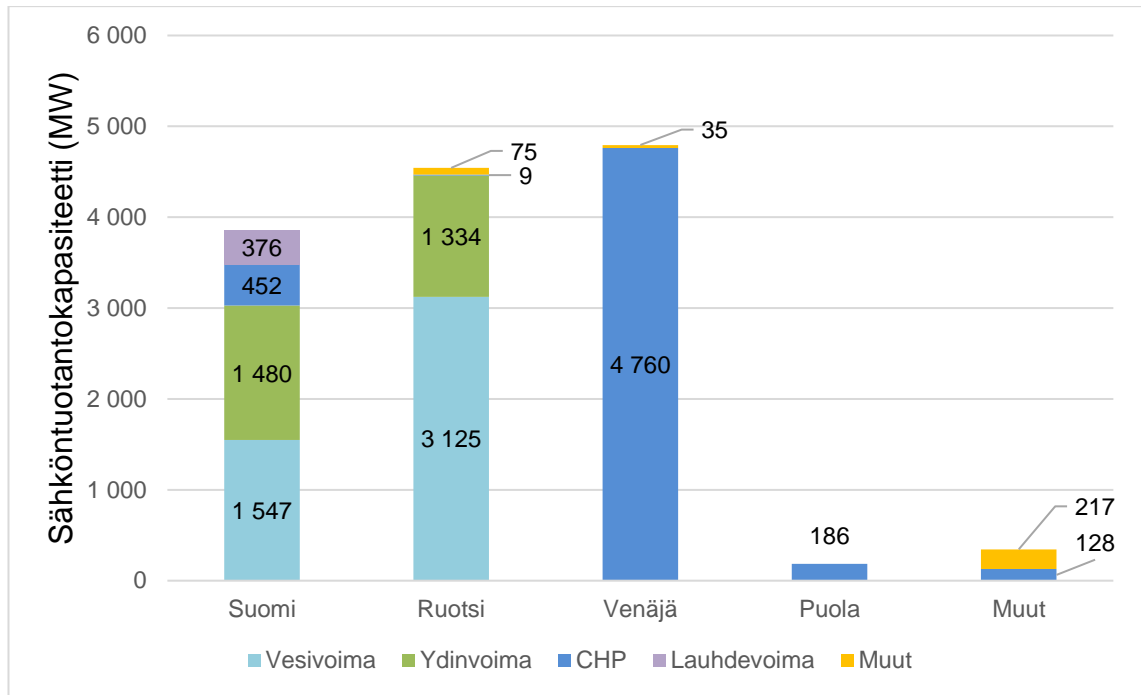
Fortumin konsernilla on omistuksessaan 36 sähköntuotantolaitosta [Voimalaitoksemme 2018]. Kuvassa 1 nämä voimalaitokset on jaoteltu niiden ensisijaisten energianlähteiden mukaan. Kuvan diagrammissa ei ole otettu huomioon Fortumin osaomisteisia voimalaitoksia.



Kuva 1. Fortum-konsernin voimalaitokset energianlähteittäin [Voimalaitoksemme 2018].

Diagrammista huomataan, että suuri osa tuotantolaitoksista hyödyntää uusiutuvaa energiaa tai biopohjaisia polttoaineita joko osittain tai kokonaan. Fortum on yllä mainittujen energianlähteiden lisäksi investoimassa tuulivoimaan. Vuonna 2017 konsernin omistuksessa oli 29 tuuliturbiinia yhteenlasketulta tuotantokapasiteetiltaan 70 MW. Yhtiön yksi tavoitteista on hiilidioksidipäästöjen minimoiminen. EU:n alueella tuotetusta sähköstä 96 % on hiilidioksidipäästötöntä. [Tuulivoima 2018; Tämä on Fortum 2018.] Maailmanlaajuisesti hiilidioksidivapaan sähkön tuotanto vuonna 2017 oli 61 % [Vuosikatsaus 2017].

Lukuun ottamatta Meri-Porin lauhdevoimalaitosta, yhtiön kaikki bio- ja fossiilisia polttoaineita käyttävät voimalaitokset ovat sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksia (CHP) [Voimalaitoksemme 2018]. Kuvan 2 diagrammissa vertaillaan CHP:n sekä muiden tuotantomuotojen osuuksia sähköntuotannon kokonaiskapasiteeteista eri maissa. Diagrammissa on otettu huomioon Fortumin osaomistukset muista yhtiöistä sekä muiden omistajien osuudet Fortumin omistamista laitoksista. Esimerkiksi Suomen ydinvoimakapasiteettiin on lisätty Fortumin osuus TVO:n Olkiluodon ydinvoimalasta. Fortum Oyj:n tytäryhtiö, Fortum Power and Heat Oy, omistaa TVO-konsernista 25,8 % [TVO-konserni].



Kuva 2. Fortum-konsernin sähköntuotantokapasiteetit maittain ja tuotantomuodoittain 31.12.2017 [Energiantuotantomme 2018].

Suomessa Fortumin omistuksessa on Loviisan ydinvoimalaitoksen lisäksi CHP-laitokset Naantalissa, Suomenojalla, Riihimäellä, Joensuussa ja Järvenpäässä sekä vesivoimalaitokset Vuoksen ja Oulujoen vesistöillä. Suomessa sijaitsee myös aikaisemmin mainittu Meri-Porin lauhdevoimalaitos. [Voimalaitoksemme 2018.] Lisäksi Ämmässuolle on suunnitteilla biopolttoainetta hyödyntävä lämpövoimalaitos, jonka arvioitu käyttöönotto on vuonna 2022 [Lämmön tuotanto 2018]. Suomessa Fortum työllistää yli 2 000 henkilöä ja sillä on 600 000 sähkönmyyntiasiakasta [Fortum Suomessa 2018].

3 Loviisan voimalaitos

Loviisan ydinvoimalaitos (kuva 3) on Fortum Power and Heat Oy:n omistama. Se sijaitsee Hästholmenin saarella 12 km Loviisasta kaakkoon. [Pirinen 2010: 3; Suomen ydinvoimalaitokset 2018; Voimalaitoksemme 2018.]



Kuva 3. Loviisan ydinvoimalaitos kuvattuna koillisesta [Loviisan ydinvoimalaitos 2018].

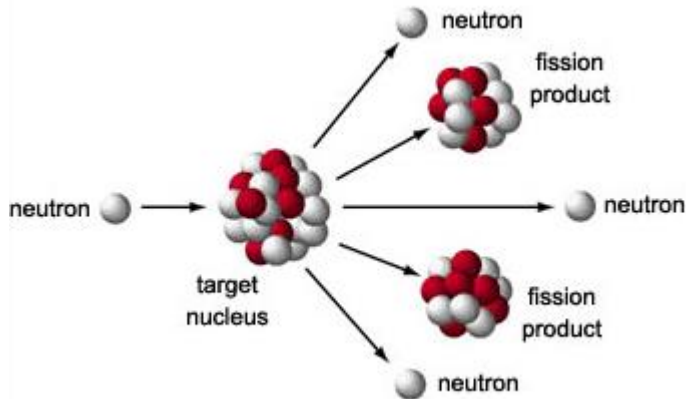
Voimalaitokseen kuuluu kaksi laitousyksikköä: helmikuussa 1977 käynnistetty Loviisa 1 (LO1) sekä marraskuussa 1980 toimintansa aloittanut Loviisa 2 (LO2) [Suomen ydinvoimalaitokset 2018; YJH-2015: 25]. Molempien laitousyksiköiden reaktorit ovat neuvostoliittolaisvalmisteisia vesi-vesi-energiareaktoreita (VVER), jotka kuuluvat tyypiltään painevesireaktoreihin (PWR) [Loviisan voimalaitos 2018; VVER tänään: 6; Ydinvoimalaitostyytit 2015]. Kummankin yksikön sähköteho on 507 MW. Loviisan voimalaitoksen sähköntuotanto vuonna 2017 oli 8,16 TWh, mikä vastaa yli kymmenesosaa koko Suomen sähköntuotannosta. LO1:n nykyinen käyttöluva umpeutuu vuonna 2027, LO2:n käyttöluva on voimassa vuoteen 2030 saakka. [Loviisan voimalaitos 2018.]

3.1 Fissio ja pääkiertokaavio

Ydinvoimalaitoksen suurin ero perinteisistä höyryvoimalaitoksista on sen lämmöntuotantotavassa; polttoaineen palamisen sijasta lämpöenergia tuotetaan fissioreaktiolla [Ydinvoimalaitostekniikan perusteita].

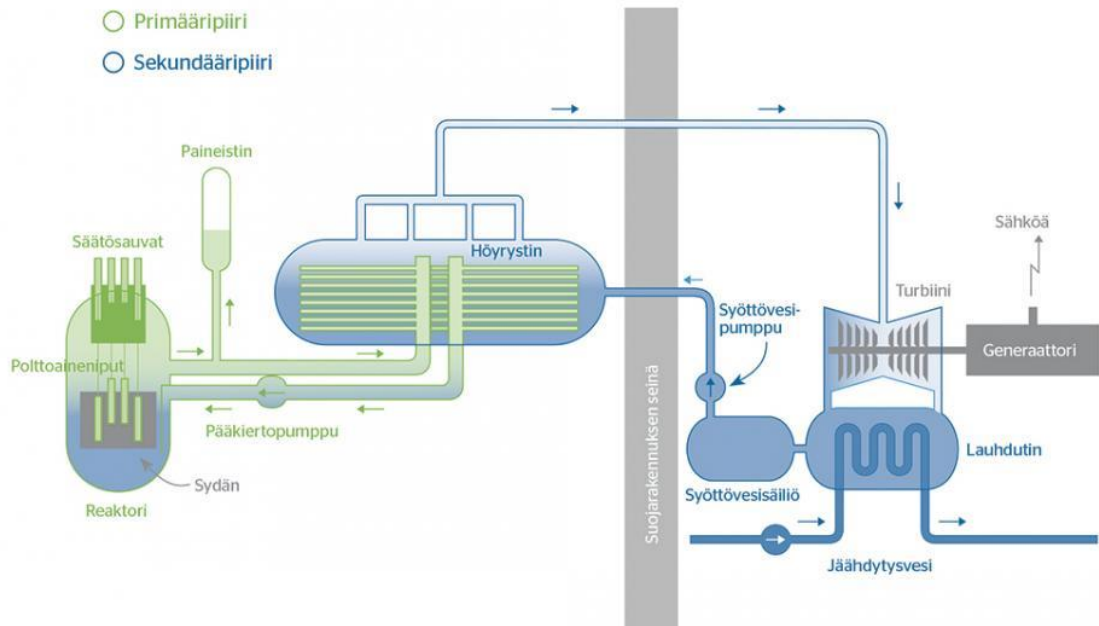
Ydinvoimalaitoksessa polttoaineena käytettävä uraani altistetaan neutronisäteilylle. Neutronin osuessa uraaniatomiin sen ydin hajoaa kahdeksi kevyemmäksi ytimeksi. Hajoamisen seurauksesta vapautuu lämpöä. Uraaniytimen haljetessa vapautuu samalla 2–3 uutta neutronia, jotka osuessaan toisiin uraaniatomeihin saavat aikaan ketjureaktion eli fissioreaktion. Polttoaineessa tapahtuvassa fissioreaktiossa keskimäärin yksi uusi

uraaniatomin ydin halkeaa yhtä haljennutta ydintä kohden. Tämä takaa vakaan lämmön-
tuotannon. [Näin ydinvoimalaitos toimii; Ydinvoimalaitostekniikan perusteita.] Kuvassa 4
havainnollistetaan fissioreaktion etenemistä.



Kuva 4. Fissioreaktion havainnointikuva [Nuclear Fission: Basics 2015].

Loviisan molempien laitossyöksiköiden vesikierto on jaettu kuvan 5 mukaisesti kahteen erilliseen piiriin: primääri- ja sekundääripiiriin. Primääripiirin vesi kulkee reaktorin lävitse, missä se lämmitetään yli 300 °C:n lämpötilaan. Piirissä vallitsevan 12,3 MPa:n paineen ansiosta vesi kuitenkin pysyy nestemäisessä olomuodossaan. Lämmitetty vesi siirretään lämmönvaihtimiin eli höyrystimiin, missä reaktorin tuottama lämpö siirtyy sekundääripiiriin. Primääripiirin vesi palaa höyrystimestä takaisin reaktoriin. Sekundääripiirin vesi lämpenee höyrystimessä 260 °C:n lämpötilaan. Vesi höyrystyy sekundääripiirin alhaisemman, 4,6 MPa:n paineen johdosta. Höyrystynyt vesi siirretään turbiiniin, jolloin turbiinin roottori alkaa pyörimään. Turbiinin jälkeen jäähtynyt höyry kulkee lauhduttimiin, missä jäähdytykseen käytetään merivettä. Jäljelle jäänyt lämpöenergia siirtyy höyrystä meriveiteen, minkä johdosta sekundääripiirin vesi kondensoituu. Kondensoitunut vesi siirretään syöttövesisäiliön kautta takaisin höyrystimeen. [Näin ydinvoimalaitos toimii; Pirinen 2010: 4]



Kuva 5. PWR-tyyppisen ydinvoimalaitoksen yksinkertaistettu pääkiertokaavio [Näin ydinvoimalaitos toimii].

Loviisan voimalaitoksen primääripiiriin kuuluu reaktoripaineastian lisäksi kuusi kiertopiiriä. Kukin kiertopiiri sisältää primääripiirin putkiston, meno- ja paluulinjojen pääsulkuventtiilit, pääkiertopumpun sekä höyrystimen. Lisäksi primääripiiriin kuuluu paineentasausjärjestelmä, joka on yhdistetty kahteen kiertopiiriin. [Pirinen 2010: 4.]

Sekundääripiiri koostuu kahdesta turbogeneraattorijärjestelmästä. Yksi turbogeneraattorijärjestelmä sisältää turbiinin yhdellä korkeapaineosalla ja kahdella matalapaineosalla, generaattorin, viisi matalapaine-esilämmitintä, kolme korkeapaine-esilämmitintä, kaksi vedenerotusvälitulistinta, kaksi lauhdutinta, kaksi pääsyöttövesipumppua sekä syöttövesisäiliön. [Pirinen 2010: 15.]

3.2 Säteily ja kontaminaatio

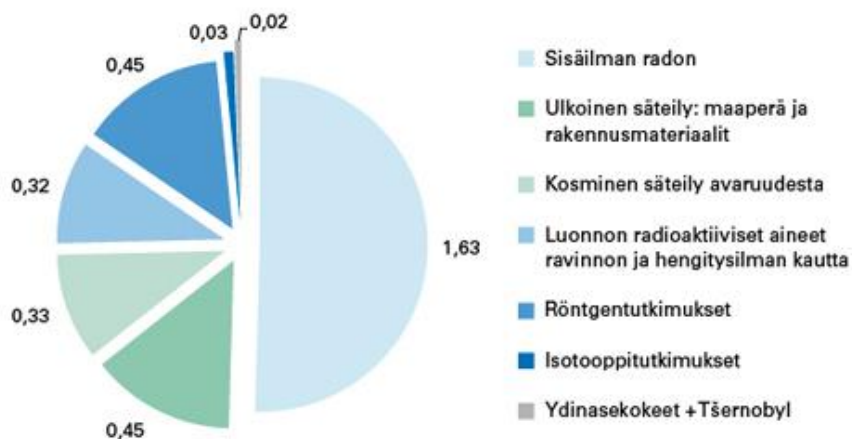
Yksi ydinvoimalaitoksille ominaisista asioista on fissioreaktion tuottama ionisoiva säteily sekä radioaktiivinen kontaminaatio [Hyvä tietää säteilystä 2007: 15]. Ionisoivaa säteilyä muodostuu uraaniatomin ytimen halkeamisen sivutuotteena [Ydinvoimalaitostekniikan perusteita].

Ionisoiva säteily voi olla joko hiukkassäteilyä tai sähkömagneettista säteilyä. Hiukkassäteilystä on puolestaan olemassa kolmea eri tyyppiä: alfa- beeta- sekä neutronisäteilyä. [Hyvä tietää säteilystä 2007: 5.]

Hiukkassäteilytyypit eroavat toisistaan sen mukaan, millainen hajoavasta ytimestä vapautuva hiukkanen on. Alfahajoamisessa atomin ytimestä vapautuu hiukkanen, joka on identtinen heliumatomin ytimen kanssa. Beetasäteilyssä hajoavasta ytimestä vapautuu elektroni tai vaihtoehtoisesti positroni, joka on elektronia vastaava, positiivisesti varautunut hiukkanen. Neutronisäteilyssä puolestaan säteilijänä toimii atomin sähkövarauksettomat hiukkaset. [Hyvä tietää säteilystä 2007: 5; Ionisoiva säteily 2015.]

Epävakaan atomin hajotessa vapautuu myös gammasäteilyä, joka on sähkömagneettista aaltoliikettä. Gammasäteilyltä on muita säteilymuotoja vaikeampaa suojautua sen läpätunkeutuvuuden vuoksi. [Ionisoiva säteily 2015.]

Eliöstölle haitallisen säteilyn määrän mittayksikkönä käytetään sievertiä (Sv). Voidaan myös puhua ionisoivan säteilyn annosnopeudesta, jolloin käytetään yksikköä sievertiä tunnissa (Sv/h). Normaaleissa olosuhteissa näitä suureita ilmaistaan mikrosieverteillä (μSv) tai millisieverteillä (mSv). [Ionisoiva säteily 2015.] Suomalaisen vuosittain saama keskimääräinen säteilyannos on noin 3,2 mSv, josta liki 85 % koostuu luonnollisista säteilylähteistä (kuva 6). [Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos 2015].



Kuva 6. Suomalaisen vuodessa saama keskimääräinen säteilyannos ja sen jakautuminen säteilylähteittäin [Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos 2015].

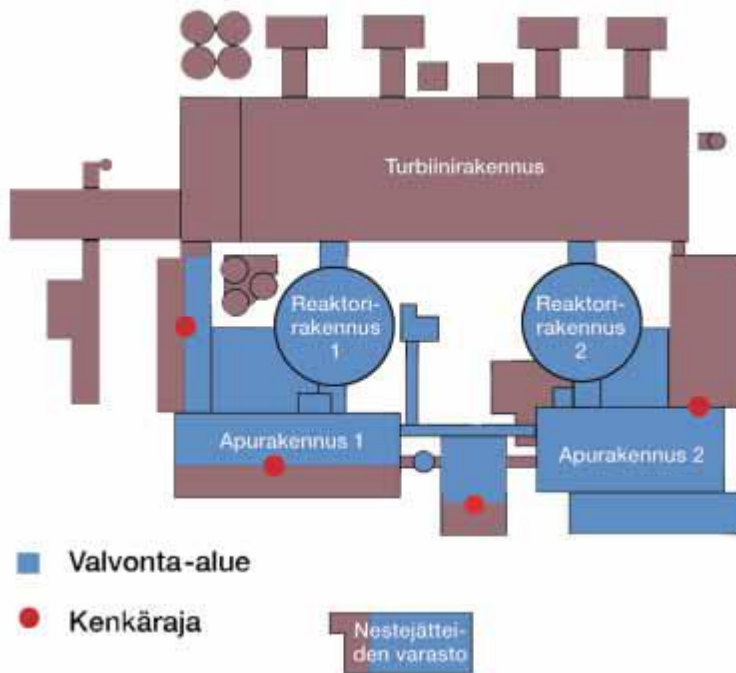
Puhuttaessa kontaminaatiosta ydinvoimalaympäristössä sillä tarkoitetaan radioaktiivista likaa [Hyvä tietää säteilystä 2007: 15]. Kontaminaatiota syntyy, kun primääripiirin putkiston sisäpinnalta irtoaa materiaalia, joka aktivoituu kulkeutuessaan reaktoriin primääripiirin veden mukana. Kontaminaatiota tai ionisoivaa säteilyä ei pystytä havaitsemaan aistein. Kontaminaatiosta vapautuu gammasäteilyn lisäksi myös alfa- ja beetasäteilyä. [Kontio 2019: 7, 12.]

Normaalisti kontaminaatio pysyy primääripiirin putkiston ja järjestelmien sisällä, mutta esimerkiksi huoltotöiden ajaksi avattavista primääripiirin prosesseista voi vapautua kontaminaatiota näiden ulkopuolelle. Kontaminaatiota voi esiintyä erinäisillä pinnoilla sekä ilmassa tai jossain muussa tilavuudessa. [Kontio 2019: 6.]

Avattaessa mahdollisesti kontaminoituneita prosesseja tai komponentteja rajataan ja suojataan kyseessä oleva alue kontaminaation leviämisen estämiseksi. Tätä rajausta kutsutaan lisäkenkäräjäksi. Lisäkenkäräjoilla ilmoitetaan myös työntekijöiden lisäsuojavarusteiden tarve. [Kontio 2019: 40.] Lisäkenkäräjoihin ja näillä toimimiseen palataan tarkemmin luvussa 4.4.

3.3 Voimalaitoksen aluejaot

Voimalaitoksen prosessitilat jaetaan valvonta- ja tarkkailualueisiin sekä valvomattomaan alueeseen. Kuvassa 7 havainnollistetaan Loviisan voimalaitoksen valvonta-alueita, valvomattomia alueita sekä näiden välisiä kulkureittejä eli kenkäräjoja. Valvonta- ja tarkkailualueiden määritelmät tulevat suoraan säteilylaista. [Hietämäki 2017: 4–5; Väkevä 2019: 10; ST 1.6 2009.]



Kuva 7. Loviisan voimalaitoksen valvonta-alueet, valvomattomat alueet sekä kenkäräjat [Hyvä tietää säteilystä 2007: 15].

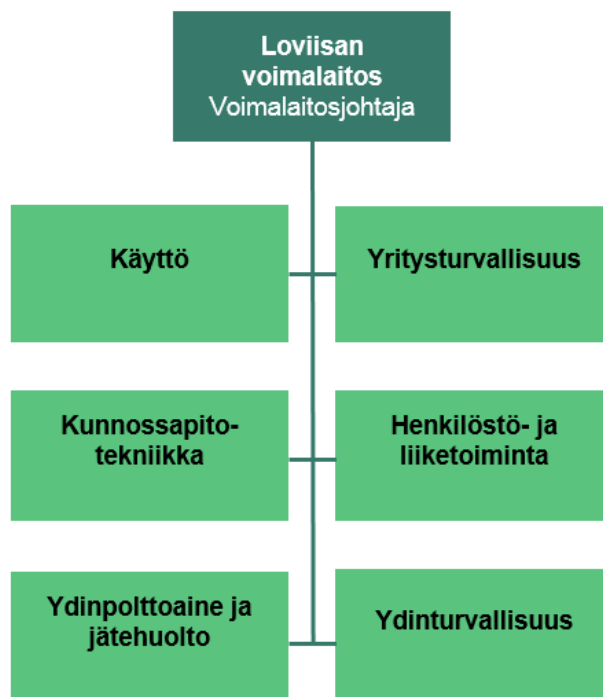
Valvonta-alueita ovat sellaiset alueet, joissa vuotuinen efektiivinen säteilyannos voi ylittää 6 mSv. Vaihtoehtoisesti vuotuinen ekvivalenttiansos voi ylittää ihossa ja raajoissa 150 mSv tai silmän mykiössä 45 mSv. Määritellyt annosrajat voivat ylittyä joko säännöllisellä tai satunnaisella oleskelulla näillä alueilla. [ST 1.6 2009.] Valvonta-alueen tarkoituksena on eristää muusta laitosalueesta kaikki ne järjestelmät, jotka sisältävät radioaktiivisia aineita [Hyvä tietää säteilystä 2007: 15]. Loviisan voimalaitoksella valvonta-alueeseen kuuluvat molempien laitossyksiköiden suojarakennukset apurakennuksineen, osa urakoitsijoiden sosiaalityloista sekä nestemäisten jätteiden varasto ja kiinteytyslaitos [Väkevä 2019: 10].

Alue määritellään tarkkailualueeksi, kun siellä saatava efektiivinen säteilyannos on yli 1 mSv vuodessa. Tarkkailualueella ekvivalenttiansos saattaa ylittää ihossa ja raajoissa 50 mSv tai silmän mykiössä 15 mSv vuodessa. [ST 1.6 2009.] Valvomattoman alueen ja valvonta-alueen väliseen kulkemiseen tarkoitettuja kenkäräjäjä luokitellaan tarkkailualueiksi. Lisäksi osa radioaktiivisen materiaalin varastointiin tarkoitetuista tiloista ovat tarkkailualueita. [Hietämäki 2017: 4–5.]

Valvomattomia alueita ovat kaikki ne alueet, joissa saatava säteilyannos ei poikkea luonnollisesta taustasäteilystä.

3.4 Voimalaitoksen organisaatio

Loviisan voimalaitoksella toimii linjaorganisaatio, joka on johtajavaltainen. Linjaorganisaatio jakautuu kuvan 8 mukaisesti kuuteen eri yksikköön. [Ek ym. 2017: 4.]



Kuva 8. Loviisan voimalaitoksen organisaatiokaavio [Ek ym. 2017: liite 3].

Käyttöyksikkö koostuu molempien laitostyöyksiköiden omista käyttöryhmistä, käytön tukiryhmästä, käyttökemian ryhmästä sekä säteilyturvallisuusryhmästä. Käyttöyksikön vastualueisiin kuuluvat sähköntuotanto, pää- ja apuprosessien käyttö ja kemian hallinta, säteilyturvallisuuteen liittyvät tehtävät, irtokappaleiden hallinta, voimalaitoksella käytettävien tarveaineiden hyväksyttäminen, käyttötoiminnan kehittäminen ja siihen kuuluvan dokumentaation päivittäminen ja hallinta sekä turvallisuusinsinööripäivystys. [Eurasto 2018: 4–5.]

Kunnossapitotekniikkayksikköön kuuluvat sähkö- ja automaatiokunnossapitoryhmät, mekaaninen kunnossapitoryhmä, aluekunnossapitoryhmä, suunnitteluryhmä, käyttöiän hallintaryhmä sekä laadunvalvontaryhmä. Yksikkö vastaa koko organisaation laadunvarmistuksesta voimalaitoksen omien laadunvarmistuskäsikirjojen mukaisesti. [Laakso 2017: 3–4.]

Ydinpolttoaine ja jätehuolto -yksikkö sisältää omat ryhmänsä jätehuollon suunnittelulle ja turvallisuudelle, ydinvoimalaitosjätteille, polttoaineen käytölle, polttoaineturvallisuudelle sekä reaktorifysiikalle. Yksikkö vastaa käytetyn ja tuoreen ydinpolttoaineen sekä radioaktiivisen jätteen huoltoon liittyvistä tehtävistä, samalla kehittäen näitä. Yksikkö myös pitää huolen ydinpolttoaineelle ja ydinjätteelle asetettujen vaatimusten täyttymisestä. Lisäksi yksikkö seuraa aktiivisesti viranomaisvaatimuksia ja lainsäädäntöä koskien näitä teemoja. [Tuunanen 2018: 2, 5–6, 8, 10.]

Yritysturvallisuusyksikön vastuulla on voimalaitoksen turvajärjestelyt ja muut yleisen turvallisuusvalvonnan tehtävät, valmiusjärjestelyt, yritysturvallisuus ja sen suunnittelu poikkeustilanteita varten, työvoiman vastaanotto, työ-, ympäristö- ja kemikaaliturvallisuus (EHS), tietoturvallisuus sekä operatiivinen riskienhallinta [Vanhanen 2016: 2]. Tehtävät jakautuvat seitsemälle yksikön alaiselle ryhmälle. Nämä ryhmät ovat: valmiusjärjestelyt, turvajärjestelyt, palo- ja pelastustoiminta, riskienhallinta ja jatkuvuussuunnittelu, EHS, turvallisuussuunnittelu ja -järjestelmät sekä tieto- ja kyberturvallisuus. [Ek ym. 2017: liite 3.]

Ydinturvallisuuden yksikköön kuuluvat ydinturvallisuuden erityisasiantuntijoiden lisäksi vaatimustenmukaisuusryhmä, laitosturvallisuusryhmä sekä laadunhallintaryhmä. Yksikön keskeisimpänä tehtävänä on varmistaa, arvioida sekä kehittää voimalaitoksen turvallista toimintaa. [Buddas 2018: 3–7, 9.]

Henkilöstö- ja liiketoimintayksikkö koostuu koulutus- ja käyttökokemustoimintaryhmästä, toiminnan suunnittelu ja raportointi -ryhmästä sekä hallintoryhmästä. Yksikkö toimii tukiorganisaationa muille voimalaitoksen yksiköille. Lisäksi yksikön tehtävänä on toimia linkkinä voimalaitoksen sekä Fortum-konsernin välillä viestintä-, talous- ja hankintapalveluissa. [Päivärinta 2018: 4.]

Tässä raportissa esitetty kehitystyö suoritettiin Koulutus- ja käyttökokemustoimintaryhmän aloitteesta. Koulutus- ja käyttökokemustoimintaryhmän tehtävinä ovat voimalaitoksella työskentelevien henkilöiden koulutuksen ja osaamisen kokonaishallinta sekä inhimillisten tekijöiden hallinnan työkalujen (HuP-työkalut) jalkauttaminen työntekijöiden rutineihin. Ryhmä myös vastaa käyttökokemustoiminnan täyttymisestä. Tämän toteuttamiseksi hyödynnetään oman voimalaitoksen käyttötapahtumien lisäksi muiden ydinvoimalaitosten käyttötapahtumia. [Päivärinta 2018: 7.]

3.5 Koulutustoiminta

Loviisan voimalaitoksen periaate koulutustoiminnassa on sidoksissa Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) koulutuksen järjestelmällisen suunnittelun malliin (SAT-malli). Painopisteiden määrittäminen koulutustoiminnalle on voimalaitosjohtajan vastuulla. Koulutustoimintaa ohjaa lisäksi konsernin yleisen oppimisen 70/20/10-malli. Tämä malli havainnollistaa henkilöstön oppimista työpaikalla, missä oppiminen painottuu työn konkreettiseen tekemiseen. Kokonaisoppimisesta 70 % saavutetaan henkilön omalla työntekoa. 20 % saadusta opista ansaitaan seuraamalla toisten henkilöiden työntekoa. Loput 10 % tulee perinteisiä oppimismetodeja hyödyntäen. [Holmberg & Laitinen 2018a: 5.]

Koulutustoiminnan apuna käytetään Loviisan voimalaitoksen HuP-työkaluja. Tähän kuuluu muun muassa aloitus- ja lopetuspalaverien järjestäminen ennen työtä ja sen jälkeen. [Holmberg & Laitinen 2018a: 5.] HuP-työkaluista kerrotaan tarkemmin luvussa 4.6.

Voimalaitoksella järjestetään kaikille pakollisten sekä työtehtäväkohtaisten koulutusten lisäksi myös kunkin työntekijän henkilökohtaista koulutusta. Voimalaitoksen uusien työntekijöiden sekä sinne saapuvien urakoitsijoiden ensimmäinen koulutus on tulokoulutus. Se koostuu yleisosasta sekä säteilyosasta. Säteilyosa on pakollinen kaikille valvontalualueella työskenteleville henkilöille. Voimassa oleva tulokoulutus on velvoite voimalaitoksella työskentelylle, ja tämä tulee uusia määräajoin. [Holmberg & Laitinen 2018b: 6.]

Sekä uusille Loviisan voimalaitoksen työntekijöille että urakoitsijoille järjestetään perehdytystä työtehtäviin. Perehdytyksen tarkoituksena on tutustuttaa henkilöt voimalaitokseen sekä opastaa heidät uusiin työtehtäviinsä ja oikeaoppiseen toimintaan voimalaitok-

sella. Urakoitsijoille järjestettävä perehdytys on ammattiryhmäkohtainen ja se on voimassa vuoden ajan. Kuitenkin urakoitsijan ollessa poissa voimalaitokselta yli kuuden kuukauden yhtäjaksoisen ajan hänet tulee perehdyttää uudestaan, vaikka viime perehdytyksestä ei olisikaan kulunut vuotta. [Holmberg & Laitinen 2018b: 7–8.]

Loviisan voimalaitoksen vakituisille sekä vähintään kuuden kuukauden määräaikaisille työntekijöille laaditaan henkilökohtainen peruskoulutusohjelma. Tämä laaditaan myös silloin, kun henkilö vaihtaa työtehtäviään laitoksen sisällä. Peruskoulutuksen kesto on useimmiten yhden vuoden. Kullekin työtehtävälle on määritelty näiden omat osaamisvaatimuksensa, joiden pohjalta peruskoulutusohjelma muodostuu. Suuri osa peruskoulutuksen sisällöstä muodostuu itseopiskelusta. Peruskoulutukseen sisältyy myös kaikille yhteiset peruskoulutuskurssit, jotka käsittelevät voimalaitoksen organisaatiota, sen toimintaa ja ydintekniikkaa sekä ympäristö-, terveys-, turvallisuus- ja laatusuhteita. [Holmberg & Laitinen 2018b: 8–11.]

Henkilöstölle järjestetään myös täydennys- ja kertauskoulutusta, jonka tarkoituksena on ylläpitää henkilöstön ammattitaitoa sekä varmistaa tämän olevan ajan tasalla. [Holmberg & Laitinen 2018b: 10].

3.6 Käyttökokemustoiminta ja käyttötapaturmaseuranta

Käyttökokemustoiminta kattaa sekä sisäisen että ulkoisen tapahtumien hyödyntämisen. Ulkoisessa käyttökokemustoiminnassa käsitellään muilla ydinvoimalaitoksilla sattuneita epäsuotuisia tapahtumia ja vertaillaan näitä oman voimalaitoksen olosuhteisiin [Lampén & Pussinen 2018: 2]. Sisäisessä käyttökokemustoiminnassa puolestaan tutkitaan Loviisan voimalaitoksella havaittuja tapahtumia.

Käyttökokemustoimintaryhmä käy lävitse joka arkipäivä ryhmälle lähetetyt havaintoilmoitukset seulontapalaverissa. Seulontapalaverissa käydään läpi myös laitoksen tietokantaan kirjatut havaintoraportit sekä päiväkirjamerkinnot. [Kuittinen 2017: 4.] Havaintoilmoituksista ja havaintoraporteista kerrotaan tarkemmin luvussa 4.7.

Mikäli käyttökokemustoimintaryhmä kokee voimalaitoksella sattuneen tapahtuman sellaiseksi, että siitä aiheutui, tai olisi voinut aiheutua, potentiaalisia vaikutuksia laitoksen

turvalliselle käytölle tai säteilyturvallisuudelle, se aloittaa tapahtuman tutkinnan. Loviisan voimalaitoksella on käytössä kuusi eri käyttötapahtumaraporttilajia: Selvitys, KT-raportti, viranomaisraportti, teematutkinta, perussyyanalyysi sekä trendianalyysi. [Kuittinen 2017: 8–9; Kuittinen 2018: 5.] Näistä raporttilajeista neljää ensimmäistä hyödynnettiin mock-up-harjoitteiden suunnittelussa.

Selvitys on raportti, joka laaditaan organisaation omaan käyttöön sen toiminnan parantamiseksi. Selvityksissä tapahtuman turvallisuusmerkitys on vähäinen ja raportti on laajuudeltaan suppea. Selvityksen keskeisin tavoite on saada oppia tapahtuneesta ja jakaa tämä koko organisaation kesken. [Kuittinen 2017: 8].

KT-raportti on selvitystä laajempi ja syvällisempi raportti tapahtumista. Näissä raporteissa esitetyillä tapahtumilla on ollut tai olisi voinut olla suurta merkitystä turvallisuuden kannalta. KT-raporteissa muun muassa tutkitaan tapahtumaan johtaneita ja myötävaikuttaneita tekijöitä, tapahtumien toistuvuutta sekä tästä saatuja oppeja, joilla pyritään kehittämään toimintaa paremmaksi. [Kuittinen 2017: 8.]

Viranomaisraportit ovat raportteja, jotka tulee lähettää Säteilyturvakeskukselle tiedoksi tai hyväksyttäväksi ydinturvallisuusohjeen (YVL-ohje) A.10 mukaisesti. Kriteerit viranomaisraportin laatimiselle on esitetty kyseisen YVL-ohjeen liitteessä A. Loviisan voimalaitoksen KT-raportti vastaa suurelta osin viranomaisraporttia. [Kuittinen 2017: 8; YVL A.10 2019.]

Mikäli useamman tapahtuman välillä havaitaan samantapaisia ilmiöitä tai saman ongelman toistuminen, asiasta laaditaan teematutkinta. Teematutkinnan tarve havaitaan usein käyttökokemustoiminnan vuosiraportin kirjoitusvaiheessa tai organisaation havaitessa ongelmia omalla toimialallaan. [Kuittinen 2017: 9.]

Käyttökokemustoimintaryhmän aloittaessa tutkinnan laaditaan ensimmäisenä tutkintasuunnitelma. Tutkintasuunnitelmassa esitetään tutkittava asia tai tapahtuma, tutkintaan kuuluvat aihealueet ja näiden aihealueiden edustajat, aikataulut sekä käytettävät tiedonkeruumenetelmät. Tutkintasuunnitelmaa voidaan päivittää, mikäli tutkinnan edetessä tämä koetaan tarpeelliseksi. [Kuittinen 2018: 5–6.]

Tutkinnan edetessä tulee raportissa ilmoittaa toimenpiteet esitetyn tapahtuman korjaamiseksi ja ennaltaehkäisemiseksi. Näiden toimenpiteiden tulee olla johdettavissa raportissa todennettuihin, tapahtumaan johtaneihin syihin. Jokaiselle toimenpiteelle nimetään tästä huolehtiva vastuuhenkilö. [Kuittinen 2018: 9.]

Koulutus- ja käyttökokemustoimintaryhmä välittää valmistuneet raportit niille tahoille, joille raporteista on erityistä hyötyä toiminnan parantamisen kannalta voimalaitoksella. Raportit myös tallennetaan käyttökokemustietokantaan. [Kuittinen 2018: 9–10.]

4 Harjoitteiden aihealueet

Mock-up-huoneen rakentamisessa sekä sen harjoitteiden suunnittelussa on otettu huomioon voimalaitoksen turvallisuus- ja vuosihuoltoteemat. Merkittävimpinä näistä esillä ovat voimalaitoksen vuoden 2019 teemat Varma, Taito ja Turva. Näitä vuositeemoja kutsutaan myös nimellä isot kivet.

Varma-teema sisältää ohjeet hyvien työkäytäntöjen varmistamiseen. Näissä keskitytään valistamaan työtehtävien aloitus- ja lopetuspalaverien sekä oman työn varmistamisen merkitystä ja muistuttamaan henkilöstöä työn suorittamisen vastuista. Varma pyrkii myös parantamaan tärkeiden työtehtävien suorittamisen seurantaan. Teemassa lisäksi keskitytään antamaan selkeät määritelmät työkohteiden rajaustarpeelle sekä tekemään rajauksista yhdenmukaisia. [Laakso 2019: 6–7.]

Taito on lyhenne sanoista tarkkaile, ilmoita ja toimi. Teema kannustaa henkilöstöä tarkkailemaan voimalaitoksen ja sen prosessien tilaa, tekemään näistä havaintoja sekä puuttamaan havaittuihin poikkeamiin heti havainnon yhteydessä. Taito pyrkii myös kehittämään raportoinnin tasoa ja kouluttamaan henkilöstölle eri raportointikanavien erot ja käyttökohteet. [Laakso 2019: 5–6.]

Turvan tavoitteena on minimoida paloriskit. Paloturvallisuutta parantavien investointien tueksi henkilöstöä koulutetaan tiedostamaan paloriskit. Lisäksi päivitetään voimalaitoksen menettelyjä liittyen tulitöihin sekä materiaalien varastointiin. [Laakso 2019: 7.]

Loviisan voimalaitoksella on määritelty kaikkea työntekoa koskeville asioille omat ohjeistuksensa, joilla pyritään varmistamaan henkilöstön osaaminen kultakin aihealueelta. Luvuissa 4.1–4.7 on esitetty oleellimmat, kaikkia työntekijöitä koskevat ohjeistukset niistä aihealueista, joita mock-up-huoneen harjoitteet käsittelevät.

4.1 Työturvallisuus

Työturvallisuuden järjestelmä määräytyy Loviisan voimalaitoksella kansallisen lainsäädännön mukaan. Järjestelmä perustuu työsuojelun valvonnan ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnan lakiin (44/2006), työturvallisuuslakiin (738/2002) sekä näiden pohjalta annettuihin asetuksiin. [Hännikäinen 2016a: 3.] Työturvallisuusasioiden näkyvimpiä teemoja mock-up-harjoitteissa ovat teline- ja säiliötyöskentely, tarkastusmerkinnät sekä henkilökohtaiset suojavarusteet. Kaikille edellä mainituille teemoille on olemassa laitoksella näiden omat työsuojeluohjeensa, joissa opastetaan yksityiskohtaisesti kaikki huomioitavat seikat.

Valvomattomalla alueella tiloissa, jotka sisältävät sähköntuotantoon liittyviä prosesseja, tulee henkilökohtaisen suojavarustuksen olla seuraava: leukahihnalla varustettu kypärä, suojalasit, pitkähihaiset ja -lahkeiset, paloa jatkamattomat työvaatteet, turvakengät sekä kuulosuojaimet, mikäli melutaso huonetilassa ylittää 80 dB. Mahdollisista lisäsuojauksista ilmoitetaan työ- ja paikkakohtaisesti erikseen. [Hännikäinen 2016b: 4–5.] Valvonta-alueella yleisvarustus puolestaan koostuu leukahihnallisesta kypärästä, suojalaseista, kangashaalarista, turvakengistä sekä henkilökohtaisesta säteilyannoksen mittausvarustuksesta, joka käsittää termoloistedosimetria (TL-dosimetri) sekä elektronisen dosimetria (E-dosimetri). Mahdollisten lisäsuojaimien tarpeesta ilmoitetaan erikseen [Hyypiä 2018: 4–5.] Valvonta-alueen varustukseen ja siellä toimintaan palataan luvussa 4.4.

Kun telinetyöskentelyssä työtaso sijaitsee yli kahden metrin korkeudella ja putoamisvaara ei saada muuten eliminoidua, työntekijän tulee varustautua turvavaljailta. Myös kypärän leukahihnan täytyy olla käytössä kyseisessä tilanteessa. Telineiden tulee olla aina varustettuna jalkalistoilla työkalujen putoamisen estämiseksi. Käytettävien telineiden rakenteille ja nousuteille tulee järjestää kunnossapitotarkastus viikoittain. Tämän lisäksi telineiden käyttäjien pitää tarkkailla telineiden kuntoa päivittäin. Mikäli viimeisimmästä kunnossapitotarkastuksesta on kulunut yli viikko tai telineissä havaitaan rakenteellisia

puutteita, telineet tulee asettaa käyttökieltoon ja näillä tehtävät työt keskeyttää välittömästi. [Krouvi 2015: 4, 6, 8.]

Ennen säiliötöiden aloittamista ja säiliöön menemistä tulee varmistua tämän olevan turvallista. Turvallisuus todetaan varmistamalla työn kohteena olevan säiliön prosessierotukset riittäviksi. Lisäksi täytyy tarkistaa säiliötyön turvallisuusohjeesta mittauksien ja turvallisuustoimien olevan hyväksytyjä ja ajantasaisia. Esimerkiksi happimittauksen tuloksen täytyy olla 20–22 % ja syttyvien kaasujen mittauksen 0 %. Tämän turvallisuusohjeen täytyy löytyä työkohteelta. Työskenneltäessä säiliössä tulee henkilöillä olla hälyttävät happi- ja syttyvien kaasujen mittarit mukana. Kaasujen mittaukseen voidaan käyttää myös näiden kahden yhdistelmämittaria. Mittarin tai mittareiden hälyttäessä tulee säiliöstä poistua välittömästi. Säiliötöissä tulee aina käyttää varmistushenkilöä, joka ei samanaikaisesti suorita muita työtehtäviä. Varmistushenkilö pitää huolta säiliössä työskentelevien henkilöiden turvallisuudesta. [Hännikäinen 2018a: 5–8.]

Loviisan voimalaitoksella käytettävät työkalut ja tarvikkeet, kuten sähkötyökalut ja jatkojohdot, nostoapuvälineet ja putoamissuojaimet, tikkaat sekä pneumaattiset ja hydrauliset työkalut, tulee tarkastaa vuosittain marras–maaliskuussa. Tarkastetut ja hyväksytyt tarvikkeet merkitään tarkastusmerkinnällä, joka on vuosittain vaihtuva värikoodi. Vain kuluvan vuoden värikoodi on sallittu, poikkeuksena siirtymävaiheessa esiintyvät edellisen tai seuraavan vuoden tarkastusmerkinnät. Taulukosta 1 nähdään Loviisan voimalaitoksella käytössä olevat värikoodit ja näitä vastaavat vuosiluvut. Värikoodit ovat kiertäviä. Esimerkiksi vuonna 2018 käytössä ollut oranssi värikoodi on uudelleen käytössä vuonna 2023. [Hännikäinen 2016c: 3–4.]

Taulukko 1. Loviisan voimalaitoksen kiertävät tarkastusvärit vuosina 2018–2022 [Hännikäinen 2016c: 4].

Vuosi	Tarkastusväri
2018	Oranssi
2019	Sininen
2020	Keltainen
2021	Valkoinen
2022	Vihreä

4.2 Paloturvallisuus

Jokaiselle Loviisan voimalaitoksen työntekijälle tärkeät, paloturvallisuuteen liittyvät asiat koskevat palokuorman vähentämistä sekä riskien minimoimista.

Palokuormaan lasketaan kaikki syttyvä ja palava materiaali. Loviisan voimalaitoksella palokuorma jaotellaan seuraavasti:

- syttyvät nesteet
- helposti ja erittäin helposti syttyvät nesteet
- kaasupullot
- kuormalavat
- puiset kuljetuslaatikot
- puiset telinelankut
- pakkausmateriaalit sekä
- muu palokuorma, kuten muoviset ja pahiset suojausmateriaalit.

Voimalaitoksen prosessitiloissa ei tule säilöä mitään palavia materiaaleja tarpeettomasti. Ylimääräinen palokuorma täytyy siirtää jätteisiin pikimmiten, viimeistään työtehtävän päättyessä. [Niskanen 2018: 4–6.] Säilöttävät materiaalit tulee sijoittaa varastointiin tarkoitetuille alueille. Tällaiset alueet ilmoitetaan lattiaan maalatuilla sinisillä viivoilla. [Tulonen 2017: 7.] Kaikki materiaali varustetaan lisäksi merkintäkorteilla. Materiaalin ollessa säilytyksessä varastointialueella tulee merkintäkortissa ilmoittaa muun muassa palokuorman laatu, säilytysaika sekä perusteet palokuorman tarpeelle. [Tulonen 2018: 6.]

Sammutusvälineiden ympäristöt kuuluvat alueisiin, joissa kaikenlainen tavaroiden säilytys on kiellettyä. Nämä alueet on rajattu lattiaan mallatuilla punaisilla viivoilla. Rajauksen tarkoituksena on taata esteetön pääsy laitteiston luokse tarvittaessa. [Hännikäinen 2018b: 11.]

Palo-ovet tulee pitää aina suljettuina ja hätäpoistumistiet esteettöminä. Mikäli palo-ovessa havaitaan vika tai hätäpoistumistielle asetettuja esteitä ei pystytä siirtämään, tulee asiasta ilmoittaa voimalaitoksen suojeluesimiehelle. [Laadukas toiminta ja kenttähavainnointi: 10.]

Palavia nesteitä tulee säilyttää voimalaitoksella tähän tarkoitetuissa palavien nesteiden varastoissa tai vaihtoehtoisesti palosuojakaapeissa. Työkohteilla tarpeellisia palavia nesteitä saa säilyttää siten, että helposti tai erittäin helposti syttyviksi luokiteltujen nesteiden yhteenlaskettu tilavuus on enintään kolme litraa. Syttyviksi tai muuten palaviksi luokiteltuja nesteitä sallitaan enintään 20 litraa. Myös asianmukaisten merkintöjen tulee löytyä, muun muassa aineen tiedot, vaaramerkinnät sekä voimalaitoksen omat tarveainemerkinnot. [Niiranen 2018: 9; Niskanen 2018: 7.] Tarveainemerkinnotiin palataan luvussa 4.3.

4.3 Kemikaaliturvallisuus

Kemikaaliturvallisuudesta käsitellään mock-up-harjoitteissa turvallisuusluokiteltuja tarveaineita (TLTA).

TLTA-luokittelun piiriin kuuluu kaikki kemikaalit ja kemialliset tuotteet, jotka tuodaan voimalaitosalueelle, sekä kaikki ne tarveaineet, joita hyödynnetään laitoksen järjestelmissä. Kuitenkaan laboratorioissa ja konttorissa käytettäviä materiaaleja ei TLTA-luokitella. [Niiranen 2015: 3.]

TLTA-luokkia on yhteensä viisi, joista luokan 1 aineilla ei ole mitään käyttörajoituksia. Niitä voidaan käyttää prosessilaitteiden ja -komponenttien niin sisä- kuin ulkopinnoillakin. Myöskään aineiden jäännöksiä ei tarvitse poistaa. [Niiranen 2015: 8–9.]

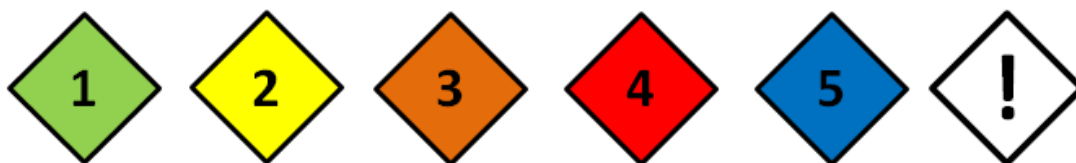
Luokan 2 aineita voidaan luokan 1 aineiden tapaan käyttää prosessilaitteiden ja -komponenttien sisä- ja ulkopintoihin. Kuitenkin poikkeuksena luokkaan 1, täytyy luokan 2 aineiden jäännökset poistaa. [Niiranen 2015: 9.]

Luokan 3 aineita voidaan käyttää prosessilaitteiden ja -komponenttien ulkopinnoille. Aineet eivät kuitenkaan saa olla kosketuksissa näiden sisäpintoihin. Lisäksi kaikki jäännökset aineista tulee siivota. [Niiranen 2015: 9.]

Luokkaan 4 kuuluvia aineita ei saa käyttää ollenkaan prosessilaitteisiin tai -komponentteihin ja näiden aineiden pääsy järjestelmiin tulee estää. Aineita voidaan kuitenkin käyttää prosessitiloissa, kunhan niiden mahdolliset jäännökset siivotaan. [Niiranen 2015: 9.]

Luokan 5 aineet ovat kiellettyjä prosessirakennuksista ja -tiloista. Myös aineiden kaikki jäännökset tulee siivota. [Niiranen 2015: 9.]

TLTA-luokkien yhteydessä voidaan käyttää !-lisämerkintää. Tämä merkintä kertoo kyseisen aineen olevan tarkoitettu johonkin yksittäiseen tarkoitukseen tai vaihtoehtoisesti aineella olevan tilapäislupa käytettäväksi voimalaitoksella. [Niiranen 2015: 10.] Kuvassa 9 havainnollistetaan Loviisan voimalaitoksen TLTA-merkintöjä.



Kuva 9. Loviisan voimalaitoksen käytössä olevat TLTA-merkinnät [Niiranen 2015: liite 1].

Ainoastaan TLTA-luokiteltuja aineita saa käyttää voimalaitoksella. Mikäli havaitaan aineita, jotka eivät ole TLTA-luokiteltuja tai niistä puuttuvat luokituksen ilmaisevat merkinnot, tulee nämä poistaa käytöstä. [Niiranen 2015: 4–5.]

4.4 Säteilyturvallisuus

Mock-up-harjoitteissa keskeisimpinä tekijöinä säteilyturvallisuuden osalta ovat yleinen liikkuminen ja työskentely valvonta-alueella, toiminta lisäkenkäräjällä sekä toiminta kontaminaatiohälytyksen sattuessa.

Siirryttäessä tarkkailualueelta valvonta-alueelle puetaan luvussa 4.1 esitetty valvonta-alueen yleisvarustus. Yleisvarustuksen alle jätetään ainoastaan alusvaatteet. Myös kaikki korut ja muut työn kannalta tarpeettomat esineet jätetään pois ennen valvonta-alueelle siirtymistä. [Hyypiä 2018a: 8.] E-dosimetri tulee kirjata valvonta-alueelle mentäessä lukijalaitteella. Dosimetri kirjataan henkilökohtaiseen käyttöön työtehtävän mukaan. Dosimetri kirjataan myös ulos samalla lukijalaitteella valvonta-alueelta poistuttaessa. [Hyypiä 2018b: 6–7.] Dosimetrien tulee olla valvonta-alueen haalareissa niille tarkoite-

tuissa taskuissaan oikeinpäin. Lisäksi haalareiden kaikkien vetoketjujen pitää olla kokonaan suljettuina. Haalarin hihat tai lahkeet eivät saa olla käärittyinä. [Laadukas toiminta ja kenttähavainnointi: 4.]

Siirryttäessä lisäkenkäräjän sisälle varustaudutaan täällä vaadittavan lisäsuojavarustuksen mukaan. Lisäsuojavarustus määritellään lisäkenkäräjän yhteydessä olevassa kyltissä, ja tätä tulee noudattaa ehdoitta. Lisäkenkäräjän sisälle tuotava materiaali pyritään minimoimaan. Palatessa lisäkenkäräjän sisältä suoritetaan lisäsuojavarustuksen riisuminen seuraavassa järjestyksessä:

- kumikäsineiden sauman tiivistysteippaukset
- kumikäsineet
- lisäsuojahaalari
- hengityssuojain
- lisäkengänsuojat
- aluskäsineet.

Riisuminen tehdään siten, että otettaessa lisäkengänsuojia pois astutaan samalla ulos lisäkenkäräjältä. Säteilyvalvojan tulee mitata kaikki lisäkenkäräjältä ulos tuotavat tarvikkeet. [Hyypiä 2018a: 12–13.]

Poistuttaessa valvonta-alueelta tarkkailualueelle kuljetaan henkilömonitorin kautta. Henkilömonitorin mittauksella varmistetaan, että työntekijät tai heidän työvarusteensa eivät ole kontaminoituneita. Samalla estetään kontaminaation leviäminen valvonta-alueen ulkopuolelle. Myös kaikki valvonta-alueelta ulos vietävät työkalut ja muut tarvikkeet mitataan erillisellä työkalumonitorilla tai säteilyvalvonnan toimesta. [Hyypiä 2018a: 8.]

Henkilön ollessa kontaminoitunut toimitaan tilanteessa henkilömonitorin antaman hälytyksen vakavuuden mukaan. Kontaminaatiohälytysluokkia on kaksi: lievempien kontaminaatioiden medium-hälytys sekä korkeampien kontaminaatiotasojen high-hälytys. medium-hälytyksissä ensimmäisenä toimenpiteenä on vaihtaa, poistaa tai puhdistaa kontaminoitunut suojavaruste tai pestä kontaminoitunut kehon osa. Mikäli hälytys toistuu, tulee ottaa yhteyttä säteilyvalvontaan. high-hälytyksissä otetaan suoraan yhteyttä säteilyval-

vontaan. Kontaminoitunut alue sekä kontaminaation taso tulostuu henkilömonitorin näyttöpäätteelle tarkastettavaksi. [Hyypiä 2018a: 15.] Myös työkalumonitorin kontaminaatiohälytyksistä otetaan suoraan yhteyttä säteilyvalvontaan [Hyypiä 2018a: 8].

4.5 Irtokappaleet ja niiden hallinta

Irtokappaleiksi luokitellaan kaikki sellainen materiaali, mikä ei luonnostaan kuulu voimailaitoksen prosessiin tai prosesseihin ja mikä jäädessään prosessiin sisälle voi aiheuttaa haitallisia vaikutuksia tämän toiminnalle. Irtokappaleet voivat olla mekaanisia, kuten työkaluja tai työstöjätettä, mutta myös kemiallisia, kuten öljyä tai rasvaa. [Mattila 2016: 3, 5.] Irtokappaleeksi luokitellaan myös itse prosessista irronneet materiaalit [Laadukas toiminta ja kenttähavainnointi: 36].

Irtokappaleiden hallinnasta käytetään termiä FME (foreign material exclusion). Sen keskeisimpänä aiheena on irtokappaleiden prosessiin pääsyn estäminen. [Mattila 2016: 3, 5.] Mock-up-harjoitteet käsittelevät tästä aiheesta niitä asioita, joiden toteutumista jokaisen työntekijän on mahdollista seurata sekä suorittaa korjaavia toimenpiteitä väärälaista toimintaa havaitessaan.

Luvun 4.4 mukaisesti kaikki korut täytyy poistaa ennen valvonta-alueelle menoa. Jos korut ovat irtoamattomia, ne voidaan vaihtoehtoisesti teipata, jotta varmistutaan niiden irtoamattomuudesta. [Mattila 2016: 5.]

Työn kohteena olevan prosessin ympäristö tulee pitää järjestyksessä. Tämä saavutetaan muun muassa tuomalla työkohteelle ainoastaan työssä tarpeellinen materiaali. Myös työkohteelle tuotavien työkalujen eheys ja puhtaus pitää tarkistaa. Työkalut ja muu työn aikana tarvittava materiaali säilytetään suojattuna koko työn keston ajan. Tämän voi suorittaa esimerkiksi asettamalla materiaalit erillisiin laatikkoihin. [Mattila 2016: 5.]

Avattaessa järjestelmiä huoltotöiden ajaksi tulee kaikki avoimet prosessit suojata irtokappaleilta, mukaan lukien prosessista irrotetut, takaisin asennettavat komponentit. Myös uudet asennettavat osat sekä esivalmisteet täytyy olla suojattuna siihen asti, kunnes nämä asennetaan prosessiin kiinni. Irtokappalesuojaus suoritetaan tähän tehtävään

osoitetuilla suojausmateriaaleilla. Suojausmateriaalin kunto, puhtaus ja soveltuvuus kyseessä olevan prosessin tai komponentin suojaamiseen pitää tarkastaa. [Mattila 2016: 5, 11.]

Loviisan voimalaitoksella on erillisiä alueita, joissa irtokappaleriski ja irtokappaleen aiheuttamat vaikutukset ovat merkittävät. Näille alueille on perustettu omat irtokappalepuhtaat alueensa. Irtokappalepuhtaasta alueesta käytetään lyhennettä FMEZ (foreign material exclusion zone). Minkäänlaisia epäpuhtauksia ei sallita FMEZ:n sisällä. Alueelle on myös omat erilliset puhtausvaatimuksensa, joiden noudattaminen on jokaisen siellä työskentelevän vastuulla. [Mattila 2016: 7.] Irtokappalepuhtaalla alueella tulee aina käyttää lisäkengänsuojia irtolian leviämisen estämiseksi. Kaikki työnteon kannalta tarpeeton henkilökohtainen irtaimisto jätetään FMEZ:n ulkopuolelle. Työkaluille suoritetaan kunto- ja puhtaustarkastukset alueelle mentäessä kuin myös sieltä palatessa. Lisäksi, kun alueella sijaitsevia prosesseja on avattuna, estetään työkalujen ja henkilökohtaisten suojausten putoaminen putoamisenestovarustein. [Irtokappalepuhtas alue: 1.]

Kaikki irtokappalehavainnot tulee raportoida ja löydetty, epäselvät irtokappaleet säilyttää, kunnes niiden alkuperä saadaan selvitettyä [Mattila 2016: 12–13].

4.6 Inhimillisten tekijöiden hallinnan työkalut

Loviisan voimalaitoksella käytetään inhimillisten tekijöiden hallinnan työkaluja eli HuP-työkaluja. HuP-työkaluja on neljää erilaista. Nämä ovat aloitus- ja lopetuspalaveri, selkeä viestintä sekä työn varmennus. [Elovaara 2017: 25.]

Ennen töiden aloitusta tulee aina pitää aloituspalaveri. Palaverissa työn suorittavat henkilöt saavat opastuksen ennen työn aloittamista. Heille jaetaan myös omat roolit ja vastuut. Lisäksi käydään lävitse työn kriittiset vaiheet sekä työtä varten tehtävät varotoimet. Aloituspalavereista on neljää eri tasoa. Aloituspalaverin taso määräytyy muun muassa tehtävän työn laajuuden mukaan. [Hännikäinen 2018c: 3–4.]

Lopetuspalaverin tarkoituksena on analysoida suoritettua työtehtävää, jotta tästä saataisiin oppia tulevaisuudessa suoritettaviin, vastaavanlaisiin työtehtäviin. Lopetuspalaverissa käydään lävitse muun muassa kehitystoimenpiteitä tarvitsevat työvaiheet, mutta myös hyvin onnistuneet osuudet suoritetusta työstä. [Hännikäinen 2018c: 6.]

Selkeä viestintä koostuu kolmisuuntaisesta kommunikaatiosta, foneettisista aakkosista sekä avoimista kysymyksistä. Kolmisuuntainen kommunikointi toteutuu siten, että välitetty viesti palaa vastaanottajan kautta takaisin lähettäjälle niin, että viestin sisältö ja sen ymmärtäminen vahvistetaan joka välissä. [Hännikäinen 2018c: 7.]

Foneettiset aakkoset tarkoittavat yksittäisten kirjainten ilmaisemista puheessa siten, että kirjain ilmaistaan kokonaisena sanana, jonka ensimmäinen kirjain on haettu kirjain. [Hännikäinen 2018c: 7.]

Avoimet kysymykset ovat kysymyksiä, joihin ei pystytä vastaamaan kyllä- tai ei-vastauksilla. Avoimien kysymyksien tarkoitus on varmistaa, että työtehtävää suorittavat henkilöt ymmärtävät toimenkuvan samalla tavalla. [Hännikäinen 2018c: 8.]

Työn varmentaminen voidaan suorittaa joko riippumattomana varmistuksena tai parityöskentelynä. Riippumattomassa varmennuksessa työryhmän suorittaman työn tarkastaa sellainen henkilö, joka ei ole ollut osallisena työnteossa. Tällä tavalla varmistetaan, että työn lopputulos vastaa haluttua. Parityöskentelyssä suoritettavat työtehtävät tarkastetaan molempien henkilöiden toimesta. Tämä toteutetaan siten, että kumpikin henkilöistä antaa joka työvaiheelle hyväksyntänsä erikseen. Parityöskentely voidaan toteuttaa myös niin, että parin toinen henkilöistä suorittaa työtehtävän toisen ollessa tarkastajana. [Hännikäinen 2018c: 7.]

4.7 Havaintoilmoitus, havaintoraportti ja palvelupyyntö

Laitostyöskentelyn lisäksi mock-up-koulutuksissa opetetaan henkilöstölle eri raportointikanavien käyttöä sekä näiden eroavaisuudet. Voimalaitoksen tietokantaan voi laatia kolmea erilaista raporttimuotoa. Nämä raporttimuodot ovat havaintoilmoitus, palvelupyyntö sekä havaintoraportti.

Havaintoilmoitukset ovat Loviisan voimalaitoksen tapa tuoda erinäiset havainnot organisaation tietoon. Havaintoilmoitus voidaan täyttää voimalaitoksen tietojärjestelmän kautta tai vaihtoehtoisesti lähettää sähköpostitse. Havaintoilmoitukset voidaan myös ilmoittaa suullisesti käyttökokemustoimintaryhmälle. Havaintoilmoitukset tehdään tapahtumista tai epäkohdista, jotka liittyvät turvallisuuteen tai sen heikkenemiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi havainnot vääristä toimintatavoista, inhimilliset virheet tai työturvallisuuteen liittyvät puutteet. [Kuittinen 2018: 3–4.]

Havaintoraportti täytetään silloin, kun havaitaan epäkohta, joka vaikuttaa jonkin voimalaitoksen järjestelmän tai prosessin käytettävyyteen. Tällaisia epäkohtia ovat laiteviat, toimintahäiriöt ja muut järjestelmän kuntoa tai työ- ja laitosturvallisuutta uhkaavat puutteet. Havaintoraportti tehdään myös havaittaessa laitteistoja ja osia, jotka ovat tarpeettomia. Havaintoraportin pohjalta tehdään lisäksi työmääräin. Suoritettaessa korjauksia havaintoraportissa ilmoitettuihin puutteisiin tulee työmääräimellä olla aloituslupa. Työmääräimestä tehdään myös paperinen versio, joka tulee olla sijoitettuna työkohteella koko työn keston ajan. [Villikka 2017: 4–5, 9–10.]

Palvelupyynnöt tehdään pienemmistä työtehtävistä, jotka eivät tarvitse työmääräintä niiden suoritusta varten. Palvelupyynnöt lähetetään suoraan tarvittavaa palvelua tarjoavalle työryhmälle. [Revisiopuhelinluettelo 2018: 33.] Palvelupyynnön voi laatia esimerkiksi varastotilauksista, voimalaitoksen sisäisistä tavarantoimituksista tai pienistä siivoustehtävistä.

5 Huoneen suunnittelu ja toteutus

5.1 Pohjatiedon kerääminen

Ennen mock-up-huoneen tai sen harjoitteiden suunnittelua tutustuttiin voimalaitoksen tietokantaan tallennettuihin käyttötapahtumaraportteihin vuosilta 2012–2018. Tämän tarkoituksena oli etsiä yhtäläisyyksiä tapahtumien väliltä, jolloin osattaisiin kehittää oikeat teemat mock-up-huoneessa tehtäviä harjoitteita varten.

Raporttien tutkinta aloitettiin vuodesta 2018 ja tästä edettiin vuosi kerrallaan taaksepäin. Yhteisten teemojen etsinnän pääpaino oli raporteissa, joissa tapahtumiin johtaneisiin syihin oli listattu inhimilliset tekijät. Vuoden 2012 käyttötapahtumaraporttien läpikäymisen jälkeen alkoi raporteista hahmottua selvästi yhteisiä teemoja. Nämä teemat liittyvät yhteen tai useampaan luvuissa 4.1–4.6 esitettyihin harjoitteiden aihealueisiin. Läpikäytyjä raporteja on yhteensä 384.

Käyttötapahtumaraporttien tutkimisen lisäksi kerättiin suullisia sekä sähköpostitse käyttäjä haastatteluja, joissa pyrittiin saamaan selville eri yksiköiden ja työtehtävien asiantuntijoilta heidän havaitsemiaan puutteita laitossympäristössä tai laitoksella työskentelemissä. Tällaisten havaintojen lisääminen harjoituksiin tulisi estämään epäsuotuisien työmenetelmien rutinoitumista henkilökuntaan sekä minimoimaan riskit tapahtumien toistumiselle.

Pohjatietoa on myös kerätty opinnäytetyöntekijän tekemistä, vuoden 2018 vuosihuollon aikaisista havainnoista ja virheellisistä toimintatavoista.

Kehitystyön suoritusta avustamaan nimitettiin tukiryhmä. Tukiryhmä koostui kuudesta henkilöstä, jotka edustivat säteilysuojelu-, EHS-, koulutus- ja käyttökokemustoiminta- sekä kemian ryhmiä. Tukiryhmän vakiojäsenten lisäksi kehitystyön eri vaiheissa konsultoitii myös muiden laitosryhmien ja -yksiköiden asiantuntijoita. Tukiryhmän jäsenten tehtävinä oli toimia harjoitteiden sekä mock-up-huoneen suunnitelmien arvioijina ja kommentoijina sekä faktojen tarkistajina. Tukiryhmä myös omalta osaltaan antoi omia kehitysehdotuksiaan suunnitelmien pohjalta sekä ideoitaan mock-up-huoneeseen ja sen harjoitteisiin.

5.2 Tutustuminen muiden laitosten mock-up-tiloihin

Suunniteltaessa mock-up-huoneen asettelua sekä sinne tuotavia elementtejä tutustuttiin muiden ydinvoimalaitoksien vastaaviin järjestelyihin. Inspiraatiota haettiin TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitoksen mock-up-tilasta sekä Ruotsissa sijaitsevasta Vattenfallin Ringhalsin voimalaitokselta ja OKG:n Oskarshamnin ydinvoimalalta.

Olkiluodon ja Ringhalsin voimalaitoksien osalta tutustuminen tehtiin voimalaitoksien mock-up-tiloista otetulla kuvamateriaalilla. Tätä kuvamateriaalia käytettiin apuna huoneen elementtien ja niiden asettelun suunnittelussa. Oskarshamnin ydinvoimalaitoksen koulutustiloihin järjestettiin voimalaitosvierailu, joka tarjosi huoneen sisustuksen suunnittelun lisäksi materiaalia harjoitteiden suunnittelun tueksi. Harjoitteiden suunnitteluun palataan luvussa 6.

Ringhalsin ja Olkiluodon ydinvoimaloiden mock-up-huoneiden kuvamateriaalista on havaittavissa yhteisenä elementtinä lisäkenkäräjä, siellä käytettävät lisäsuojavarusteet sekä toimintamenettelyt. TVO:n kuvamateriaalissa on lisäksi havaittavissa tulityöpiste, palontorjuntakalustoa rajauksineen, varastointimenettelyjä sekä materiaalia irtokappalesuojauksen ja tähän käytettävien suojausmateriaalien esittelyyn.

Ringhalsin voimalaitoksen mock-up-tilojen kuvamateriaalista on huomattavissa sisustuksen painottuvan säteilysuojeluun sekä kenkäräjäkäytäntöihin. Huone on varustettu useilla erilaisilla henkilöstön kontaminaatiomittaukseen tarkoitetuilla laitteilla. Näitä laitteita ovat esimerkiksi koko kehon henkilömonitori, jota käytetään poistuttaessa valvontaluonteelta, sekä pelkästään käsien ja jalkojen mittaukseen tarkoitettu monitori. Huoneessa sijaitsee myös täysimittainen kenkäräjä pukeutumistiloineen sekä E-dosimetrien lukijalaitteineen.

Oskarshamnin voimalaitoksen mock-up-tilat on jaettu kahteen osaan, jotka käydään läpi järjestyksessä. Ensimmäinen osa harjoituksesta sisältää seitsemän erilaista rastia, jotka kukin käsittelevät eri asiaa. Nämä rastit käsittelevät muun muassa Oskarshamnin voimalaitoksen omia HuP-työkaluja ja tarkastusmerkintöjä, voimalaitoksella käytettäviä varoitus- ja ovimerkintöjä, palosuojelua, tarvikkeiden varastointia, irtokappalehallintaa ja irtokappalepuhdasta aluetta sekä henkilökohtaisia suojavarusteita, eri työtehtäviin vaadittavia erikoissuojavarusteita ja kypärien värien merkityksiä. Viimeisellä rastilla esitellään voimalaitoksella käytössä olevat työmääräimet ja se, miten näitä tulkitaan. Tämän rastin päätyttyä siirrytään koulutuksen toiseen vaiheeseen, jossa tarvitaan viimeisellä rastilla esitettyä työmääräintä.

Oskarshamnin mock-up-harjoitteen toinen osa sijaitsee omissa huonetilassaan. Täällä tarkoituksena on suorittaa kuvitteellinen työtehtävä, joka työmääräimessä on ilmoitettu.

Huonetilassa simuloidaan oikeita voimalaitoksen olosuhteita. Suoritettaessa harjoitetta tulee koulutettavan lukea ja seurata työmääräintä tarkasti. Lisäksi huoneeseen on asetettu erinäisiä puutteita ja epäkohtia, joita koulutettavan on mahdollista havaita harjoitetta suorittaessaan.

5.3 Huoneen ja sisustuksen suunnittelu

Suurimpana erona Loviisaan rakennetun mock-up-huoneen ja malliesimerkkeinä käytettyjen huoneiden välillä on pinta-ala. Loviisan mock-up-huone on verrattain pieni suhteessa esimerkkihuioneisiin, noin 10,2 m x 5,4 m. Tämä toi tilanhallinnollisia haasteita, jotta kaikki Loviisan voimalaitoksella oleelliset elementit saataisiin simuloitua tilaan.

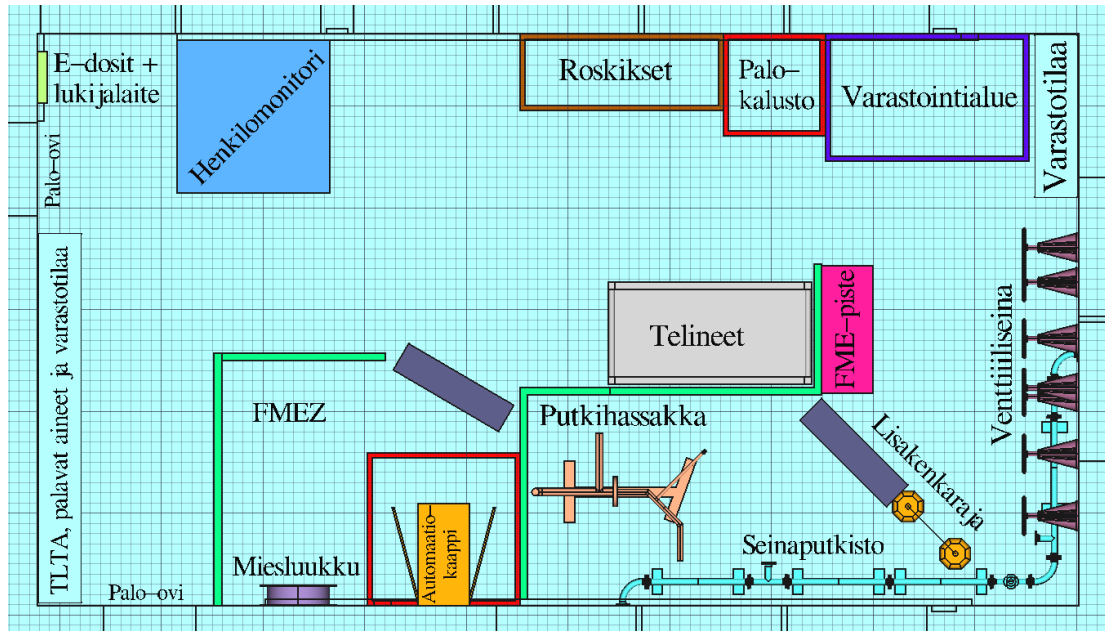
Toinen oleellinen, sisustuksen suunnittelussa huomioitu seikka oli huoneen muunneltavuus. Mock-up-tilan elementtien tahdotaan olevan mahdollisimman liikuteltavissa, jotta tilasta saataisiin mahdollisimman optimaalinen koulutustarpeen ja koulutettavien henkilöiden mukaan. Esimerkiksi henkilöt, jotka työsuhteensa aikana liikkuvat vain valvottomalla alueella, eivät tarvitse valvonta-alueen koulutusta. Huoneeseen ja sen harjoitukseen tullaan suorittamaan myös lisäyksiä ja laajennuksia tulevaisuudessa, mikä omalta osaltaan kasvattaa muunneltavuuden merkitystä.

Mock-up-huoneen kehitystyölle myönnettiin 7 000 €:n rahoitus konsernin budjetista. Lisäksi koulutus- ja käyttökokemustoimintaryhmän budjetista oli varattu 10 000 € mock-up-huoneen rakennuttamista varten.

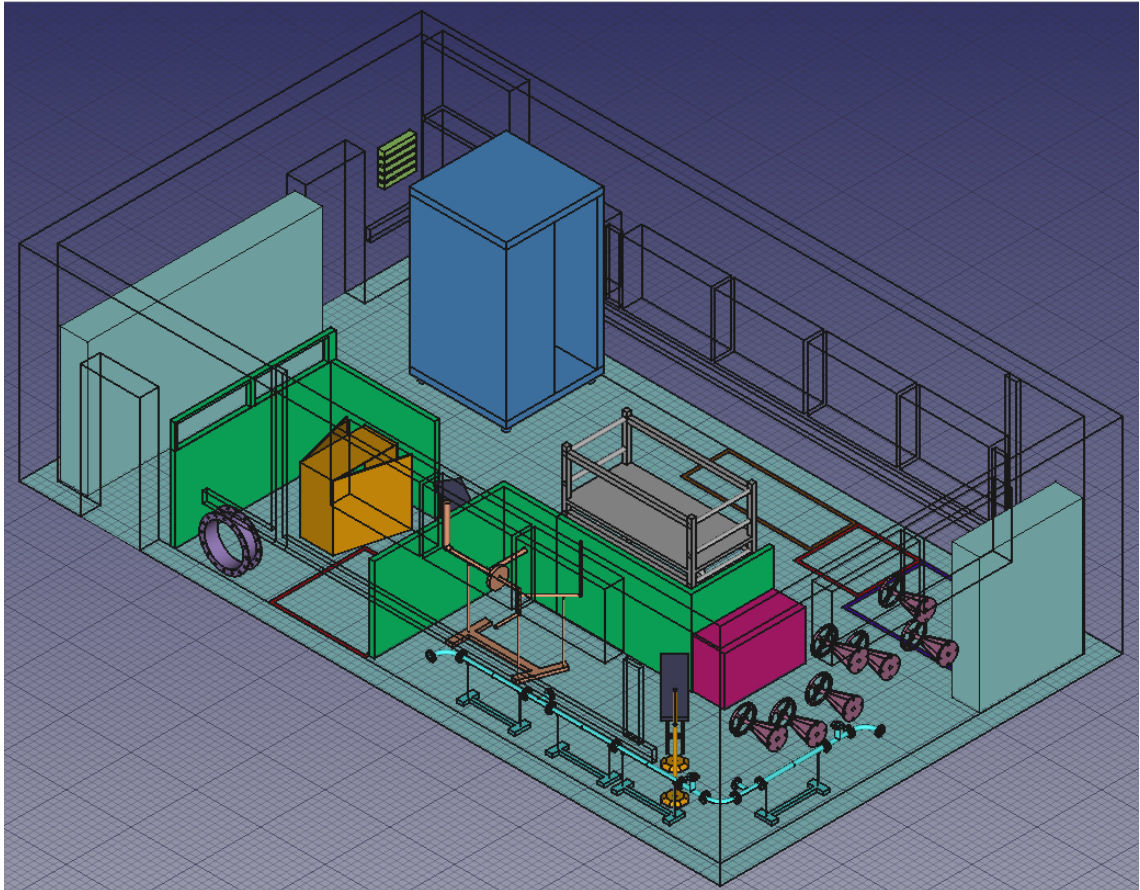
Huoneen suunnittelu aloitettiin tekemällä raakaversio huoneen sisustuksesta paperisena. Sisustuselementtejä huoneeseen valittiin käyttötapahtumaraportteja, tukiryhmän ehdotuksia sekä toisten voimalaitosten mock-up-tiloja hyödyntäen.

Suunnittelutyötä jatkettiin tekemällä mock-up-huoneeksi tulevasta tilasta CAD-mallinnus FreeCAD-ohjelmistolla. Huoneen lisäksi mallinnettiin kaikki sisustus, joka huoneeseen oli suunniteltu. Mallinnukset tehtiin noudattaen huoneen ja sen sisustuksen oikeita mittoja. Tällä tavoin varmistettiin tilan hallinta ja mahdollisimman looginen huonekalujen sijoittelu.

Mock-up-huoneen ensimmäinen versio suunniteltiin simuloimaan voimalaitoksen oloja valvonta-alueella. Huoneen asettelun suunnitelma isoimpine sisustuselementteineen on esitetty kuvissa 10–11.



Kuva 10. Mock-up-huoneen sisustussuunnitelman CAD-mallinnus kuvattuna ylhäältä. Kuvan-kaappaus FreeCAD-ohjelmistosta.



Kuva 11. Mock-up-huoneen sisustussuunnitelman CAD-mallinnus isometrisestä kulmasta. Kuvankaappaus FreeCAD-ohjelmistosta.

Huoneeseen suunniteltiin tuotavaksi kaappeja sekä harjoitekäyttöön että varastotilaksi. Osa kaapeista tulee simuloimaan palavien tarveaineiden kaappia, irtokappalesuojainkaappia sekä siivouskaappia. Loput kaapit on tarkoitettu säilyttämään mock-up-huoneen tarvikkeita.

Kuvissa vihreinä esitetyt seinät ovat sermejä. Sermejä on yhteensä kolme kappaletta ja ne ovat täysin liikuteltavissa, mistä johtuen huoneeseen saadaan järjestettyä erilaisia välitiloja tarpeen mukaan. Ensimmäisen version asetelmassa sermit toimivat seininä, jotka rajaavat huoneesta alueet simuloituille irtokappalepuhtaalle alueelle sekä lisäenkäräjälle.

Kuvassa 10 näkyvät punaisen, sinisen sekä ruskean väriset suorakulmiot ovat aluerajauksia. Sininen aluerajaus suunnitellaan tulemaan tarkaksi varastointialueen jäljitelmäksi. Ruskea aluerajaus on puolestaan tarkoitettu jäteastioiden varastointialueeksi. Jäteastioilla pyritäisiin kouluttamaan roskien lajittelua henkilöstölle. Punaiset aluerajaukset ovat alueita, joilla kaikenlainen materiaalin säilyttäminen on kiellettyä. Toinen alueista kuvastaa palontorjuntakaluston säilytyspaikkaa, toisen rajatessa automaatiokaapin ympärystä.

Automaatiokaappi mallinnettiin huoneeseen automaatiokunnossapitoryhmän toiveesta. Tavoitteena on järjestää yksinkertainen harjoite, jolla koulutettaisiin voimalaitokselle saapuvia uusia automaatioasentajia. Automaatioasentajien harjoitteessa hyödynnetään mock-up-huoneen muita elementtejä.

Loviisan voimalaitoksen hallussa on käytöstä poistettu henkilömonitori, jota on käytetty kenkäräjällä poistuttaessa valvonta-alueelta. Henkilömonitori on vanhempaa mallia kuin nykyään kenkäräjoilla käytössä olevat monitorit, mutta se vastaa ulkonäöllisesti ja toiminnallisesti nykyisiä malleja. Henkilömonitoria hyödynnetään suunnitelmassa huoneen sisustuksessa. Sillä voidaan kouluttaa valvonta-alueelta poistumista, henkilömittausta sekä toimintaa, mikäli monitori ilmoittaa kontaminaatiohälytyksestä.

Lisäksi huoneeseen päätettiin hankkia E-dosimetrien lukijalaite sekä muutamia E-dosimetrejä. Näillä pyritään kouluttamaan lukijalaitteen oikeaoppista käyttämistä sekä oikean työkodein asettamista E-dosimetriin.

Säiliötyömenetelmiä varten suunniteltiin huoneeseen rakennutettavaksi säiliön sisäänkäyntinä toimiva huoltoluukku. Itse säiliötä huoneeseen ei rakennettaisi vaan huoltoluukku kiinnitettäisiin suoraan seinään. Luukulla voitaisiin kouluttaa henkilöstöä varmistamaan kaikkien säiliöitä edeltävien valmistelujen olevan oikein tehty. Luukku voitaisiin myös hyödyntää FME-koulutuksessa.

Loviisan voimalaitoksella on harjoituskäyttöön valmistettu monihaarainen, jalallinen putkisto, jota päätettiin hyödyntää mock-up-huoneen sisustuksessa. Putkiston pääsääntöinen tehtävä huoneessa on toimia osana FME-koulutusta. Monihaaraisen putkiston li-

säksi suunniteltiin rakennettavaksi DN50-standardin mukainen, moniosainen lisäputkisto. Putkisto koostuisi jalallisista suorista putkista, T-haaraputkista sekä 90°:n kulmapaloista. Osat liitettäisiin toisiinsa laippakiinnityksin, jolloin putkiston pituutta ja muotoa voidaan muokata halutulla tavalla. Putkisto toimisi FME-koulutuksessa, mutta tähän olisi myös mahdollista liittää erilaisia toimilaitteita, joiden käyttöä tai huoltoa voitaisiin harjoitella. Monihaaraista putkistoa voitaisiin myös tulevaisuudessa muokata siten, että tämän saisi yhdistettyä uuden putkiston kanssa. Automaatiokunnossapitoryhmä on suunnitellut asentavansa tähän putkistoon ohjattavan sulkuventtiilin sekä paineanturin.

Mock-up-huoneen seinälle suunniteltiin tulevan useita saman näköisiä käsisulkuventtiilien käsipyöriä. Tämä useamman käsipyörän keskittymä nimettiin venttiiliseinäksi. Näille käsipyörille annettaisiin voimalaitoksella käytössä olevat laitetunnukset, jotka ovat mahdollisimman samanlaiset keskenään. Tarkoituksena tällä olisi harjoittaa henkilöstön HuP-työkalujen käyttöä, kuten työn varmentamista, foneettisia aakkosia sekä parityöskentelyä.

Kerros- ja telinetyöskentelyssä huomioitavia seikkoja varten tahdottiin huoneeseen saatavan renkailla liikutettavat telineet. Telineille ei olisi tarkoitus kiivetä, vaan näistä tehtäisiin sen rakenteisiin sekä tarkastusmerkintöihin liittyviä havaintoja.

Mock-up-huoneeseen suunniteltiin lisäksi tuotavan mallinukkeja esittämään voimalaitoksen henkilökuntaa. Mallinukeilla voidaan mallintaa esimerkiksi virheellisiä toimintatapoja tai vajavaista suojarustusta.

5.4 Huoneen rakennuttaminen

Mock-up-huoneen sisustuksen hankkiminen ja rakennuttaminen aloitettiin tukiryhmän hyväksytyä esitetyt suunnitelmat. Rakennuttaminen aloitettiin käytännössä tyhjästä huonetilasta. Huonetila on toiminut ennen nykyistä tarkoitustaan konttorihuoneena, josta hyödynnettiin sermit sekä osa kaapeista.

Kuvissa 12–13 näkyy valmistuneen mock-up-huoneen kokonaiskuva. Kuva 12 on otettu kuvasta 11 katsottuna huoneen oikeasta takakulmasta, kuva 13 vasemmasta etukulmasta.



Kuva 12. Mock-up-huoneen kokonaiskuva otettuna huoneen oikeasta takakulmasta.



Kuva 13. Mock-up-huoneen kokonaiskuva otettuna huoneen vasemmasta etukulmasta.

Huoneen toteutus onnistui valtaosin CAD-mallinnettujen suunnitelmien mukaisesti. Suurimpina poikkeuksina alkuperäiseen suunnitelmaan ovat muuttuneet aluerajauksien järjestelyt sekä huoneesta puuttuvat lisäputkisto, huoltoluukku, venttiiliseinä ja automaatiokaappi.

Lisäputkisto, venttiiliseinä sekä huoltoluukku suunniteltiin tilattavan havaintoraportilla voimalaitoksen omalta hitsaushallilta. Ennen havaintoraportin laatimista pidettiin neuvottelu hitsaushallin työnjohtajan kanssa. Neuvotteluissa kävi ilmi hitsaushallin suuri työtaakka, minkä johdosta huoltoluukun valmistamisesta päätettiin luopua. Havaintoraportti laadittiin kuitenkin lisäputkiston ja venttiiliseinän rakennuttamisesta. Kyseiset materiaalit ovat raportin kirjoitushetkellä valmistuksessa, mutta myöhästyneet henkilöstön kertauskoulutuspäivien aloituksesta.

Automaatiokunnossapitoryhmä tulee asentamaan automaatiokaapin mock-up-huoneeseen myöhemmin. Samalla rajataan automaatiokaapin ympäryks mock-up-huoneen sisustussuunnitelman mukaisesti.

Palontorjuntakaluston sijainti ja aluerajaus siirrettiin mock-up-huoneen virallisen hätäuloskäynnin läheisyyteen paloturvallisuussyistä. Huoneen palosammutin on toimintakuntoinen, ja sen tulee olla nopeasti käytettävissä tulipalon sattuessa. Myös varastointialue sekä roska-astioiden säilytysalue yhdistettiin yhdeksi suuremmaksi varastointialueeksi.

Yksi tärkeimmistä ensimmäisen version mock-up-huoneen sisustuselementeistä on lisäkenkäräja. Lisäkenkäräja on keskeisessä osassa mock-up-huoneessa suoritettavassa harjoitteessa ja pitää sisällään useita koulutuksen kannalta tärkeitä seikkoja. Mock-up-huoneen harjoitteeseen palataan luvussa 6.2. Kuvassa 14 on esitetty lisäkenkäräja kaikine tarvikkeineen. Lisäkenkäräjän ja FMEZ:n tarvikkeista osa saatiin säteilyvalvontaryhmältä. Näitä tarvikkeita ovat lisäkenkäräjien puomit, lisäkenkäräjän ohjeistuskyltti telineineen sekä puhtaiden lisäsuojaimien, käytettyjen lisäsuojaimien ja roskien kyltit telineineen. Säteilysuojeluryhmä on lisäksi antanut huoneeseen yleisen säteilytason ilmaisevat huonetilaluokituskyltit, E-dosimetrit sekä näiden lukijalaitteen. Kuvassa 14 näkyvät nauhatolpat on saatu Loviisan voimalaitoksen varastolta. Nauhatolppien lisäksi varastolta on hankittu lisäkenkäräjoilla tarvittavat lisäkengänsuojat sekä suojahansikkaat. Jättesäkkilinet on ostettu huoneeseen erikseen.



Kuva 14. Mock-up-huoneen lisäkenkäräjä.

Automaatiokunnossapitoryhmä asensi mock-up-huoneen henkilömonitoriin mittauslogiikan. Henkilömonitorin logiikka imitoi Loviisan voimalaitoksen kenkäräjoilla käytössä olevien monitoreiden mittauksen kulkua. Monitorin logiikka on ohjelmoitu siten, että kaksi kolmesta mittauksesta antaa kontaminaatiohälytyksen. Tämä mahdollistaa oikeiden toimenpiteiden harjoittamisen kontaminaatiohälytyksen sattuessa. Henkilömonitorin toinen seinistä on purettu, jolloin kouluttaja näkee koulutettavan asennon ja toiminnan mitaustilanteessa ja voi tarvittaessa puuttua tähän. Myös E-dosimetreillä voidaan harjoitella näiden sisään- ja uloskirjaamista lukijalaitteen avulla. Kuvissa 15–16 näytetään mock-up-huoneen henkilömonitori sekä E-dosimetrit lukijalaitteineen.



Kuva 15. Mock-up-huoneen henkilömonitori. Henkilömonitorin opastava näyttö tilapäisesti sijoitettuna jakkaralle. Näyttö asennetaan henkilömonitorin kuvan puoleiselle sivulle.



Kuva 16. Mock-up-huoneen E-dosimetrit ja näiden säilytysteline sekä E-dosimetrien lukijalaite.

Muut vielä mainitsemattomat, huoneeseen hankitut materiaalit ovat

- kaksi mallinukkea
- mallinukkejen työasusteet sekä henkilökohtaiset suojaimet
- rakennustelineet
- palo-ovien merkintätarrat
- korkean melutason sekä räjähdysvaarallisen tilan varoituskyltit
- TLTA-, FME- sekä siivouskaapit
- siivoustarvikkeita
- tyhjiä tarveainepulloja TLTA-koulutusta varten
- muovilaatikoita sekä näiden kansia
- erilaisia tarvikkeita, kuten letkuja ja kaapeleita
- vanhentuneella tarkastusmerkinnällä varustettuja tarvikkeita
- metalliset roska-asiat sekä näiden merkintätarrat
- merkintäkortteja
- puinen kuormalava
- erilaisia Loviisan voimalaitoksen laitetunnuksia
- kirjallisuutta ja muistikortteja mock-up-harjoitteiden tueksi
- kirjallisuuden ja muistikorttien hyllykkö.

6 Harjoitusten suunnittelu ja toteutus

Mock-up-harjoitusten suunnittelu aloitettiin huoneen sisustuksen suunnitelmien valmistuttua ja tämän rakennuttamisvaiheen alettua. Tarkoituksena oli suunnitella koko henkilöstölle sopivat harjoitteet heidän työtehtävistään riippumatta.

Koulutuksen rakenne muuttui useaan kertaan kehitystyön edetessä. Ensimmäisenä suunnitelmana oli järjestää mock-up-huoneessa useita yksittäisiä tehtäviä, joista kukin käsittelee omaa aihealuettaan lukujen 4.1–4.6 mukaisesti. Näissä harjoitteissa suunniteltiin myös hyödynnettävän lisättyä todellisuutta (AR) ionisoivan säteilyn simuloimiseksi. Näistä suunnitelmista kuitenkin luovuttiin tiukentuneen koulutusaikataulun vuoksi.

Seuraava suunnitelma oli tehdä mock-up-huoneessa useita harjoitteita rastien muodossa. Suunnitelmassa haettiin vahvasti inspiraatiota OKG:n ydinvoimalaitoksen mock-up-tiloista. Lukujen 4.1–4.6 mukaan suunnitelluissa harjoitteissa koulutusaika olisi käytetty kiertämällä kukin rasti kertaalleen lävitse. Tukiryhmä koki tämän suunnitelman hyväksi puhuttaessa uusista voimalaitoksen työntekijöistä sekä voimalaitokselle saapuvista urakoitsijoista. Nämä harjoitteet kuitenkin tulisivat käyttöön Loviisan voimalaitoksen henkilöstön kertauskoulutuspäiville, jonne kyseinen harjoituskonsepti miellettiin liian yksinkertaiseksi.

Ensimmäisen version mock-up-koulutuksissa päädyttiin ratkaisuun, jossa järjestetään kolme erillistä rastia. Rastien harjoitteiden teemat tukevat kaikkia lukujen 4.1–4.7 aihealueita sekä Loviisan voimalaitoksen vuoden 2019 teemoja. Kullekin rastille on varattu oma huonetilansa. Mock-up-huone ja kaksi muuta koulutuksiin varattua huonetta on sijoitettu vierekkäin koulutustoimintaan käytettävässä rakennuksessa. Kyseinen järjestely koettiin ajankäytöllisesti tehokkaimmaksi ratkaisuksi. Myös rasteille suunnitellut harjoitteet todettiin olevan riittävän haastavia sekä monipuolisia käytettäväksi koko henkilöstön kertauskoulutuspäivillä. Koulutuksen kulku sekä koulutuksien rastit on esitetty luvussa 6.1–6.5.

6.1 Aloituspalaveri

Koulutustilaisuus aloitetaan aloituspalaverilla, jossa käydään läpi koulutettavien kanssa harjoitustilaisuuden kulku sekä rasteilla suoritettavat tehtävät lyhyesti. Koulutettavat jaetaan lisäksi kolmeen ryhmään, yksi kullekin rastille. Aloituspalaverissa on myös varattu aikaa mahdollisille kysymyksille sekä näihin vastaamiseen. Aloituspalaverin tarkoituksena on harjoitustilaisuuden esittelyn lisäksi jalkauttaa HuP-työkalujen käyttöä henkilöstön työruutiineihin.

6.2 Havainnointikierrros

Havainnointikierroksen suorituspaikkana on luvussa 5 esitetty mock-up-huone. Harjoitteissa huoneeseen on piilotettu 20 erilaista epäkohtaa, jotka eivät ole sallittuja voima-

laitoksella. Epäkohdat voivat olla esimerkiksi puutteita työntekijöitä esittävien mallinukkejen varustuksessa, paloturvallisuusriskejä tai vääriä työkäytäntöjä. Koulutettavien tehtävänä huoneessa on löytää mahdollisimman monta näistä epäkohdista sekä suorittaa näille korjaavat toimenpiteet sen mukaan, miten ne on mahdollista huoneessa toteuttaa. Korjaavia toimenpiteitä voidaan myös kysellä koulutettavilta.

Huoneessa tulee myös liikkua ja toimia sen mukaan, mitä voimalaitosaluetta huone kulloinkin simuloi. Vaikka mock-up-huoneen ensimmäinen versio simuloi valvonta-alueen oloja, ei siellä vaadittavan työ- ja suojavaatetuksen pukemista veloiteta aikataulullisista syistä. Koulutettavien tulee kuitenkin ottaa itselleen E-dosimetri ja kirjata itsensä sisälle ennen valvonta-alueelle astumista. Myös astuttaessa irtokappalepuhtaalle alueelle tai lisäkenkärajan sisälle tulee koulutettavien varustautua opasteissa ilmoitettuihin lisäsuojavarusteisiin.

Havainnointikierroksen lopuksi suoritetaan vielä harjoite, jossa opetellaan havaintoilmoituksen, palvelupyynnön tai havaintoraportin laatimista. Raporttityyppi määräytyy sen mukaan, mistä huoneesta löytyneestä epäkohdasta kouluttaja antaa tehtäväksi raportoida. Raportointi suoritetaan voimalaitoksen tietokannan testiympäristöön.

Havainnointikierron tehtävään on myös lisätty leikkimielinen kilpailu. Kultakin tehtävän suorittaneelta ryhmältä kerätään pisteytystä sen mukaan, kuinka monta epäkohtaa havaittiin ja kuinka monelle näistä suoritettiin korjaavat toimenpiteet. Kilpailulla pyritään koulutettavien motivoinnin lisäksi estämään tietoa leviämästä siitä, millaisia epäkohtia huoneeseen on mahdollisesti mallinnettu ja mistä näitä voisi löytää.

Epäkohtia on huoneeseen mallinnettavissa useita kymmeniä, ja epäkohtien listaa päivitetään jatkuvasti. Kouluttaja valitsee kullekin harjoitustilaisuudelle omat epäkohtansa ja pitää kirjaa opetettavien tekemistä havainnoista ja korjauksista. Havainnointikierruskoulutuksessa käytettävä epäkohtien listaus löytyy tämän raportin liitteestä 1. Lisäksi joitakin näistä epäkohdista on havaittavissa kuvissa 12–14.

Harjoitteessa sekoitetaan kaikkia luvussa 4 esitetyistä teemoista. Lisäksi harjoite on vahvasti sidoksissa Loviisan voimalaitoksen Taito-teemaan.

6.3 Aivorihi

Aivorihi-harjoite järjestetään koulutusrakennuksen kokoustilassa. Harjoite toteutetaan perinteisen koulutusluennon tapaan. Koulutuksen pääpaino on kuitenkin kouluttajan sijasta koulutettavilla.

Harjoitetta varten on valmistettu useita PowerPoint-esityksiä, jotka käsittelevät eri aihealueita voimalaitostyöskentelystä. Jokainen esitys etenee saman kaavan mukaisesti: ensimmäisellä dialla on esitettynä kysymys, jonka kouluttaja esittää koulutettavalle ryhmälle. Tämän jälkeen ryhmä työskentelee yhdessä ongelman ratkaisemiseksi. Saatuaan vastauksen tehtävänantoon siirtyy kouluttaja seuraavalle dialle, jolla kerrotaan oikea vastaus annettuun tehtävään. Oikean vastauksen paljastuksen jälkeen voidaan asiasta tarpeen mukaan keskustella ja koulutettavat voivat esittää kysymyksiä kouluttajalle. Jokaisessa esityksessä on useampi tehtävä samasta aihealueesta.

Ensimmäisille kertauskoulutuspäiville valikoitiin käytettäväksi irtokappalesuojausta sekä turvallisuusluokiteltuja tarveaineita käsittelevät esitykset. Muut rastille suunnitellut esitykset käsittelevät ensiavun antoa, haavan saamista valvonta-alueella, korkealla työskentelyä sekä pari- tai ryhmätyöskentelyä vaativien työtehtävien yksin suorittamista.

TLTA-esityksessä annetaan koulutettaville tehtäväksi valita kuvitteelliselle työtehtävälle soveltuvat tarveaineet. Tehtävänannossa kerrotaan työtehtävän lisäksi työkohteen sijainti. Esitystä varten huoneeseen on tuotu tyhjiä ja puhdistettuja aerosolipulloja, jotka on varustettu eri TLTA-merkintätarroilla. Ryhmän tulee valita näistä pulloista ne tarveaineet, jotka soveltuvat annettuun työhön. Oleellista ei ole se, tarvitseeko ainetta työssä oikeasti, vaan se, mitä TLTA-luokkaa tarveaine edustaa.

FME-esityksessä on joukko kuvia, joissa irtokappalesuojaus on jollain tapaa puutteellista tai vääränlaista. Koulutettavien tulee etsiä kuvasta nämä virheet ja ilmoittaa näistä kouluttajalle. Esityksessä perustellaan myös, miksi irtokappalesuojaus on tärkeää kuvassa olevassa tilanteessa.

Harjoitteessa käsitellään etenkin kemikaaliturvallisuutta sekä irtokappaleiden hallintaa. Esityksiä vaihtamalla voidaan kuitenkin harjoitteen teemoja muuttaa käsittelemään myös

työ- ja säteilyturvallisuutta sekä ensiapua. HuP-työkalujen käyttöä koulutetaan harjoitteissa koulutettavien ryhmätyöskentelyn kautta.

6.4 Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen

Virtuaalitodellisuuden (VR) harjoitteiden ensisijainen tarkoitus on tutustuttaa voimalaitoksen henkilöstöä VR-maailmaan sekä VR-laitteiston käyttöön. Tulevaisuuden tavoitteena Loviisan voimalaitoksella on kasvattaa VR-koulutuksien määrää, etenkin erityistä tarkkuuta vaativissa tehtävissä.

VR-harjoitteet suunniteltiin yhteistyössä LUT-yliopiston diplomityöntekijä Ville Pitkäsen kanssa. Pitkänen oli vastuussa harjoitteiden kehittämisestä ja toteutuksesta. Hän toimi myös VR-harjoitteiden ohjaajana ja kouluttajana. VR-harjoitteiden toteutuksesta sekä käyttäjäkokemuksista voi lukea hänen diplomityöstään *Utilization of Virtual Reality in Loviisa NPP*. Pitkäsen diplomityön arvioitu valmistuminen on kesällä 2019.

VR-harjoitteisiin suunniteltiin kolme lyhytkestoista skenaariota, joilla pääasiassa harjoiteltiin HuP-työkalujen käyttöä sekä paloturvallisuutta. Skenaariot helpoimmasta vaikeimpaan ovat seuraavat: tulipalo koulutusrakennuksessa, vuotavan putken erotus sekä säiliön sisäpuolinen tarkastus.

Tulipalo koulutusrakennuksessa -skenaariossa koulutettava henkilö oppii VR-todellisuuden perusteet. Koulutettava sijoitetaan koulutusrakennuksen VR-mallinnukseen, jossa hän saa rauhassa tutustua VR-laitteistolla tehtäviin perustoimintoihin, kuten liikkumiseen sekä esineisiin tarttumiseen. Jonkin ajan kuluttua satunnaiseen paikkaan rakennuksessa syttyy tulipalo. Koulutettavan minimitavoite on poistua rakennuksesta. Koulutettava voi kuitenkin yrittää sammuttaa paloa VR-maailmasta löytyvällä alkusammutuskalustolla. Mikäli alkusammutus kuitenkin epäonnistuu, henkilön täytyy pelastautua rakennuksesta.

Vuotavan putken erotus -skenaariossa henkilö sijoitetaan VR-maailmassa käytävälle, jonka seinillä on lukuisia venttiilien käsipyöriä. Käytävän päässä on useita pysty- ja poikisuuntaisia putkia, joista yksi vuotaa vuolaasti. Koulutettavan tulee erottaa vuoto sulkeamalla oikea venttiili. Oikean venttiilin löytämiseksi koulutettavan täytyy tehdä yhteistyötä kommunikoimalla ryhmäläisensä kanssa. Ryhmäläiselle on annettu paperinen ohje,

josta näkyy, mitkä käytävän seinillä olevista venttiileistä ovat yhteydessä mihinkin putkeen. Mikäli oikea venttiili suljetaan, veden vuoto lakkaa. Jos kuitenkin suljetaan väärä venttiili, VR-laitteistoa käyttävä henkilö kuulee varoitussäänen, joka ilmoittaa tapahtuneesta virheestä.

Säiliön sisäpuolinen tarkastus -skenaariossa koulutettava sijoitetaan VR-maailmassa huoneeseen, missä on suuri säiliö. Säiliön huoltoluukku on avattu, ja koulutettavan vierestä lattialta löytyy taskulamppu. Koulutettavan tulee löytää säiliön sisään mallinnettu halkeama suorittamalla sen sisäpuolisille pinnoille silmämääräinen tarkastus taskulampun avulla. Ennen säiliöön kurkistamista koulutettavan täytyy tarkastaa huoltoluukun vierestä löytyvä säiliötyöohje. Ohjeesta ilmenee muun muassa happimittauksen tulos sekä mittauspäivämäärä. Säiliön sisälle ei saa mennä, mikäli happimittauksen arvo on alle 20 % tai jos mittausta ei ole suoritettu kyseisenä päivänä. Jos säiliön sisälle kurkistetaan ohjeessa näkyvistä virheistä huolimatta, happimittarin hälytysääni alkaa kuulumaan virheen merkiksi. Säiliön pohjalle on myös mahdollista pudota, mikäli koulutettava astuu liian syvälle säiliöön tai nojautuu liikaa eteenpäin.

6.5 Lopetuspalaveri

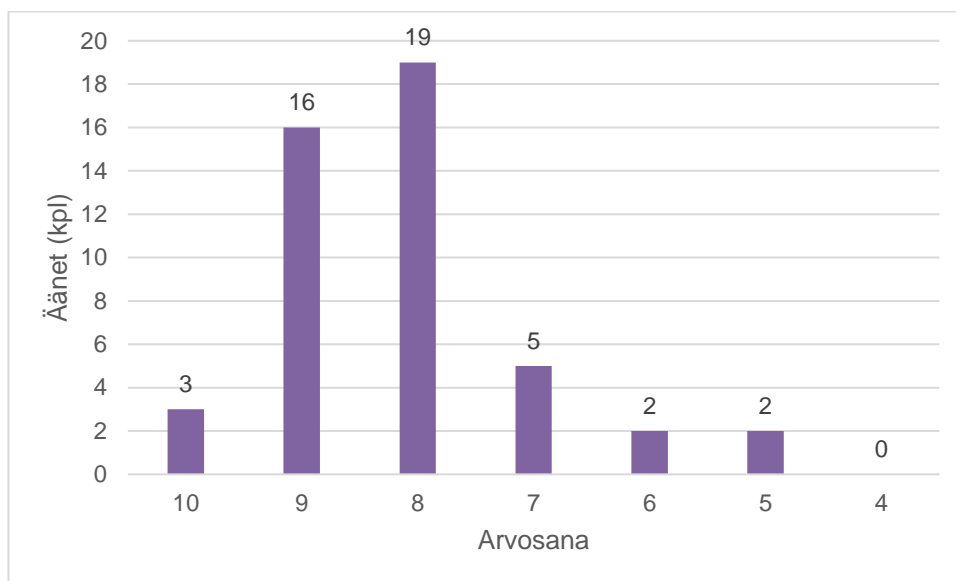
Lopetuspalaverilla on aloituspalaverin tavoin tarkoitus jalkauttaa HuP-työkaluja voimaitoksen työkuultuuriin. Sillä myös kerätään tietoa koulutettavien tekemistä havainnoista ja vastaanotetaan koulutettavien antamaa palautetta harjoitteista. Saadulla palautteella kehitetään mock-up-harjoitteita ja -huonetta. Lisäksi lopetuspalaverissa annetaan palautetta koulutettavien suorituksesta harjoitteissa.

6.6 Palaute ja erikoismaininnat

Mock-up-huone sekä mock-up-harjoitteet tulivat ensi kertaa käyttöön osana Loviisan voimaitoksen kevään 2019 kertauskoulutuspäiviä. Ensimmäisten harjoitustilaisuuksien jälkeen saatu palaute on ollut valtaosin positiivista.

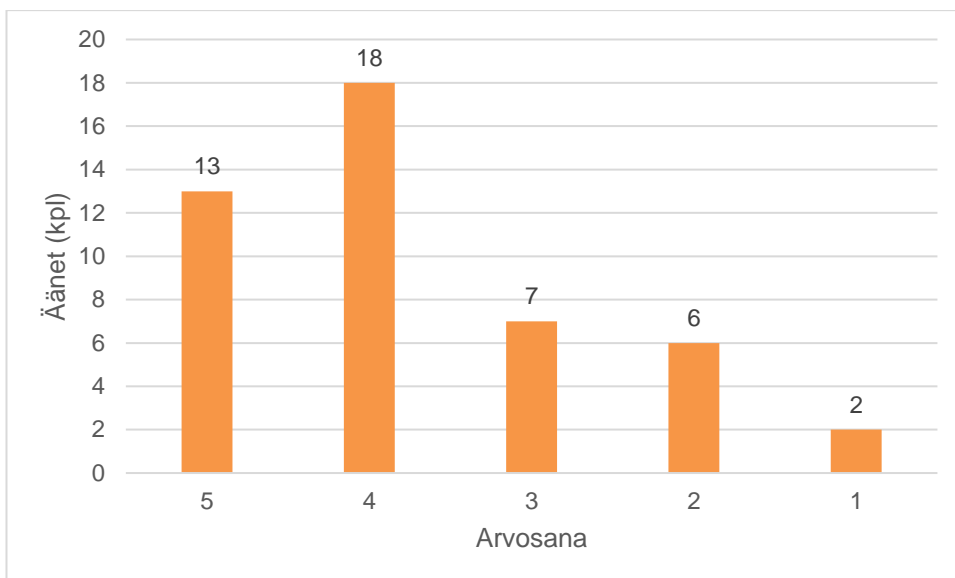
Käyttöyksikön kertauskoulutuspäivien jälkeen lähetettiin koulutuksen käyneille palautekysely. Kyselyssä annettiin muun muassa kokonaisarvosana koko kertauskoulutuspäiville asteikolla 4–10. Lisäksi voitiin antaa erilliset arvosanat kullekin koulutuspäivien osuudelle asteikolla 1–5. Kyselyyn vastasi 47 henkilöä. [Perusraportti: Käyttöyksikkö K-päivä kevät 2019.]

Kuvassa 17 on esitetty koulutuksen käyneiden henkilöiden kokonaisarvosanojen jakautuminen käyttöyksikön kertauskoulutuspäivistä. Koko kertauskoulutuspäivien keskiarvo on 8,15 ja mediaani 8 [Perusraportti: Käyttöyksikkö K-päivä kevät 2019].



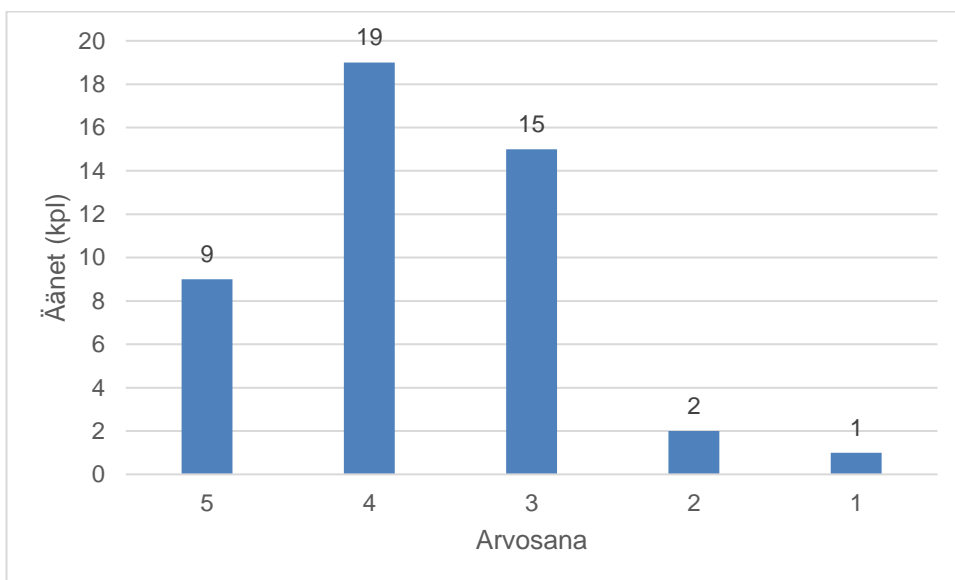
Kuva 17. Käyttöyksikön kertauskoulutuspäivien kokonaisarvosanojen jakautuminen [Perusraportti: Käyttöyksikkö K-päivä kevät 2019].

Kuvassa 18 havainnollistetaan havainnointikierrös-harjoitteen arvosanojen jakautumista. Kaikista palautteen antaneista 46 antoi tälle harjoitteelle erillisen arvioinnin. Harjoitteen keskiarvo on 3,66 ja mediaani 4. [Perusraportti: Käyttöyksikkö K-päivä kevät 2019.]



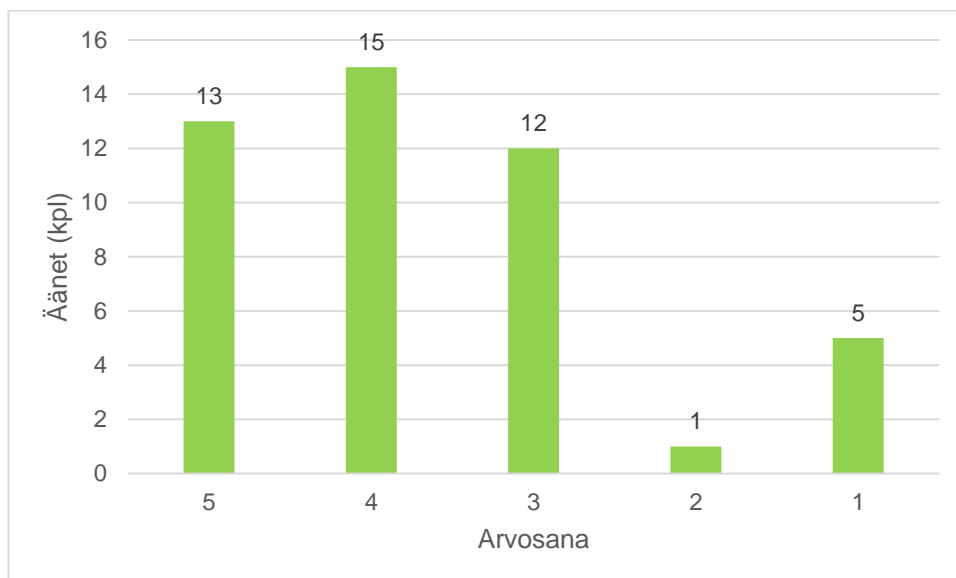
Kuva 18. Havainnointikierros-harjoitteen arvosanojen jakautuminen [Perusraportti: Käyttöyksikkö K-päivä kevät 2019].

Aivoriihi-harjoitteelle annettiin havainnointikierros-harjoitteen tavoin 46 arviota. Sen keskiarvo on 3,64 ja mediaani 4. [Perusraportti: Käyttöyksikkö K-päivä kevät 2019.] Kuvassa 19 esitetään aivoriihi-harjoitteen arvosanojen jakautuminen.



Kuva 19. Aivoriihi-harjoitteen arvosanojen jakautuminen [Perusraportti: Käyttöyksikkö K-päivä kevät 2019].

Myös VR-harjoitteille annettiin 46 arviota. VR-harjoitteiden keskiarvo on 3,57 ja mediaani 4. [Perusraportti: Käyttöyksikkö K-päivä kevät 2019.] Kuvassa 20 nähdään VR-harjoitteille annettujen arvosanojen jakautuminen.



Kuva 20. VR-harjoitteiden arvosanojen jakautuminen [Perusraportti: Käyttöyksikkö K-päivä kevät 2019].

Lisäksi mock-up-harjoitteet palkittiin Fortum Safety Award -palkinnolla Fortum Awards -kilpailussa toukokuussa 2019. Palkinnon valintakriteereinä ovat henkilön tai ryhmän esimerkillisyys sekä turvallisuuden edistäminen vuoden aikana. [Osallistu Fortum Awards -kilpailuun! 2018].

7 Yhteenveto

Insinöörityön tavoitteena oli suunnitella ja rakennuttaa mock-up-koulutustilat sekä mock-up-harjoitteet Loviisan ydinvoimalaitokselle. Sekä harjoitteiden että huoneen oli määrä valmistua Loviisan voimalaitoksen koko henkilöstön kevään 2019 kertauskoulutuspäiville.

Mock-up-huoneen sisustus sekä mock-up-harjoitteet suunniteltiin tukiryhmän avustuksella vastaamaan kertauskoulutuspäivien tarpeita. Harjoitteilla pyrittiin myös kattamaan

mahdollisimman laajalti ne aihealueet, jotka jokaisen voimalaitostyöntekijän tulisi tuntea. Harjoitteet myös kehitettiin silmällä pitäen voimalaitoksen vuoden 2019 teemoja. Lisäksi harjoitteiden suunnittelussa hyödynnettiin Loviisan voimalaitoksen sisäisiä käytötapah-tumaraportteja sekä eri työryhmien asiantuntijoiden havaintoja.

Mock-up-huone ja -harjoitteet valmistuivat määräaikaan mennessä, ja näistä saatu suul-linen ja kirjallinen palaute on ollut positiivista. Harjoitteiden koetaan myös olevan henki-löstölle tarpeeksi haastavia. Koulutustilaisuuden on kerrottu olevan miellyttävä. Kuitenkin osa mock-up-huoneeseen suunnitelluista ja tilatuista materiaaleista myöhästyi kertaus-koulutuspäivien aloituksesta. Tästä huolimatta voidaan todeta insinööriyölle asetetut ta-voitteet saavutetuiksi. Myöhästyneiden materiaalien poissaolo ei haitannut harjoitteiden suorittamista.

Mock-up-huone tulee olemaan tulevaisuudessakin osa Loviisan voimalaitoksen koulu-tustoimintaa. Useat työryhmät voimalaitoksella ovat lisäksi kiinnostuneet huoneen po-tentiaalista heidän työtehtäväkohtaisissa koulutuksissaan. Mock-up-huone voisi mahdol-lisesti tulla myös osaksi uusien voimalaitoksen työntekijöiden ja urakoitsijoiden perehdy-tyskoulutusta.

Kehitetty mock-up-huone on vasta ensimmäinen versio, ja sitä tullaan kehittämään tule-vaisuudessa paremmaksi muun muassa kertauskoulutuspäiviltä saatavan palautteen avulla. Lisäksi huoneeseen suunnitellut, mutta ensimmäisistä koulutustilaisuuksista hy-lätyt harjoitteet tulevat hyötykäyttöön tulevaisuudessa mock-up-huonetta kehitettäessä.

Lähteet

Buddas, Thomas. 2018. Ydinturvallisuusyksikön organisaatio. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Ek, Aila; Katajala, Satu & Leinonen, Ruusaliisa. 2017. Loviisan voimalaitoksen johtosääntö. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Elovaara, Anna. Tulokoulutus yleisosa 2017. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Energiantuotantomme. 2018. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/energiantuotantomme>>. Luettu 2.1.2019.

Eurasto, Timo. 2018. Käyttöyksikön organisaatio ja tehtäväalueet. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Fortum maailmalla. 2018. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/fortum-maailmalla>>. Luettu 28.12.2018.

Fortum Suomessa. 2018. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/fortum-maailmalla/fortum-suomessa>>. Luettu 28.12.2018.

Hietämäki, Minttu. 2017. Tilojen luokittelu ja säteilyolosuhteiden seuranta. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Holmberg, Katarina & Laitinen, Kaisa. 2018a. Osaamisen hallinta ja koulutustoiminta. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Holmberg, Katarina & Laitinen, Kaisa. 2018b. Loviisan voimalaitoksen koulutusohje. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Hyvä tietää säteilystä. 2007. Helsinki: Energiateollisuus

Hyypiä, Jaakko. 2018a. Työskentely valvonta-alueella. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Hyypiä, Jaakko. 2018b. Säteilyaltistuksen seuranta. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Hännikäinen, Ilkka. 2016a. Työturvallisuusjärjestelmä. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Hännikäinen, Ilkka. 2016b. Henkilökohtaisten suojarahusteiden käyttö Loviisan voimalaitoksella. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Hännikäinen, Ilkka. 2016c. Työvälineiden tarkastukset. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Hännikäinen, Ilkka. 2018a. Työt säiliöissä. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Hännikäinen, Ilkka. 2018b. Opasteiden ja varoitusmerkkien käyttö Loviisan voimalaitoksella. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Hännikäinen, Ilkka. 2018c. Aloitus- ja lopetuspalaverikäytännöt sekä työn varmennusmenettelyt. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Ionisoiva säteily. 2015. Verkkoaineisto. STUK. <<https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateilyon/ionisoiva-sateily>>. Päivitetty 15.5.2015. Luettu 8.4.2019.

Irtokappalepuhdas alue. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Kontio, Timo. 2019. Tulokoulutus, säteilyosa. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Krouvi, Timo. 2015. Telinetyöt Loviisan voimalaitoksella. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Kuittinen, Nina. 2017. Käyttötapahtumien tutkinta. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Kuittinen, Nina. 2018. Sisäinen käyttökokemustoiminta. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Laadukas toiminta ja kenttähavainnointi. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Laakso, Anne-Mari. 2019. Taito, Varma ja Turva. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Laakso, Anssi. 2017. Kunnossapitotekniikan organisaatio ja tehtäväalueet. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Lampén, Miia & Pussinen, Miro. 2018. Ulkoinen käyttökokoiminta. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Loviisan voimalaitos. 2018. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/energiantuotantomme/voimalaitoksemme/loviisan-voimalaitos>>. Luettu 28.12.2018.

Loviisan ydinvoimalaitos. 2018. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/energiantuotantomme/voimalaitoksemme/loviisan-ydinvoimalaitos>>. Luettu 4.1.2019.

Lämmön tuotanto. 2018. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/energiantuotantomme/ammassuon-biolampolaitos-askel-kohti-hiili-neutraalia>>. Luettu 4.1.2019.

Mattila, Einari. 2016. Puhdastasennusohje. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Niiranen, Joni. 2015. Turvallisuusluokitellut tarveaineet (TLTA). Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Niiranen, Joni. 2018. Kemikaalien hallinta Loviisan voimalaitoksella. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Niskanen, Jatri. 2018. Palosuojelu ja pelastustoiminta. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Nuclear Fission: Basics. 2015. Verkkoaineisto. Atomic Archive. <<http://www.atomicarchive.com/Fission/Fission1.shtml>>. Luettu 14.4.2019.

Näin ydinvoimalaitos toimii. Verkkoaineisto. Fennovoima. <<https://www.fennovoima.fi/ydinvoima/nain-ydinvoimalaitos-toimii>>. Luettu 14.4.2019.

Osallistu Fortum Awards -kilpailuun!. 2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Oyj.

Perusraportti: Käyttöyksikkö K-päivä kevät. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Pirinen, Henri. 2010. Laitoksen yleiskuvaus (LO 1&2). Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Päivärinta, Jukka. 2018. Henkilöstö- ja liiketoimintayksikön organisaatio. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Revisiopuhelinluettelo. 2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

ST 1.6. 2009. Verkkoaineisto. STUK. <<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST1-6?toc=1>>. 10.12.2009. Luettu 21.2.2019.

Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos. 2015. Verkkoaineisto. STUK. <<https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/ihmisen-radioaktiivisuus/suomalaisen-keskimääräinen-sateilyannos>>. Luettu 9.2.2019.

Suomen ydinvoimalaitokset. 2018. Verkkoaineisto. STUK. <<https://www.stuk.fi/aiheet/ydinvoimalaitokset/suomen-ydinvoimalaitokset>>. Päivitetty 12.2.2018. Luettu 28.12.2018.

Suurimmat osakkeenomistajat. 2018. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/sijoittajille/osaketietoa/suurimmat-osakkeenomistajat>>. Päivitetty 30.11.2018. Luettu 28.12.2018.

Tulonen, Jarkko. 2017. Loviisan voimalaitoksen varastointimenettelyt. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Tulonen, Jarkko. 2018. Loviisan voimalaitoksen kuljetusmenettelyt. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Tuulivoima. 2018. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/energiantuotantomme/tuulivoima>>. Luettu 4.1.2019

Tuunanen, Jari. 2018. Ydinpolttoaine- ja jätehuolto -yksikön organisaatio. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

TVO-konserni. Verkkoaineisto. TVO. <<https://www.tvo.fi/tvokonserni>>. Luettu 3.1.2019.

Tämä on Fortum. 2018. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/toimimme-puhtaamman-maailman-puolesta>>. Luettu 28.12.2018.

Vanhanen, Olli. 2016. Yritysturvallisuusyksikön tehtäväkuvaus. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Villikka, Petri. 2017. Työnsuunnittelu ja työmääräinkäytännöt. Yrityksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Voimalaitoksemme. 2018. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/energiantuotantomme/voimalaitoksemme>>. Luettu 28.12.2018.

Vuosikatsaus 2017. Verkkoaineisto. Fortum Oyj. <<http://annualreport2017.fortum.com/fi/>>. Luettu 3.1.2019.

VVER tänään. Verkkoaineisto. ZAO Rusatom Overseas. <https://fennovoima.fi/sites/default/files/media/documents/VVER%20t%C3%A4n%C3%A4nC3%A4nC3%A4n%20esite%20suomi_0.pdf>. Luettu 28.12.2018.

Väkevä, Antti. 2019. Tulokoulutus. Laitoksen sisäinen dokumentti. Fortum Power and Heat Oy, Loviisan voimalaitos.

Ydinvoimalaitostekniikan perusteita. Verkkoaineisto. STUK. <https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirjasarjaV_ydinturvallisuus_2.pdf/74b3643c-419f-4381-89ff-423e406f98b1>. Luettu 14.4.2019.

Ydinvoimalaitostyyppit. 2015. Verkkoaineisto. STUK. <<https://www.stuk.fi/aiheet/ydinvoimalaitokset/miten-ydinvoimalaitos-toimii/ydinvoimalaitostyyppit>>. Päivitetty 8.7.2015. Luettu 28.12.2018.

YJH-2015. Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten ydinjätehuollon ohjelma vuosille 2016–2018. 2015. Posiva Oy.

YVL A.10. 2019. Verkkoaineisto. STUK. <<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/YVLA-10#a1>>. Luettu 9.4.2019.

Havainnointikierros-harjoitteen epäkohtalistaus

Huoneessa	Epäkohta	CHECK	Korjaava toimenpide	CHECK
	Palontorjuntakaluston alueella ylimääräistä tavaraa		Tavaran siirtäminen pois alueelta	
	Hätäpoistumistieillä kulkesteita		Tavaran siirtäminen pois alueelta	
	Palo-ovi/-ovet auki		Ovien sulkeminen	
	E-dosimetri ja/tai henkilötunnus ei toimi		Yhteys säteilyvalvoajaan, vian selvitys	
	Tavaraa varastoituna varastointialueen ulkopuolella		Tavaran siirtäminen varastointialueelle	
	FMEZ:lla irtokappaleita		IK:n keruu	
	FMEZ:n kengänsuojien palautuspiste puuttuu		Ilmoitus säteilyvalvojille	
	Mannekiinilla koru FMEZ:lla ja/tai valvonta-alueella		Mannekiinin puhuttelu	
	Mannekiinilla FMEZ:lla tarvikkeita ilman putoamissuojausta		Mannekiinin puhuttelu	
	Mannekiinin varustus virheellinen tilanteeseen nähden		Mannekiinin puhuttelu	
	Mannekiinin dosimetri(t) poissa taskuista tai kokonaan		Mannekiinin puhuttelu	
	Telinekortti vanhentunut		Telinekortin kääntö "STOP"-asentoon	
	Telineen jarrut auki osittain tai kokonaan		Jarrujen kiinnitys	
	Telineestä puuttuu jalkalistat		Soitto telinekortissa esitetylle yhteyshenkilölle	
	Turvaväljaiden tarkastusmerkintä vanhentunut		Turvaväljaiden toimitus työkaluvarastolle	
	Roskia lajiteltu väärin		Roskien siirto/soitto jätehuoltoon	
	Juomia mahdollisesti nautittu valvonta-alueella		Havaintoilmoitus	
	Puulavojen virheellinen säilytys		Havaintoilmoitus	
	Puulavoja valvonta-alueella		Soitto/palvelupyynnö	

	Merkintäkortti vanhentunut ja/tai puutteellinen		Soitto yhteyshenkilölle, havaintoilmoitus
	Tavaraa säilyssä ilman merkintäkorttia		Soitto aluevastaavalle, havaintoilmoitus
	TLT-aineet ilman merkintää tai kiellettyjä alueella		Yhteys kaapin vastuuhenkilöön, havaintoilmoitus
	TLT-aineita vanhentuneella päiväyksellä		Yhteys kaapin vastuuhenkilöön, havaintoilmoitus
	TLTA-kaapista uupuu vuotokaukalot		Yhteys kaapin vastuuhenkilöön
	ATEX-tiloihin soveltumattomia sähkölaitteita		Sähkölaitteiden käytöstä poisto
	Säteilyvaaralappu puutteellinen		Ilmoitus säteilyvalvojille
	Katkoteräveitsi työkohteella		Toimitus työkaluvarastolle
	KZ-tunnus irti		Tunnuksen vienti palautuslaatikkoon
	LKV-tunnukset puuttuvat venttiileiltä		Havaintoraportti
	Lisäkenkärajojen tarvikesakit väärän värisiä/teipattu seinään		Ilmoitus säteilyvalvojille
	Palavia aineita liikaa työkohteella		Aineiden siirto tarveainekaappiin, havaintoilmoitus
	Irtokappale putkistossa		Poisto jos mahdollista, havaintoilmoitus
	Irtokappalesuojaus vääränlainen		Irtokappalesuojauksen muutto oikeanlaiseen
	Irtokappalesuojaus vajavainen tai puuttuu kokonaan		Avoimien yhteiden irtokappalesuojaus
	FME-kaapissa tai putkistossa rikkiäisiä suojahuppuja		Suojahuppujen vienti ros kiin, putken suojaus
	Varusteita vanhalla tarkastusmerkinnällä tai kokonaan ilman		Varusteiden vienti työkaluvarastolle
	Venttiilistä puuttuu osia		Havaintoraportti
	Putkiston laipan pultti löysällä		Havaintoraportti
	Siivoton työkohde		Soitto työpisteen yhteyshenkilölle

	Työmääräimetön työkohde			Soitto työ kesken - lapun henkilöille	
	Työmääräin ja työkohde eivät täsmää			Soitto työmääräimen yhteyshenkilölle	
	Teippiroskaa ja/tai -virityksiä huoneessa			Roskien siirto roskiin	
	Irtolikkaa lattialla tai muilla tasoilla			Lian puhdistus	
	Öljy-, vesi- tai höyryuoto			Vuotokaukalon asettaminen, havaintoraportti	
	Kirkasta muovia valvonta-alueella			Muovin siirto roskiin	