

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

BH10A0202 Energiatekniikan kandidaatintyö

Käyttötilojen vaihtojen hallinnollisten menettelyjen
sähköistäminen Loviisan voimalaitoksella

Electrification of administrative procedures regarding
changes of usage-modes at Loviisa Nuclear Power Plant

Työn tarkastaja: Vesa Tanskanen

Työn ohjaaja: Vesa Tanskanen ja Kaisu Leino

Lappeenranta 16.10.2018

Otto Puustinen

TIIVISTELMÄ

Opiskelijan nimi: Otto Puustinen

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyön ohjaaja: Vesa Tanskanen ja Kaisu Leino

Kandidaatintyö 2018

Sivuja 37 ja kuvia 9

Hakusanat: Loviisan voimalaitos, Polarion ALM, käyttötila, tarkastuslista, sähköistäminen, turvallisuustekniset käyttöehdot

Ydinvoimalaitosten vuosihuoltoihin liittyvissä alas- ja ylösajoissa on täytettävä lukuisia käyttötilanvaihdolle asetettuja vaatimuksia. Ennen jokaista käyttötilanvaihtoa on vaatimukset tarkastettava ja kuitattava tarkistuksen merkiksi. Loviisan voimalaitoksella vaatimuksien tarkastuksille on ollut käytössä paperiset tarkastuslistat. Pelkästään vaatimusten kuittauksiin kuluu paljon aikaa, koska tarkastuslistat ovat pitkiä. Tässä työssä tutkitaan Loviisan voimalaitoksen käytössä olevien tarkastuslistojen siirtoa sähköiseen muotoon. Sähköisten listojen alustana tulee toimimaan Polarion ALM -ohjelmisto.

Tarkastuslistojen sisältämät vaatimukset tulevat turvallisuusteknisistä käyttöehdoista (TTKE). TTKE on ydinenergia-asetuksen (YEA) määräämä asiakirja, jonka olemassaolo on edellytys ydinvoimalaitoksen käyttöluvan saamiselle.

Tässä työssä käydään läpi tarkastuslistojen sähköistämisen prosessi, jotta tätä työtä voi käyttää oppaana tämän työn jälkeisessä kehitystyössä. Ennen sähköistämisen prosessia on kuitenkin oleellista tutkia Polarion ALM -ohjelmistoa ja sen mahdollistamia etuja tarkastuslistojen kuittauksissa, jotta paperisten ja sähköisten tarkastuslistojen vertailu olisi konkreettisempää.

Tarkastuslistojen sähköistämällä voidaan mahdollistaa helpompi ja nopeampi tapa suorittaa tarkastusten kuittauksia. Myös kuittauksien seuranta laitoksen alas- ja ylösajossa on helpompaa ja vaivattomampaa sähköisellä kuin paperisella tarkastuslistalla, koska sähköisen tarkastuslistan kuittauksien seuranta voidaan seurata reaaliajassa.

SISÄLLYSLUETTELO

Symboli- ja lyhenneluettelo	4
1 Johdanto	5
1.1 Tausta	5
1.2 Tavoite ja rajaukset	7
1.3 Työn rakenne	8
2 Loviisan voimalaitoksen käyttötilanvaihtojen tarkastukset ja niihin liittyvät riskit	9
2.1 Turvallisuustekniset käyttöehdot	9
2.2 Alas- ja ylösajokansioiden luonti	12
2.3 Tarkastusten seuranta	13
2.4 Paperisen tarkastuslistan käyttöön liittyvät riskit ja ongelmat	14
3 Tarkastuslistojen sähköistäminen	17
3.1 Polarion ALM -ohjelmisto	17
3.1.1 Ohjelmiston käyttöönotto Loviisan voimalaitoksella	18
3.1.2 Lisenssit ja roolit	19
3.1.3 Work Item eli nimike	19
3.1.4 LiveDoc	21
3.1.5 Muut Polarion-sivut	22
3.2 TTKE-kohtien siirto Polarioniin	23
4 Tarkastusten kuittaminen Polarion ALM -ohjelmistossa	26
4.1 Toiminta kuittauksia tehdessä	26
4.2 Kuittausten historian seuranta	30
5 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	31
5.1 Muutosehdotukset Polarion ALM -ohjelmiston TTKE-kohtiin	31
5.2 Tarkastuslistojen tulevaisuus Loviisan voimalaitoksen Polarion ALM -ohjelmistossa	33
6 Yhteenveto	36
Lähdeluettelo	38

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Lyhenteet

ALM	Application Lifecycle Management
LAT	Latausseinokki
KPA	Käytetyn polttoaineen varasto
KUU	Kuumaseinokki
KUV	Kuumavalmius
KYL	Kylmäseinokki
KÄT	Käynnistystila
KÄY	Tehokäyttö
LO1	Loviisan voimalaitoksen 1. laitosyksikkö
LO2	Loviisan voimalaitoksen 2. laitosyksikkö
POP	Latausseinokin tila, jossa kaikki polttoaine on poistettu reaktorista
PTI	Päivystävä turvallisuusinsinööri
STUK	Säteilyturvakeskus
TTKE	Turvallisuustekniset käyttöehdot
VP	Vuoropäällikkö
WI	Work Item
YEA	Ydinenergia-asetus
YVL	Ydinturvallisuusohje

1 JOHDANTO

Ydinturvallisuutta Suomessa valvoo Säteilyturvakeskus (STUK), jonka pääasiallinen tehtävä on valvoa turvallisen ydinenergian tuotantoa Suomessa. STUK valvoo ydinvoimaloita koko niiden elinkaaren ajan aina suunnittelusta voimalaitoksen purkamiseen ja loppusijoitukseen asti. STUK:n tehtävänä on myös valvoa, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus tapahtuu vaatimusten mukaisesti.

1.1 Tausta

Yksi tärkeimmistä STUK:n keinoista turvata ydinenergian tuotannon turvallisuus on ydinturvallisuusohjeiden (YVL-ohjeet) laatiminen. YVL-ohjeet määrittävät suurimman osan ydinvoimalaitoksen työtehtävistä ja niiden mukainen toiminta kuuluu jokapäiväiseen arkeen ydinvoimalaitoksen henkilökunnalle. Tämän kandidaatintyön tutkimuksen oleellisessa osassa on vuosihuoltoihin liittyvät tarkastukset, jotka määrätään näissä YVL-ohjeissa.

YVL-ohjeet eivät kuitenkaan ole hierarkiassa ylimpänä, vaan YVL-ohjeet määrää hierarkian yläpäässä ydinenergiainlaki. Ydinenergiain ensimmäisessä pykälässä mainitaan lain tarkoitus, joka on ydinenergian käytön pitäminen kaikin puolin turvallisena ihmisten ja ympäristön kannalta. Ydinenergiain seitsemännessä pykälässä määrätään, että ydinenergian käyttö sekä turvallisuuden edelleen kehittäminen on pidettävä niin korkealla kuin mahdollista. (L 1987/990.) Näistä ja muista ydinenergiain pykälästä aiheutuu huomattava määrä vaatimuksia, joiden tarkoituksena on turvata ydinvoimalaitoksen turvallinen käyttö. YVL-ohjeet sisältävät siis tarkennuksia ja yksityiskohtaisuuksia ydinenergiain pykälästä, jotta ydinenergiain pykälien tulkinta ja vaatimusten täyttymisen arvioiminen ei jää ydinvoimalaitoksen organisaation huolehdittavaksi.

YVL-ohjeiden ja ydinenergiain lisäksi tärkeitä, ja tämän kandidaatintyön osalta oleellisia, ydinturvallisuuteen liittyviä asioita ovat turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE). TTKE määrittelee yksityiskohtaiset vaatimukset eri laitteille ja järjestelmille sekä enimmäisajat niiden mahdollisten korjauksien kestolle (Ojanen et al. 2004, 396). Tämän lisäksi STUK:n ylläpitämällä STUKlex-sivulla TTKE:sta sanotaan, että sen on katettava kaikki ydinvoimalaitoksen käyttötilat mukaan lukien polttoaineenvaihto.

(STUK 2013, 10). Koska TTKE sisältää erilliset vaatimukset kaikille ydinvoimalaitoksen käyttötiloille, on vaatimusten tarkastaminen pitkä prosessi tarkastettavien kohteiden paljouden vuoksi esimerkiksi vuosihuoltojen alas- ja ylösajoissa. Tässä kandidaatintyössä tutkitaan näitä vuosihuoltoon liittyviä tarkastuksia ja niihin liittyviä hallinnollisia menettelyjä. TTKE on hyvin laaja ja ydinvoimalaitoksien sisäinen asiakirja, joten sen tarkempaa läpikäyntiä ei tässä kandidaatintyössä voida tehdä. Toisaalta TTKE:n tarkemmalle läpikäynnille ei ole tässä työssä tarvetta.

Ydinvoimalaitoksen käyttötilojen vaihdoissa täytyy noudattaa TTKE:n määrittämiä ehtoja ennen tilanvaihdon toteuttamista. Jokaisessa käyttötilanvaihdossa täytyy huomioida käyttötilanvaihdon jälkimmäisen tilan vaatimukset. Yleisesti ottaen alasajossa tarkastettavia kohteita ei tule montaa, koska alasajossa vaatimukset eivät ole niin tiukkoja. Ainoat kohteet, jotka on tarkastettava jokaisessa alasajon käyttötilanvaihdossa liittyvät jälkilämmönpoistoon ja alikriittisyyden varmistamiseen. Näiden kohteiden kunnossahoito alasajossa on erittäin tärkeää, koska reaktorissa syntyvä jälkilämpö aiheuttaa sydänvaurioriskin.

Ydinvoimalaitoksen käyttötilat on jaettu seitsemään eri osaan, joita ovat tehokäyttö (KÄY), käynnistystila (KÄT), kuumavalmuisuus (KUV), kuumaseisokki (KUU), kylmäseisokki (KYL), latauseisokki (LAT) ja tilanne, jossa polttoaine on poistettu pois reaktorista (POP) (Fortum 2015, 14). Jokaisesta käyttötilasta voi siirtyä vain viereiseen käyttötilaan, jos kohteena olevan käyttötilan vaatimukset täyttyvät. Näitä käyttötiloja erottavat niille asetetut raja-arvot primäärijäähdytteen lämpötilan ja booripitoisuuden sekä primääripiirin paineen osalta (Fortum 2017c, 18).

Paperista tarkastuslistaa luodessa esimerkiksi laitoksen ylösajoa varten Loviisan voimalaitoksella joudutaan tulostamaan ja kansioimaan noin 400 sivua TTKE-vaatimuksia, joiden tarkastamista lähinnä laitoksen vuoropäälliköt suorittavat. Näitä tarkastuksia kuitataan vaatimuksen tyypistä riippuen merkitsemällä rasteja, nimikirjaimia ja päivämääriä. Vuoropäälliköillä menee siis huomattava määrä aikaa pelkästään näiden tarkastusten tekemisen merkiksi tehdyissä kuittauksissa. Jokaisessa Loviisan voimalaitoksen vuosihuollossa TTKE-vaatimuksia sisältävät alas- ja ylösajokansiot on luotava uudelleen molemmille käyttöyksiköille.

1.2 Tavoite ja rajaukset

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on selvittää ja toteuttaa tarkastuslistan siirtämistä sähköiseen muotoon Loviisan voimalaitoksella. Tässä tutkimuksessa otetaan pääpainoksi laitoksen alasajoon liittyvät tarkastukset, koska laitoksen ylösajon katsottiin olevan liian laaja aihealue kandidaatintyölle. Toki ylösajoon liittyvät tarkastukset pidettiin mielessä työn aikana, jotta ylösajo pystyttäisiin jälkikäteen lisäämään sähköiseen järjestelmään mahdollisimman helposti.

Sähköisen tarkastuslistan avulla tilanvaihtoihin liittyvien tarkastusten kuittausten tekemiseen vaadittu aika sekä inhimillisen virheen riski saataisiin minimoitua. Paperisella tarkastuslistalla inhimilliset riskit liittyvät jonkun vaatimuksen huomaamattomuuteen tarkastuksia tehdessä sekä tarkastuslistan luonnin aikana tapahtuviin virheisiin. Tarkastuslistojen sähköistämällä edistetään täten ydinenergiainkin määräämää ydinvoimalaitoksen käytön turvallisuutta. Toki sähköiseenkin tarkastuslistaan liittyy riskejä ja puutteita, mutta niistä päästään eroon kattavan testauksen avulla.

Ajansäästön ja riskien pienentämisen lisäksi sähköisellä tarkastuslistalla voidaan helpottaa vuosihuoltoihin liittyvien tarkastusten kuittausten seurantaa. Laitoksen henkilökunnalle tieto tarkastusten ja niiden kuittausten tilanteesta voi olla hyvin oleellista työtehtävästä riippuen, mutta paperisella kuittaustilalla tähän tietoon ei käytännössä päästä käsiksi muuten kuin valvomoon menemällä, mutta tämä ei jokaisen henkilökunnan jäsenen osalta ole mahdollista. Sähköinen tarkastuslista mahdollistaakin kuittaustilaston seurannan periaatteessa kaikille laitoksen työntekijöille.

Tässä kandidaatintyössä on oleellisessa osassa myös käytännön osuus, jossa osa TTKE:sta siirretään Polarion ALM -ohjelmistoon, joka on Loviisan voimalaitoksella käytössä oleva vaatimustenhallintaohjelmisto. Polarion ALM -ohjelmisto on tämän työn osalta oleellinen osa-alue, koska käytännössä koko kandidaatintyö rakentuu sen ympärille. Tämä kandidaatintyö on tehty yhteistyössä Fortum Power And Heat Oyj:n kanssa.

1.3 Työn rakenne

Luvussa 2 käydään läpi nykyistä käytäntöä tarkastusten tekemisestä Loviisan ydinvoimalaitoksen alas- ja ylösajoissa. Luvussa 2 kerrotaan myös perinteisen tarkastuslistan ongelmista, joita tarkastuslistan sähköistämällä pyritään ratkaisemaan. Tässä luvussa kerrotaan myös näiden tarkastusten kuittausten polkua, jotta lukijalle tulee mielikuva siitä, ketkä kaikki tahot näitä tarkastuksia seuraavat. Luvun 2 jälkeen lukijalla tulisi olla käsitys turvallisuusteknisistä käyttöehdoista ja niiden esittämistä vaatimuksista, joista tarkastuslistojen sisältö rakentuu.

Luvussa 3 esitellään Polarion ALM -ohjelmisto, joka toimii tarkastusten kuittausten alustana. Polarion ALM -ohjelmiston esittelyn jälkeen lukijalla tulisi olla käsitys ohjelmiston käyttötarkoituksesta ja mahdollisuuksista. Tämä luku selventää käytännössä sen, miten tarkastukset sähköistetään ja miten tarkastusten sähköistämisestä hyödytään.

Luvussa 4 käsitellään kuittausten tekoa Polarion ALM -ohjelmistossa. Tämä luku toimii eräänlaisena käytännön oppaana kuittausten tekoa varten. Toisin sanoen tässä luvussa käydään läpi sellainen kuittausproseduuri, joka tämän kandidaatintyön käytännön osuudessa ohjelmistoon on luotu. Tämän luvun jälkeen lukija ymmärtää, miten perinteiset ja sähköiset kuittaukset eroavat toisistaan.

Tarkastusten sähköistämisen jälkeen tässä kandidaatintyössä esitellään johtopäätökset sekä kehitysehdotukset. Kehitysehdotuksissa nostetaan joitain seikkoja esiin tarkastuslistojen käytännöistä, jotka ovat oleellisia paperista tarkastuslistaa käytettäessä, mutta turhia sähköisellä menetelmällä. Kehitysehdotuksissa nostetaan esiin myös muutamia sähköisen kuittausmenetelmän synnyttämiä riskejä, joita havaittiin työn käytännön osuudessa. Näiden seikkojen lisäksi tässä luvussa esitetään myös näkemys siitä, onko kandidaatintyö onnistunut ja kannattaako Loviisan voimalaitoksen alas- ja ylösajojen tarkastuslistojen sähköistämistä jatkaa.

2 LOVIISAN VOIMALAITOKSEN KÄYTTÖTILANVAIHTOJEN TARKASTUKSET JA NIIHIN LIITTYVÄT RISKIT

Ennen tarkastuslistojen sähköistämistä on tarkastusten seuranta käyttötilasta toiseen siirryttäessä jokseenkin vanhanaikaista Loviisan laitoksella, kuten johdannossa mainittiin. Tässä luvussa käydään läpi asioita, joista tarkastuslistat koostuvat sekä taustoitetaan perinteiseen tarkastuslistaan liittyviä ongelmia, joita sähköisellä tarkastuslistalla voidaan ratkaista.

2.1 Turvallisuustekniset käyttöehdot

Käydään seuraavaksi läpi, mitä TTKE pitää sisällään Loviisan voimalaitoksella. On kuitenkin muistettava, että käsiteltävä TTKE on Loviisan voimalaitoksen sisäinen asiakirja ja sen yksityiskohtainen tuominen julkisuuteen heikentäisi Loviisan voimalaitoksen käyttöturvallisuutta. Toisaalta, kuten johdannossa mainittiin, ei TTKE ole tämän työn osalta niin oleellinen käsite, että sen yksityiskohtainen esittely olisi oleellista.

LO1:n TTKE:n johdannossa kerrotaan TTKE:n määrittelevän muun muassa laitoksen toiminta-arvot, toimintatilat sekä tarkkailuvaatimukset. Näiden avulla varmistetaan, että voimalaitos toimii suunnitteluperusteiden ja turvallisuusanalyysien mukaisesti, minkä avulla taataan ihmisten terveys ja turvallisuus. (Fortum 2017c, 13.) TTKE turvaa osaltaan ydinenergiain määräämää ydinvoiman vastuullista käyttöä.

Johdannossa mainittiin hierarkia ydinenergiain ja YVL-ohjeiden välillä. Tässä hierarkiassa keskeisimpänä on kuitenkin ydinenergia-asetus (YEA). YEA:ssa TTKE määrätään yhdeksi vaatimukseksi ydinvoimalaitoksen käyttöluvan hakemisessa, joten ilman asianmukaista TTKE:ta ydinvoimalaitoksen käyttö ei ole sallittua. Määräys eri käyttötilojen vaatimuksien olemassaolosta tulee itseasiassa YEA:sta, jossa määrätään, että TTKE:n on sisällettävä ydinlaitoksen turvallisuuteen vaikuttavia prosessisuureita koskevat rajat eri voimalaitoksen käyttötiloissa. (A 1988/161 §36.) Tämän määräyksen takia turvallisuuden kannalta tärkeimmille järjestelmille on oltava jokaiselle käyttötilalle omat TTKE-vaatimuksensa. Useimmille tärkeimmille järjestelmille voi näin olla 4 eri TTKE-kohtaa, koska jokaisella seisokkitilalla on omat vaatimuksensa, mutta käyntitilat käyttävät yhteisiä vaatimuksiaan. Kuumavalmiustila, käynnistystila ja tehokäyttö

käyttävät siis pääosin samoja TTKE-vaatimuksia muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. (Fortum 2017c.)

YVL-ohje A.6 antaa tarkemman ohjeistuksen TTKE:n sisältöön liittyen. Ohjeen A.6 mukaan TTKE on oltava kaikkien Suomalaisten ydinvoimalaitosten kaikilla yksiköillä, koska kaikki laitokset toimivat omina yksikköinään (STUK 2013, 10). Molempien Loviisan laitoksien TTKE:t vastaavat pääosin toisiaan sekä sisällöllisesti että ulkonäöllisesti, mutta tästäkin löytyy muutama poikkeus. Muun muassa laitteistojen ja järjestelmien nimeäminen on erilainen laitosten välillä, joten tämä heijastuu myös TTKE:hen. TTKE:t eroavat toisistaan myös käytetyn polttoaineen varaston (KPA) osalta, koska LO1:llä ei ole järjestelmiä KPA:han liittyen. KPA:n katsotaan olevan osa LO2:n laitosyksikköä, joten vaatimukset KPA:n kunnossaololle löytyvät vain LO2:n TTKE:sta. KPA:n lisäksi laitokset eivät ole keskenään täysin identtisiä, joten TTKE-vaatimuksissa on eroja laitosten välillä myös tästä syystä.

YVL-ohjeen A.6 mukaan TTKE:n on oltava tulkittavissa siten, ettei sen kirjaimellinen noudattaminen johtaisi ydinturvallisuuden kannalta huonompaan tilanteeseen. Samassa ohjeessa määritetään myös, että TTKE:n teksti on oltava selkeää ja yksikäsitteistä. (STUK 2013, 10.) Loviisan voimalaitoksen TTKE:n laajuus johtuu osaltaan näistä määräyksistä. Loviisan voimalaitoksen TTKE on rakennettu siten, että jokaiselle laitoksen käyttöturvallisuuden kannalta tärkeälle komponentille on esitetty kaikki mahdolliset vikaantumistavat, vikaantumistavasta riippuva sallittu korjausaika sekä sallittu seisokitila, jos vikaa ei saada korjattua sallitun korjausajan puitteissa (Fortum 2017c).

Jos syystä tai toisesta ydinvoimalaitos ajautuu tilanteeseen, jossa se on TTKE:n vastaisessa tilassa, on tilanne välittömästi korjattava. Kyseiset tilanteet on tutkittava ja vastaavanlaisten tilanteiden tapahtuminen on estettävä. Tapahtuneesta rikkeestä on myös tehtävä raportti STUK:lle YVL-ohjeen A.10 mukaisesti. (STUK 2013, 11.)

TTKE-kohdat jaetaan käytännössä kolmeen osaan: perustilavaatimukseen (A), sallittuihin poikkeuksiin perustilavaatimuksista (B), perusteluihin (C). A-kohdan perustilavaatimukseen liittyvät myös taulukkomuotoiset perustilavaatimukset, joissa on esitettyä kyseisen järjestelmän kaikki laitteet ja parametrit, joille on TTKE-vaatimuksia.

Näissä taulukoissa kerrotaan myös korjausajat laitteiden tai parametrien vikaantuessa sekä sallitut käyttötilat tilanteelle, jossa vikaa ei saada korjattua sallitun korjausajan kuluessa. (Fortum 2017c, 52.) Taulukkomuotoisista perustilavaatimuksista on huomioitava, että TTKE:n ulkopuolisen laitteen vikaantuminenkin saattaa aiheuttaa jonkun TTKE:ssa vaaditun komponentin vikaantumisen. A-, B- ja C-osat löytyvät lähes kaikista TTKE-kohdista, mutta taulukkomuotoiset perustilavaatimukset löytyvät vain laajimmista ja käyttöturvallisuuden kannalta tärkeimmistä TTKE-kohdista. Taulukkomuotoiset perustilavaatimukset ovat olennainen osa laitoksen ylösajon tarkastuksia, joten ne eivät ole tärkeässä roolissa tässä kandidaatintyössä. Alla kuvassa 1 on esiteltynä TTKE-kohta, josta löytyvät edellä mainitut A-, B- ja C-osat.

3.2.2.10.8 Polttoainealtaiden pumppuhuoneen (KF) jäähdytysjärjestelmä, NK22

Soveltaminen: latausseisokki

A Perustilavaatimukset

- 1 Kunnossa olevaksi vaadittuja KF-redundansseja vastaavat NK22-ilmajäähdyttimet ovat kunnossa.

Redundanssi 1

Redundanssi 2

Kuittaus: _____

- 2 Välttämätön apujärjestelmä on kunnossa:

– KT-järjestelmä on kunnossa kohdan 3.2.2.5 mukaisesti.

Kuittaus: _____

B Sallitut poikkeukset perustilavaatimuksista ja toimenpiteet

- 1 Mikäli kunnossa olevaksi vaadittua KF-redundanssia vastaava NK22-ilmajäähdytin vikaantuu, on se korjattava niin pian kuin mahdollista.

C Perusteet

NK22-järjestelmä on kuvattu turvallisuusselosteen LO1&2 FSAR:n luvussa 9.4.3.

Kriteerit käyttörajoiutuksille ovat seuraavat:

- 1 Perustilavaatimukset

KF-pumppujen toimiessa kehittyvä pumppuhuoneen suurin sallittu lämpötila on +40 °C.

Kuva 1. Havainnollistava kuva TTKE-kohdasta (Fortum 2017c, 98)

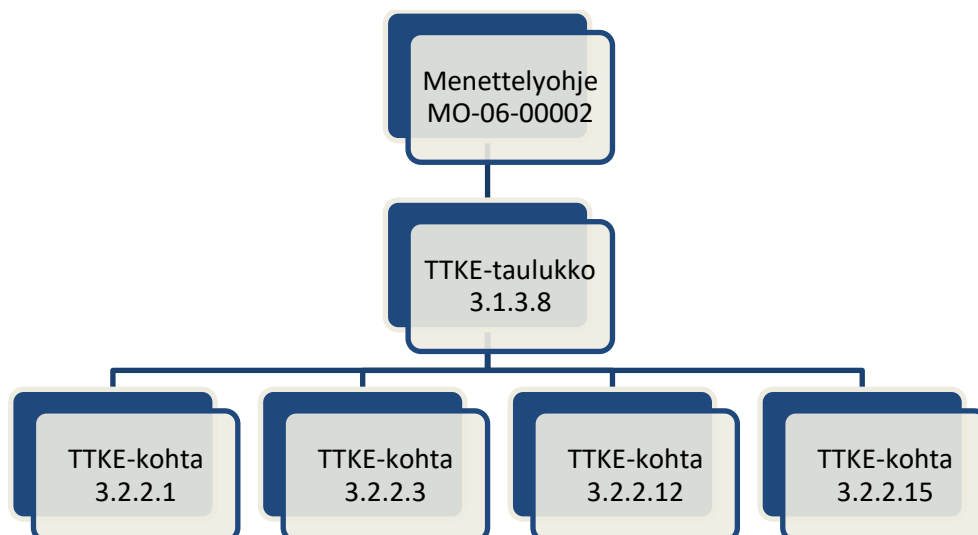
Yllä oleva kuva 1 on pseudonymisoitu versio alkuperäisestä TTKE-kohdasta eli siitä on poistettu tai muutettu kaikki tieto, jota julkisuuteen ei saa levittää. Kuvasta 1 nähdään myös, että sen esittämää TTKE-kohtaa sovelletaan vain ja ainoastaan latausseisokissa, joten vastaavalle järjestelmälle löytyy TTKE-asiakirjasta vielä kohdat, joita sovelletaan kylmä- ja kuumaseisokissa sekä käyntitiloissa.

2.2 Alas- ja ylösajokansioiden luonti

Tarkastellaan tässä kappaleessa lähemmin alasajokansion luontia, jotta perinteisen ja sähköisen tarkastuslistan tekemistä voidaan vertailla myöhemmässä vaiheessa. Ylösajokansio luodaan samalla periaatteella kuin alasajokansio muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Tämän työn tarkastelun kohteena ovat vain alasajoon liittyvät tarkastukset, joten ylösajokansion läpikäyminen ei ole oleellista. Tosin pieni osa ylösajossa kunnossa oleviksi vaadituista TTKE-kohdista joudutaan tarkastamaan ja kuittaamaan alasajon aikana, koska ne toimivat välttämättöminä apujärjestelminä alasajossa. Myös kuvassa 1 on vaatimus välttämättömän apujärjestelmän kunnossaololle.

Loviisan ydinvoimalaitoksella edellä mainitut kansiot luodaan Fortumin sisäisen ohjeen MO-06-00002 mukaan. Tämä ohje ohjaa jokaisessa tilanvaihdossa eri TTKE-taulukkoon, joka taas ohjaa yksityiskohtaisemmin TTKE-kohtiin (Fortum 2015). Ohjeen MO-06-00002 voi siis ymmärtää käyttötilojen vaihtoon liittyvien tarkastuksien polun alkupäänä, joka loppupäässä päättyy yksittäiseen TTKE-vaatimukseen.

Tarkastellaan alla olevassa kuvassa 2 esimerkkinä alasajon tilanvaihdon KYL-LAT tarkastuslistan laatimisen polkua lähtien menettelyohjeesta MO-06-00002 yksittäiseen TTKE-kohtaan. Kuvan 2 tarkoituksena on selventää graafisesti, miten alas- ja ylösajokansiot rakentuvat.



Kuva 2. Havainnekuva alasajokansion tilanvaihdon KYL-LAT tarkastuslistan rakentumisesta

Yllä olevasta kuvasta 2 nähdään, miten tarkastuslistojen luonti käytännössä etenee. Kuvasta nähdään myös se, että TTKE-kohtia kertyy tässä vaiheessa jopa 4, vaikka tilanvaihto kylmäseisokista latausseisokkiin ei tarkoita käytännössä muuta kuin hieman alhaisempaa primäärijäähdytteen lämpötilaa sekä reaktorin paineastian kannen nostoa. (Fortum 2017c, 18). Laitosturvallisuuden kannalta kriittisimmissä tilanvaihdossa tarkistettavia järjestelmiä kertyy useita, jotta laitoksen turvallinen käyttö pystytään takaamaan tilanvaihdosta riippumatta.

Yleisesti ottaen alasajossa tarkastettavia järjestelmiä ei ole useita, koska alasajossa siirrytään kohti lievempiä TTKE-vaatimuksia. Alasajossa tarkistuksen kohteena ovat lähinnä jälkilämmön poistoon ja alikriittisyyden varmistamiseen tarkoitettut järjestelmät (Fortum 2017c, 63). Kuten mainittua näiden järjestelmien kunnossahoito on oleellista, koska seisokissa useita järjestelmiä on pois käytöstä, joten alasajossa turvallisuuden vaarantavan onnettomuuden riski jopa kasvaa. Ylösajossa TTKE-vaatimukset taas kiristyvät, joten tarkastettavia järjestelmiä on paljon enemmän. Ylösajon kriittisimmissä kohdissa tarkastettavia TTKE-kohtia on enimmillään jopa 27 (Fortum 2017c, 61).

2.3 Tarkastusten seuranta

Alasajossa käyttötilojen vaihtoon liittyvät tarkastukset eivät ole niin tarkkaan valvottuja johtuen lievemmistä vaatimuksista verrattuna ylösajoon. Alasajossa TTKE-vaatimukset tarkastaa ja kuittaa joku laitoksen valvomossa olevista ylimääräisistä vuoropäälliköistä ja tarkastusten jälkeen luvan käyttötilan vaihtoon antaa vuorossa oleva vuoropäällikkö. (Fortum 2015, 14.)

Myös ylösajossa joku vuoropäälliköistä tarkastaa TTKE-vaatimukset, mutta käyttötilanvaihdon luvan antaja vaihtelee. Vuosihuollon jälkeisen ylösajon aikana seisokkitilasta toiseen siirryttäessä (POP-KUU) käyttötilan vaihtoon luvan antaa joko päivystävä turvallisuusinsinööri (PTI) tai käyttöinsinööri. Tilanvaihto kuumaseisokista kuumavalmiuteen on ensimmäinen suurempi onnettomuusriskin aiheuttaja, koska siinä siirrytään seisokkitilasta käyntitilaan. Tässä tilanvaihdossa luvan antaja on käyttöyksikön päällikkö tai hänen valtuuttamansa henkilö, mutta vuorossa oleva vuoropäällikkö tekee silti viimeisen päätöksen siitä, tehdäänkö tilanvaihto vai ei. Luvan kuumavalmiudesta käynnistystilaan siirtymiseen antaa voimalaitoksen johtaja tai hänen valtuuttamansa

henkilö. (Fortum 2015, 13.) Tässä kriittisimmässä vaiheessa katsotaan, että vastuu käynnistystilaan siirtymisestä on niin suuri, että päätös on tultava voimalaitoksen johtajalta. Voimalaitoksen johtajan luvan lisäksi käynnistyslupa on saatava myös STUK:lta (Fortum 2017c, 18).

Edellä mainitulla päivystävällä turvallisuusinsinöörillä tarkoitetaan henkilöä, joka valvoo ydinvoimalaitoksen käytön turvallisuutta. PTI:n on tarvittaessa tuettava ja neuvottava vuoropäällikköä mahdollisissa ongelmatilanteissa. Lisäksi PTI:n on valvottava laitostilaa riippumattomasti ja hänen on toimittava yhteistyössä oman ohjeistuksensa ja toimivaltansa mukaisesti. (STUK 2013, 4.)

Tarkastusten ja kuittausten sähköistämisessä on pidettävä mielessä se, että TTKE-vaatimusten kuittaminen on estettävä sellaisilta henkilöiltä, joilla ei kuittamiseen ole oikeutta. Paperisella tarkastuslistalla tämä toteutuu ikään kuin itsestään, koska tarkastuksiin pitää päästä fyysisesti käsiksi. Tämän lisäksi turvallisuusinsinööri tarkastaa kuittausten oikeellisuuden, jotta väärinkäyttöä ei pääsisi tapahtumaan. Sähköiseen tarkastuslistaan onkin oleellista luoda käyttäjätunnukset, joille joko mahdollistetaan tai kielletään kuittausten tekeminen.

2.4 Paperisen tarkastuslistan käyttöön liittyvät riskit ja ongelmat

Laitoksen valvomossa, jossa tarkastukset tehdään, riittää lukuisia häiriötekijöitä varsinkin vuosihuollon aikaan. Ydinvoimalaitoksen vuosihuolto on hektistä aikaa voimalaitoksen henkilökunnalle suunnitellun aikataulun kiireellisyydestä riippuen. Tästä syystä myös laitoksen valvomossa on suurempi miehitys kuin normaalikäytön aikana, mikä voi heikentää tarkastavan henkilön keskittymiskykyä. Jokin tarkastettava kohde saattaa jäädä huomaamatta inhimillisen virheen vuoksi, jos tarkastava henkilö esimerkiksi keskeytetään useasti. Tämä teoreettinen inhimillisen virheen aiheuttaja ei tosin sinänsä muutu tarkastuslistojen sähköistämisen myötä, mutta sähköisellä tarkastuslistalla tällaisen virheen voi havaita helpommin.

Ydinvoimalaitoksen käyttötilojen vaihdon vaatimusten tarkastajan on tärkeää olla keskittynyt työhönsä ja hänen on oltava tilanteen tasalla. Tätä ei auta se, että tarkastaminen ja kuittaminen on erittäin yksitoikkoista ja mekaanista työtä, koska

tarkastaja voi joutua tarkastamaan suurenkin määrän vaatimuksia ennen kuin tilanvaihto voidaan suorittaa.

Koko alas- tai ylösajon kattava kansio sisältää paljon kuitattavia vaatimuksia, joten kansioista tulee raskaita käsitellä. Kansion sivujen jatkuva selailu voi johtaa joidenkin sivujen taittumiseen tai repeytymiseen, joiden takia työaikaa voidaan menettää. Paksu kansio ei ole kovinkaan helppo työergonomiankaan kannalta, koska sen sisältämiin papereihin on vaikeahkoa tehdä merkintöjä.

Pitkään jatkunut vaatimusten tarkastelu saattaa johtaa siihen, että joku vaatimus jää vahingossa huomaamatta. Riski vaatimuksen huomaamattomuudelle kasvaa varsinkin silloin, kun tarkastuksen kohteena on jokin iso järjestelmä. Isojen järjestelmien TTKE-kohdissa olevat laitetaulukot voivat olla usean sivun mittaisia, jolloin jokin laite saattaa jäädä epähuomiossa tarkastamatta. Tämä saattaa pahimmillaan johtaa siihen, että voimalaitoksella siirrytään käyttötilasta toiseen ilman asianmukaista tarkastusta.

Paperisella tarkastuslistalla inhimillisen virheen riski on suurempi kuin sähköisellä menetelmällä myös siksi, koska paperilla ei voida suoraan nähdä tarkastusten kuittausten olemassaoloa. Sähköinen menetelmä mahdollistaisi sen, että kuittausten olemassaolo pystyttäisiin tarkastamaan ilman ylimääräistä työtä, koska sähköisen menetelmän avulla koko kansiota ei tarvitse selata läpi uudelleen. Tämän ansiosta itse tarkastajankin työ helpottuu, koska hän voi olla varma, ettei minkään komponentin tarkastuksen kuittaus ole jäänyt tarkastamatta.

Alas- ja ylösajokansioiden tekemiseen menee siis huomattava määrä aikaa. Kansion luonnissa inhimillisen virheen riski on suuri, koska jokaisen TTKE-kohdan tulee löytyä sille tarkoitettu paikka. Jos jokin luku unohtuu kansioista tai se on väärässä paikassa, voi kyseisen järjestelmän tarkastus jäädä kokonaan välistä. Tähän liittyen on myös mahdollista, että laitostilannetta saatetaan tarkastaa vanhentuneella TTKE:lla, jolloin uudet komponentit jäävät tarkastamatta. Tällaisten inhimillisten virheiden mahdollisuus saadaan lähes kokonaan poistettua sähköisen tarkastuslistan avulla, sillä sähköisellä menetelmällä tätä listaa ei tarvitse luoda joka kerta uudelleen sekä lista pysyy aina ajantasaisena, koska päivitetty TTKE-kohdat päivittyvät automaattisesti myös

tarkastuslistaan. Polarion ALM -ohjelmistossa jo kerran luotua listaa voidaan käyttää uudelleen edellisen tarkastuskerran kuittausten nollaamisen jälkeen.

3 TARKASTUSLISTOJEN SÄHKÖISTÄMINEN

Tässä luvussa esitellään tarkemmin Polarion ALM -ohjelmistoa, sen toimintoja sekä sen tarjoamia etuja tarkastuslistoihin paperiseen versioon verrattuna. Tämän luvun tavoite on myös selittää lukijalle, miten tarkastusten sähköistäminen tapahtuu.

3.1 Polarion ALM -ohjelmisto

Polarion ALM -ohjelmiston kehitystyö aloitettiin vuonna 2005 vuotta aikaisemmin perustetun Polarion Software -yhtiön aloitteesta. Polarionin kehittäjien visiona oli luoda täysin uudenlainen ohjelmisto teollisuuden kehitystyön avuksi. Polarion ALM oli maailman ensimmäinen täysin selainpohjainen kehitystyökalu eri yritysten tuotekehitykseen. (Siemens 2018a.)

Polarion ALM -ohjelmisto on ensisijaisesti vaatimustenhallintaan tarkoitettu ohjelmisto. Polarion ALM -ohjelmistolla voidaan linkittää toisiinsa syy-seuraus-suhteet esimerkiksi ydinenergiain, ydinenergia-asetuksen, YVL-ohjeiden ja Loviisan voimalaitoksen TTKE:n välillä. Tällaista linkitystä on tehty joidenkin Loviisan voimalaitoksen sisäisten asiakirjojen ja ydinenergia-asetuksen välillä (Pirinen 2018). Polarion ALM -ohjelmistoa ei siis ole suunniteltu ensisijaisesti käytettäväksi tämän kandidaatintyön mukaiseen tarkastuslistojen tekemiseen, mutta ohjelmiston monipuolisuudesta johtuen sen käyttötarkoitukset eivät rajoitu vain vaatimustenhallintaan.

Saksalainen Siemens AG osti Polarion Softwaren vuonna 2014, minkä jälkeen Siemens on ollut Polarionin ALM -ohjelmiston päätoiminen kehittäjä. Vuonna 2018 Polarionilla on yli 2,5 miljoonaa käyttäjää maailmanlaajuisesti. (Siemens 2018a.) Loviisan voimalaitos siirtyi Polarion ALM -ohjelmiston käyttäjäksi vuonna 2016 (Fortum 2017b, 8). Tässä kandidaatintyössä on käytetty Polarion ALM -ohjelmiston tuoteversiota 18.

Tässä kandidaatintyössä lähteenä käytetyt STUK:n YVL-ohjeet ovat myös Polarion ALM -ohjelmistolla ylläpidettyjä asiakirjoja. STUK siis ylläpitää YVL-ohjeitansa Polarion ALM -ohjelmistossa ja lisää YVL-ohjeet sivuillensa Polarion-raportteina. (Pirinen 2018.)

On oleellista avata myös projektin käsitettä Polarion ALM -ohjelmistossa, koska kaikki ohjelmistoon siirretty data sijaitsee aina jossain projektissa. Projekti tässä yhteydessä tarkoittaa lähinnä kansiota, jossa on aina tiettyyn teemaan tai asiayhteyteen liittyvää

informaatiota. Esimerkiksi Loviisan voimalaitoksen käytössä olevan Polarion ALM -ohjelmiston projekteja ovat muun muassa TTKE, YVL-ohjeet, YEA ja MO-ohjeet. Projektilla ei siis tarkoiteta tässä yhteydessä perinteistä projektin määritelmää.

3.1.1 Ohjelmiston käyttöönotto Loviisan voimalaitoksella

Polarion ALM -ohjelmisto tarjoaa työkalun Loviisan voimalaitoksen toimintaympäristön konfiguraation hallintaan käytössä olevien järjestelmien rinnalle. Konfiguraation hallintaan sisältyy esimerkiksi jo olemassa olevien dokumenttien elementtien syy-seuraus-suhteiden jäljittämistä sekä näiden elementtien elinkaaren seuranta ja hallintaa. (Fortum 2017b, 5-7.)

Polarion ALM -ohjelmisto mahdollistaa siis käytännössä sen, että olemassa olevia dokumentteja ei tarvitse enää ylläpitää kokonaisuutena, vaan dokumentit voidaan pilkkoa elementteihin, joiden ylläpito on helpompaa (Pirinen 2018). Esimerkiksi TTKE:n päivityksessä voidaan keskittyä vain tiettyihin elementteihin, eikä kokonaista dokumenttia tarvitse välttämättä hyväksyttää. Polarion ALM -ohjelmisto tarjoaa myös käytännöllisen tavan poikkeuslupien hakemiselle ja hakemuksien tilanteen seurannalle (Fortum 2017b, 15).

Loviisan voimalaitoksella Polarion ALM -ohjelmistoon käynnistettiin TTKE-projekti alun perin juuri viranomaislausuntojen seurannan helpottamiseksi. Tämä johtuu siitä, että pienimmätkin TTKE-asiakirjojen muutokset tulee ensin hyväksyttää STUK:ssa. Näin viranomaisten lausuntoja TTKE:hen liittyen tulee muutamia vuodessa ja ennen Polarion ALM -ohjelmiston käyttöönottoa näiden lausuntojen seuranta on ollut käytännössä manuaalista. TTKE-projektin alkuperäinen käyttötarkoitus on nyt hieman muuttunut tämän kandidaatintyön myötä, kun Polarion ALM -ohjelmisto haluttiin ottaa mukaan sähköisten tarkastuslistojen tekemiseen.

Käytännössä Polarion ALM -ohjelmisto on suhteellisen helppo käyttää eikä se juuri vaadi aiempaa kokemusta ohjelmiston käytöstä, vaikka monipuolisen ohjelmiston opetteleminen voi aluksi tuntua vaikealta. Fortumin julkaisemassa Polarion-alkuperehdytyksessäkin kerrotaan Polarion ALM -ohjelmiston olevan käyttäjäystävällinen ja helppokäyttöinen työkalu vaatimustenhallintaan (Fortum 2017b, 38).

3.1.2 Lisenssit ja roolit

Polarion ALM -ohjelmistosta puhuminen on sinänsä hieman harhaanjohtavaa, sillä ALM on vain yksi kolmesta Loviisan voimalaitoksella olevista Polarionin lisenssityypeistä. Tässä kandidaatintyössä on kuitenkin käytetty pelkästään ALM-lisenssiä, koska muilla lisensseillä ei tätä työtä pystyttäisi tekemään muiden lisenssien alhaisempien käyttöoikeuksien takia. Muut Loviisassa käytetyt lisenssityypit ovat Polarion Requirements ja Polarion Reviewer. Näistä ensimmäinen liittyy vaatimustenmäärittelytyöhön ja toinen lisenssi on pelkästään katselua ja kommentointia varten. (Fortum 2017a, 5.)

Polarion ALM -ohjelmistossa voidaan luoda jokaiselle käyttäjäryhmälle oma rooli, joilla on keskenään erilaiset oikeudet (Siemens 2018b). Näin voidaan varmistaa, että tarkastusten kuittauksia voivat tehdä vain siihen oikeutetut henkilöt. Käyttäjäoikeuksia pystytään rajoittamaan myös aiemmin mainittujen lisenssien avulla, mutta pelkästään lisenssiä rajoittamalla ei käyttöoikeuksia voida rajata tarpeeksi tarkasti.

3.1.3 Work Item eli nimike

Work Item (WI) tai nimike on perusobjekti, joka on yksi Polarion ALM -ohjelmiston tärkeimmistä käsitteistä. Aiemmin mainittu konfiguraation hallinta tai dokumenttien elementteihin pilkkominen toteutetaan käytännössä nimikkeiden avulla. Nimikkeet ovat täysin jäljitettävissä Polarion ALM -ohjelmistolla ja niille voidaan määrittää lukuisia eri ominaisuuksia. WI on hyvin laaja, oleellinen ja pakollinen käsite Polarion ALM -ohjelmistossa.

Nimikkeiden perusteella Polarion erotelee eri tyyppiset tietueet keskenään. WI-tyypit ovat täysin muokattavissa, eli ne voidaan tarvittaessa muokata aina jokaiseen projektiin sopiviksi. Polarion ALM -ohjelmistossa nimikkeitä voidaan myös linkittää toisiinsa niiden suhteiden selvittämiseksi. Nimikkeiden linkkiroolien avulla voidaan linkittää esimerkiksi alemman ja ylemmän tason vaatimukset toisiinsa. (Fortum 2017a, 6.) Aiemmin mainittu ydinenergialain ja -asetuksen syy-seuraus-suhde TTKE:hen onnistuu näiden linkkiroolien avulla.

Polarion ALM -ohjelmistossa on valmiiksi luotuja WI-tyyppejä, mutta niiden ei koettu olevan sopivia Loviisan voimalaitoksen TTKE-projektiin. Jokaiselle TTKE-tyypille on tästä syystä luotu oma WI-tyyppinsä. TTKE-tyypillä tarkoitetaan tässä aiemmin mainittuja TTKE-kohdista löytyviä vaatimuksia (A), sallittuja poikkeuksia (B), perusteluja (C) ja taulukoita. Jokainen WI-tyyppi on yksilöllisesti nimetty sekä jokaiselle WI-tyypille on luotu selkeyttävä ikoni. Näiden ikonien ansiosta eri nimikkeet on mahdollista erottaa nopeasti Polarion ALM -ohjelmiston käyttöliittymässä, joten ohjelmiston käyttäjä tietää aina minkä tyyppinen WI on kyseessä (Fortum 2017a, 6).

Loviisan voimalaitoksen käyttämään Polarion ALM -ohjelmistoon luodut WI-tyypit eroavat toisistaan niiden attribuuttien osalta. Esimerkiksi TTKE-kohtien perustilavaatimukset vaativat usein kuittauksen tarkastuslistassa, mutta vastaavaa kuittausta ei tehdä esimerkiksi perustelujen osalta. Aiemmin mainitut taulukkomuotoiset perustilavaatimuksetkin vaativat usein kuittauksen, mutta niiden sisältämä informaatio on eri tyyppistä, joten taulukkomuotoisia perustilavaatimuksia ei voida yhdistää samaan WI-tyyppiin tekstimuotoisten perustilavaatimusten kanssa.

Attribuutilla tarkoitetaan tässä yhteydessä WI-tyypille linkitettyä piilotettua ominaisuutta, joka ei välttämättä näy mitenkään itse tekstissä. Attribuutin voi ymmärtää metatietona, joka kuvailee ja määrittää nimikettä. Attribuuttien ansiosta eri nimikkeitä voi erotella toisistaan esimerkiksi suodattamalla jotain tiettyä attribuuttia. Jokaiselle WI-tyypille yhteisiä luotuja attribuutteja ovat esimerkiksi TTKE-kohta, johon nimike liittyy sekä tiedot tilanvaihtoon kuulumisesta ja laitosyksiköstä.

Ehkä oleellisin Polarion ALM -ohjelmiston attribuutti tähän kandidaatintyöhön liittyen on kuitenkin workflow eli työnkulku, koska tämän attribuutin avulla TTKE-vaatimusten tarkastusten kuittaukset tehdään. Työnkulku on siis attribuutti, jossa jokainen valinta on linkitetty toiseen siten, että tietystä valinnasta voi edetä vain tiettyihin valintoihin. Yleensä työnkulkua käytetään siten, että nimikettä päivitettäessä nimike menee työnkulussa luonnokseksi, jonka jälkeen se lähetetään hyväksyttäväksi ja edelleen hyväksytyksi tai hylätyksi. Käytännön osuutta tehdessä huomattiin, että työnkulkuattribuutti on hyvä apuväline myös tarkastuslistoissa, koska se mahdollistaa helposti eri käyttäjäroolien oikeuksien määrittelyn työnkulun vaiheiden muuttamiseen.

3.1.4 LiveDoc

Polarion ALM -ohjelmisto visualisoi uniikilla tavalla vaatimustenhallintaan tarvittavia dokumentteja. LiveDocit ovat samantapaisia onlinedokumentteja kuin esimerkiksi Google Docsit, mutta LiveDoc pystyy tunnistamaan siihen liitetyt perusobjektit eli Work Itemit. (Siemens 2018c). LiveDocit siis rakentuvat aiemmin esitellyistä nimikkeistä. Dokumenttien muokkaus ja lukeminen onnistuu LiveDocin avulla käytännössä samoin kuin missä tahansa tekstinkäsittelyohjelmassa.

LiveDoceihin voidaan nimikkeiden metatietojen tai attribuuttien ansiosta lisätä sellaista informaatiota, jota ei esimerkiksi normaaliin Word-dokumenttiin voida lisätä. Polarion ALM -ohjelmistoon tuodun TTKE-kohdan LiveDocista voidaan attribuuttiesityksen avulla esimerkiksi suoraan nähdä, mihin tilanvaihtoon kyseinen nimike liittyy. Nämä LiveDocit eivät kuitenkaan sinänsä ole pakollinen osa Polarionin toiminnallisuutta, koska ne ovat puhtaasti vain apuna Polarion ALM -ohjelmiston käytössä (Fortum 2017a, 8). Toisaalta LiveDocin voi ymmärtää eräänlaisena nimikkeen kotina, jossa nimike sijaitsee (Pirinen 2018).

LiveDoc on vain yksi tapa esittää nimikkeitä. LiveDocien lisäksi nimikkeitä voi selailla esimerkiksi taulukkonäkymässä tai hierarkiapuussa, jotka ovat joissain tapauksissa käytännöllisempiä kuin LiveDoc-näkymä. Taulukkonäkymä esimerkiksi mahdollistaa usean nimikkeen muokkaamisen kerralla, mitä ei LiveDocissa voi tehdä. Hierarkiapuussa taas voi nähdä nimikkeeseen linkitetyt kohdat selkeänä esityksenä.

LiveDoceilla on ominaisuuksia myös versionhallintaan liittyen, sillä LiveDocien historia on täysin jäljitettävissä, mikä mahdollistaa näiden dokumenttien elinkaaren tarkastelun ja versioiden vertailun (Siemens 2018d). Tämä ominaisuus mahdollistaa käytettyjen tarkastuslistojen läpikäynnin tilanvaihtoihin liittyvien tarkastuksien jälkeen.

Polarion ALM -ohjelmistossa on mahdollista viedä (export) TTKE-kohtien LiveDoceja PDF-muotoon esimerkiksi tulostamista varten. Käytännössä tämä mahdollistaa sen, että TTKE-kohtia voidaan tarvittaessa tulostaa paperille myös Polarioniin tuonnin jälkeen. PDF-muotoisen tulosteen saaminen Polarionista ulos on kuitenkin haastavaa ylä- ja alatunnisteen ulkoasun muotoilun osalta. Alkuperäisen TTKE-kohdan muotoilu Wordissa onnistuu mutkattomasti, mutta Polarionin kautta PDF:n saaminen edes

jokseenkin saman näköiseksi alkuperäisen tiedoston kanssa vaatii lukusia rivejä HTML-kielisiä komentoja.

Ennen PDF-muotoon vientiä tulee LiveDociin määrittää myös PageBreakit, eli sivunvaihdot. Oletusarvoisesti Polarion tekee uuden sivun PDF-muotoon silloin, kun edelliselle sivulle ei mahdu enää tekstiä, minkä seurauksena on usein epätoivottu tilanne, jossa teksti näyttää epäselvältä. Tosin ennen sivunvaihtojen määrittystä on muun muassa otsikointi ja muu tekstin ulkoasu määritettävä vastaamaan alkuperäistä TTKE-kohtaa. Oletuksena LiveDoc näyttää erittäin epäselkeältä TTKE-kohdan tuonnin jälkeen.

3.1.5 Muut Polarion-sivut

LiveDocien lisäksi Polarion ALM -ohjelmistossa pystyy tekemään myös muita informatiivisia sivuja selkeyttämään esimerkiksi tiettyjen ohjelmistoon tuotujen TTKE-kohtien etsinnässä. Esimerkiksi LiveReport Page -sivuille voi kirjoittaa esittelyn tietystä Polarion-projektista. Nämä sivut ovat täysin käyttäjän muokattavissa ja niihin voi laittaa widgettejä, taulukoita, linkkejä tai muita ominaisuuksia. Alla kuvassa 3 on kuvankaappaus LiveReport Page -sivusta TTKE-projektin käyttötilojen vaihdon tarkastusten etusivusta.



Käyttötilojen vaihtoon liittyvät tarkastukset (MO-06-00002)

Tältä sivulta löytyvät eri tilanvaihtoihin kuittauksia vaativat TTKE-kohdat. Sivulla voi myös tarkastella kuittausten etenemistä.

Alasajo	Ylösajo	Muut tilanteet
KÄY-KUV Taulukko 3.1.3.5	LAT-KYL Taulukko 3.1.3.1	Vaihtolataus Taulukko 3.1.3.9
KUV-KUU Taulukko 3.1.3.6	KYL-KUU Taulukko 3.1.3.2	LAT-POP Taulukko 3.1.3.10
KUU-KYL Taulukko 3.1.3.7	KUU-KUV Taulukko 3.1.3.3	POP-LAT Taulukko 3.1.3.11
KYL-LAT Taulukko 3.1.3.8	KUV-KÄT Taulukko 3.1.3.4	

Kuva 3. TTKE-projektin käyttötilojen vaihtojen etusivu Polarionissa.

Yllä olevasta kuvasta 3 nähdään tarkastuksiin liittyvän kansion LiveReport Page -sivu, jossa on eriteltyä alas- ja ylösajoon sekä muihin tilanvaihtoihin liittyvät kohdat omiin

sarakkeisiinsa. Jokainen kohta, esimerkiksi KYL-LAT, on linkki, joka ohjaa käyttäjän kyseisen tilanvaihdon sivulle. Tilanvaihtojen omilla sivuilla on esitettyä kaikki TTKE-kohtat, jotka liittyvät kyseiseen tilanvaihtoon. Esimerkiksi tilanvaihdon KYL-LAT sivulta löytyvät samat TTKE-kohtat kuin mitä kuvassa 2 on esitetty.

3.2 TTKE-kohtien siirto Polarioniin

Ennen kuin TTKE-kohtien siirto Polarion ALM -ohjelmistoon voidaan aloittaa, on luotava Excel-pohja (template), johon siirrettävä TTKE-kohta voidaan kopioida. Excel-pohjan jokaisesta rivistä tulee oma nimikkeensä ja jokaisesta sarakkeesta tulee nimikkeen attribuutti. Excel-pohjan ensimmäiselle riville määritetään attribuuttien nimet, joiden perusteella attribuutit määritetään nimikkeille.

Excel-pohjan luonnin jälkeen voidaan PDF-muotoinen TTKE-kohta kopioida Excel-pohjaan. Kopioiminen on isompien TTKE-kohtien osalta työlästä, koska kopioitavia elementtejä tulee paljon. Tämä työvaihe onkin työläin koko TTKE-kohdan siirtoprosessista, koska attribuutit ja WI-tyypit on määritettävä tässä vaiheessa. Attribuuttien määrittäminen tapahtuu kirjoittamalla attribuutin tai WI-tyypin arvo jokaiselle riville sille tarkoitettuun paikkaan. Tämä on myös riskialttein vaihe TTKE-kohtien siirrossa, koska väärin määritetyillä attribuuteilla tietty nimike ei välttämättä löydy sille tarkoitettusta paikasta Polarioniin tuonnin jälkeen. Oikein syötettyjen attribuuttien avulla varmistetaan se, etteivät esimerkiksi LO1 TTKE:n nimikkeet löydy LO2:n hakuehdoilla.

Siirretään seuraavaksi kuvan 1 esittämä pseudonymisoitu TTKE-kohta esimerkkinä Polarion ALM -ohjelmistoon, jotta alkuperäisen TTKE-kohdan vertailu Polarion ALM -ohjelmistossa olevaan LiveDociin saadaan konkreettisemmaksi. Siirto aloitetaan kopioimalla TTKE-kohta Excel-pohjaan, kuten edellä on mainittu. Alla olevassa kuvassa 4 on esitettyä kuvan 1 esittämä TTKE-kohta siirrettynä Excel-pohjaan.

ID	Shutdown	Title	Description	Status	Unit	Type
3.2.2.10.8	POP-LAT	3.2.2.10.8 Polttoainealaiden pumppuhuoneen			Loviisa 1	Heading
3.2.2.10.8	POP-LAT		Soveltaminen: latausseisokki		Loviisa 1	Description
3.2.2.10.8	POP-LAT	A Perustilavaatimukset			Loviisa 1	Heading
3.2.2.10.8	POP-LAT		1 Kunnossa olevaksi vaadittuja KF-redundansseja	Ei kuitattu	Loviisa 1	TTKE Requirement
3.2.2.10.8	POP-LAT		2 Välttämätön apujärjestelmä on kunnossa:	Ei kuitattu	Loviisa 1	TTKE Requirement
3.2.2.10.8	POP-LAT	B Sallitut poikkeukset perustilavaatimuksista			Loviisa 1	Heading
3.2.2.10.8	POP-LAT		1 Mikäli kunnossa olevaksi vaadittua KF-	Ei kuittausvaatimusta	Loviisa 1	TTKE Allowed Exception
3.2.2.10.8	POP-LAT	C Perusteet			Loviisa 1	Heading
3.2.2.10.8	POP-LAT		NK22-järjestelmä on kuvattu turvallisuusselosteeseen		Loviisa 1	Description
3.2.2.10.8	POP-LAT		1 Perustilavaatimukset		Loviisa 1	TTKE perustelu

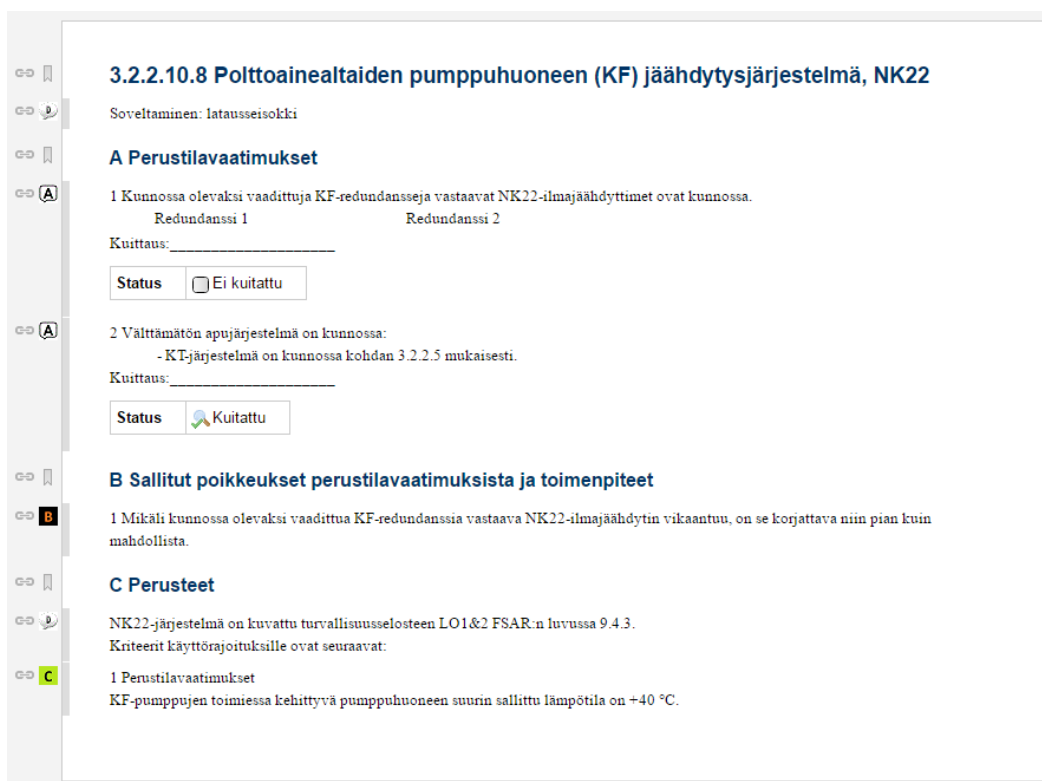
Kuva 4. TTKE-kohta 3.2.2.10.8 Excel-pohjassa Polarion ALM -ohjelmistoon siirtoa varten

Yllä olevasta kuvasta 4 nähdään, miten kukin TTKE-kohdan elementti jaetaan omille riveilleen Excel-pohjaan. Kuten mainittua, jokaisesta rivistä tulee oma nimikkeensä ja jokaisesta sarakkeesta tulee oma nimikkeen attribuutti. Kuvasta 4 nähdään esimerkiksi, että kyseinen TTKE-kohta liittyy LO1:n tilanvaihtoon POP-LAT. Tällä tarkoitetaan sellaista tilannetta, jossa reaktoriin ollaan siirtämässä polttoainetta reaktorisydämen tyhjentämisen jälkeen (Fortum 2017c, 68). Sarakkeeseen ”Status” määritellään kuittausvaatimuksen olemassaolo. Tähän sarakkeeseen annetaan arvo vain perustilavaatimuksille, sallituille poikkeuksille ja taulukkomuotoisille perustilavaatimuksille riippuen siitä, vaaditaanko TTKE-kohdassa kuittaus kyseisille elementeille vai ei. Muille WI-tyypeille tämä sarake jätetään tyhjäksi, koska näillä tyypeillä samanlaista kuittausvaatimusta ei ole.

Kuvan 4 tekstikentät on jaettu kuvan esittämällä tavalla Polarion ALM -ohjelmiston toimintatavan vuoksi. Otsikoilla (Heading) ja muilla WI-tyypeillä on se ero, että otsikoilla ei voi olla kuvausta (Description), vaan niillä on pelkkä otsikko (Title). Muilla WI-tyypeillä tilanne on käytännössä päinvastainen sillä erolla, että Polarion ALM -ohjelmisto luo näille nimikkeille automaattisesti otsikon kuvauksen perusteella. Tästä syystä muiden WI-tyyppien otsikkokenttä jätetään tyhjäksi. Otsikot ovat siis yksi Polarion ALM -ohjelmiston käyttämistä WI-tyypeistä.

Excel-tiedosto saadaan siirrettyä Polarion ALM -ohjelmistoon sen käyttöliittymän kautta. Siirto onnistuu helposti TTKE-projektiin luodun import-konfiguraation avulla. Konfiguraatiossa määritetään, millä perusteilla nimikkeet ja attribuutit tunnistetaan, ja sen luonti onnistuu samalla kun ensimmäistä TTKE-kohtaa tuodaan Polarion ALM -ohjelmistoon.

Tarkastellaan seuraavaksi tuotua TTKE-kohtaa Polarion ALM -ohjelmistossa. Oletusmuotoiseen LiveDociin on tehtävä muutamia ulkoasullisia muutoksia, jotta TTKE-LiveDocista saadaan järkevän näköinen. Polarion ALM -ohjelmisto muun muassa näyttää jokaisen nimikkeen yksilöivän id-tunnuksen LiveDocissa, mutta tätä ominaisuutta ei haluta TTKE-projektissa käyttää. Kuvan 1 esittämä pseudonymisoitu TTKE-kohta tuotuna Polarion ALM -ohjelmistoon on esitettyä alla olevassa kuvassa 5.



Kuva 5. Pseudonymisoitu TTKE-luku Polarion ALM -ohjelmiston LiveDocissa.

Kuvassa 5 nähdään kuvan 1 esittämä TTKE-kohta Polarionin LiveDocissa, jossa alkuperäisestä tiedostosta saadaan jokseenkin saman näköinen alkuperäisen dokumentin kanssa. Kuvasta 5 nähdään myös käytännössä se, miten Polarion ALM -ohjelmisto visualisoi vasemmassa laidassa olevien ikonien avulla eri WI-tyypit toisistaan. Esimerkin vuoksi toinen perustilavaatimuksista on merkitty kuitatuksi, mistä samalla nähdään Polarionin mahdollistama attribuuttien esitys LiveDoc-dokumentissa. Tällainen kuittausten esittäminen tekee samalla perinteisen kuittausviivan turhaksi, koska kuittausviivan esittämät tiedot mukaan lukien kuittaaja sekä kuittausajankohta nähdään nimikkeen attribuuteista. Kuittausviivalla tarkoitetaan siis vaatimusten alla olevaa kohtaa kuittaukselle ja sitä käytetään, kun tarkastusten kuittauksia tehdään käsin.

4 TARKASTUSTEN KUITTAAMINEN POLARION ALM - OHJELMISTOSSA

Tässä kappaleessa käydään tarkemmin läpi, miten esimerkkinä toimiva tarkastuslista on toteutettu Polarion ALM -ohjelmistoon. Tarkastuslistojen käytön lisäksi tutustutaan siihen, miten kuittausten seuranta voidaan suorittaa Polarion ALM -ohjelmistossa.

Tämän kandidaatintyön käytännön osuuden seuraava askel tarvittujen TTKE-kohtien tuonnin jälkeen oli roolin luonti kuittauksia tekeville vuoropäälliköille Polarion ALM -ohjelmistoon. Tämän roolin luonti on oleellista, koska tarkastuksia tekevä vuoropäällikkö ei saa muokata muuta kuin kuittausattributteja Polarioniin tuoduista TTKE-dokumenteista. Roolin jälkeen luonnin uusia käyttäjätunnuksia vuoropäälliköille on tarvittaessa helppo lisätä TTKE-projektiin.

4.1 Toiminta kuittauksia tehdessä

Tilenvaihtoihin liittyvien vaatimusten tarkastukset aloitetaan kuvan 3 esittämältä LiveReport Page -sivulta. Tämän sivun linkeistä voidaan siirtyä jokaisen tilenvaihdon etusivulle, jotka mahdollistavat vaivattoman tarkastusten kuittauksen ja niiden seurannan. Kuittausten seuranta varten on luotu graafinen esitys siitä, kuinka monta TTKE-vaatimusta on jo tarkastettu sekä kuinka monta vaatimusta on vielä tarkastettava ja kuitattava ennen kuin laitos on valmis tilenvaihtoon. Kuittausten tekoa varten tälle sivulle on luotu linkkejä, joista pääsee lukemaan ja kuittaamaan tarvittavia TTKE-vaatimuksia. Alla olevassa kuvassa 6 on esitettyä tilenvaihdon POP-LAT etusivu. Kuvan 6 tilanne ei kuitenkaan aivan vastaa todellisuutta, koska kuvan esittämä tilanne on yksinkertaistettu.

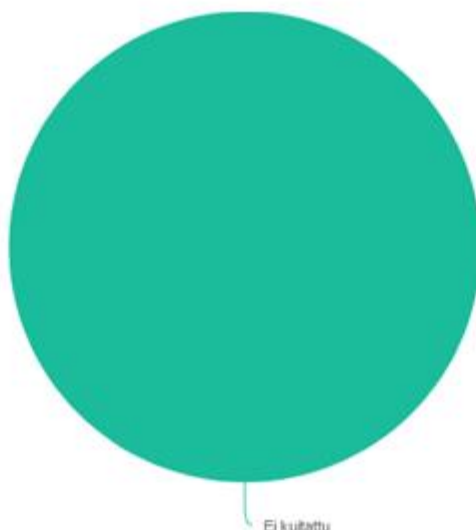
POP-LAT

Tarkastettavat TTKE-vaatimukset aloitettaessa polttoaineen siirto reaktoriin POP:n jälkeen.

Käyttötilanvaihtojen etusivu

Loviisa 1

Kuittausten tilanne



Taulukko 3.1.3.11 Tarkastettavat turvallisuustoiminnot tai järjestelmät aloitettaessa kaiken polttoaineen siirto reaktoriin, kun kaikki polttoaine on ollut polttoainealtaassa

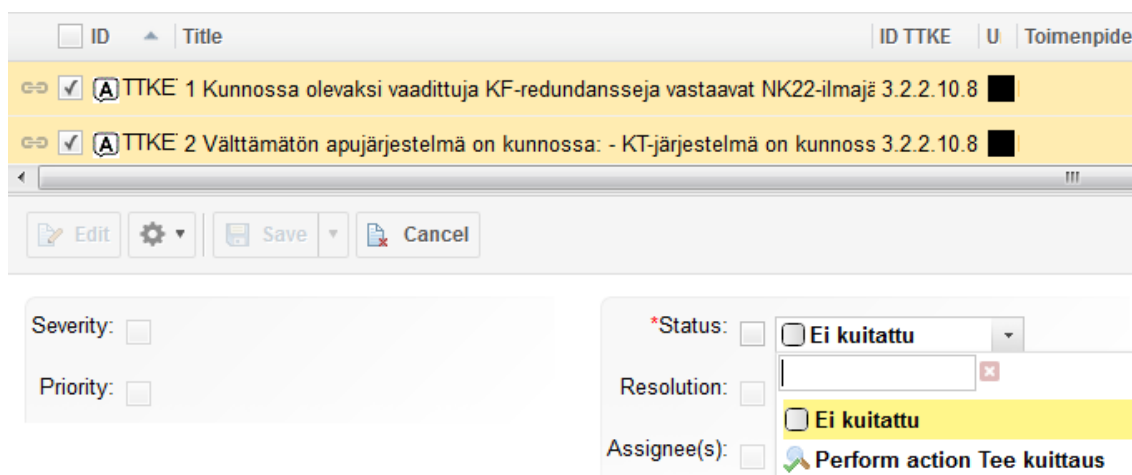
1 Toiminto tai järjestelmä	2 Huom	3 Kohtia kuitaamatta	4 Kohtia kuitattu	5 Vaatimuksia ilman kuitausvaatimusta
ilmastointi 3.2.2.10		2	0	0

Kuva 6. POP-LAT-tilanvaihdon etusivu Polarion ALM -ohjelmistossa

Ennen yllä olevan kuvan 6 ottamista kuvassa 5 näkyvä kuittaus on merkitty tyhjäksi, jotta kuittausten alkutilanne nähtäisiin. Kuvasta 6 nähdään, miten kuittaustilanteen graafinen esitys on mahdollista luoda Polarion ALM -ohjelmistossa widgetin avulla. Kuvan 6 alareunan taulukossa on interaktiivisia linkkejä, joiden avulla kuittaustilanne nähdään yksiselitteisemmin. Kuvan taulukosta nähdään, että kuitattavia kohtia on jäljellä kaksi ja klikkaamalla tätä numeroa avautuu ikkuna taulukkonäkymään, josta löytyvät nämä kaksi

vaatimusta. Itse TTKE-kohdan LiveDociin pääsee klikkaamalla taulukossa olevaa linkkiä ”ilmastointi 3.2.2.10”.

Kuittausproseduuri on rakennettu siten, että TTKE-kohdan LiveDoc olisi auki yhdessä ikkunassa ja sen kohdan kuitattavat vaatimukset taulukkonäkymässä toisessa ikkunassa. Näin TTKE-vaatimukset voidaan lukea selkeässä muodossa TTKE-kohdan LiveDocista, kuten kuva 5 esittää, ja samalla tarkastettuja vaatimuksia voidaan klikata aktiiviseksi taulukkonäkymässä. Kun kaikki vaatimukset on luettu ja tarkastettu täytetyiksi, voidaan kaikki tarkastetut vaatimukset kuitata kerralla taulukkonäkymän avulla. Havainnollistava kuva aktiiviseksi valituista vaatimuksista taulukkonäkymässä on esitetty alla kuvassa 7.

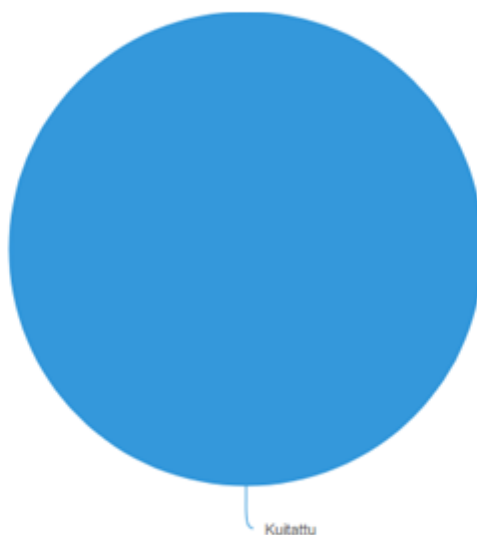


Kuva 7. TTKE-vaatimukset Polarion ALM -ohjelmiston taulukkonäkymässä

Kuvan 7 tilanteessa molemmat vaatimukset tulisi kuitatuksi, jos kohdasta ”Status” valittaisiin valinta ”Perform action Tee kuittaus”. Taulukkonäkymä mahdollistaa myös kaikkien taulukossa olevien vaatimusten valitsemisen aktiiviseksi yhdellä klikkauksella taulukon otsikkorivin kohdasta ”ID”. Näin nimikkeitä ei välttämättä tarvitse valita aktiiviseksi yksi kerrallaan, vaan kaikki nimikkeet voidaan valita aktiiviseksi kerralla kuittausta varten. Toisaalta kaikkien kohtien valitseminen aktiiviseksi kerralla on pieni huolimattomuusriski, mutta tarkastellaan sitä tarkemmin luvussa 5. Kuvan 7 esittämien nimikkeiden kuittaamisen jälkeen kuittaustieto päivittyy TTKE-kohdan LiveDociin sekä kuvan 6 esittämälle tilanvaihdon etusivulle. Alla olevassa kuvassa 8 on esitettyä tehtyjen kuittausten vaikutus graafiseen esitykseen sekä kuitattavien kohtien lukumäärän ilmoittamaan taulukkoon.

Loviisa 1

Kuittausten tilanne



Taulukko 3.1.3.11 Tarkastettavat turvallisuustoiminnot tai järjestelmät aloitettaessa kaiken polttoaineen siirto reaktoriin, kun kaikki polttoaine on ollut polttoainealtaassa

1 Toiminto tai järjestelmä	2 Huom	3 Kohtia kuittaamatta	4 Kohtia kuitattu	5 Vaatimuksia ilman kuitausvaatimusta
ilmastointi 3.2.2.10		0	2	0

Kuva 8. Kuittausten vaikutus graafiseen esitykseen

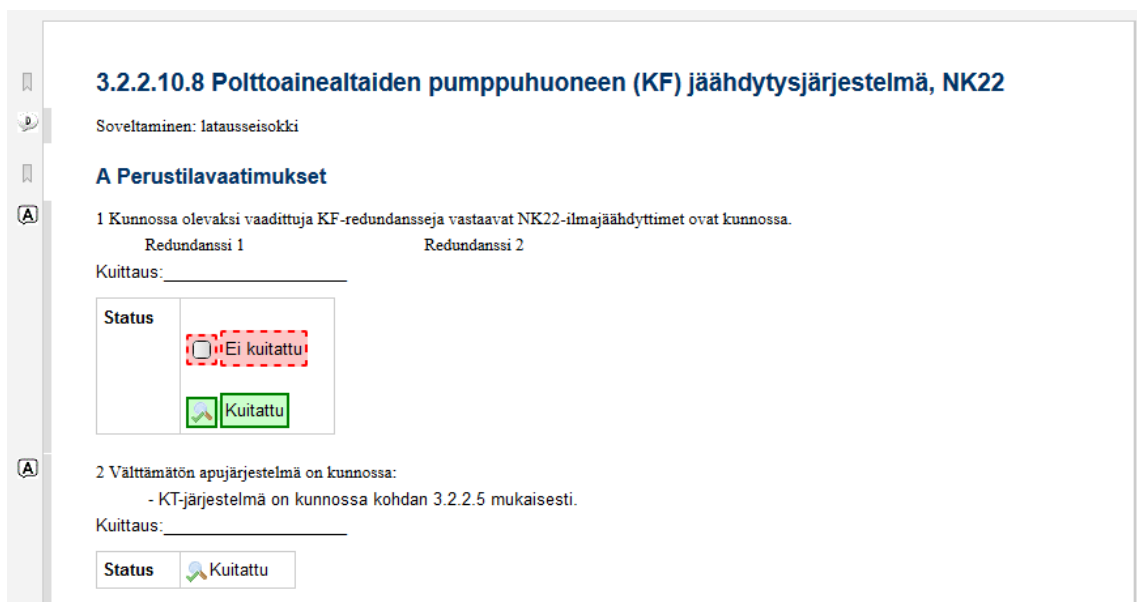
Yllä olevasta kuvan 8 graafisesta esityksestä ja sen alla olevan taulukon sarakkeista huomataan, että kaikki vaatimukset ovat nyt merkitty kuitatuiksi. Tämä mahdollistaa nopean tarkastuksen kuittausten olemassaolosta varsinkin verrattuna siihen, jos vastaava tarkastus pitäisi tehdä paksusta kansioista.

Oikeassa tilanteessa yllä käsitellyn proseduurin mukaista tilannetta ei ole, koska tarkastelun kohteena oli vain kaksi vaatimusta yhdestä TTKE-kohdasta. Oikeassa tilanteessa vaatimuksia on huomattavasti enemmän, joten sähköisillä kuittauksilla ja kuittausten seurannalla säästetään huomattava määrä aikaa perinteiseen tapaan verrattuna.

4.2 Kuittausten historian seuranta

Tärkeä osa tarkastusten kuittauksia on niiden seuranta. Polarion ALM -ohjelmisto jättää jäljen historiatietoihin aina, kun jotain asiaa muutetaan tai päivitetään. Historiatiedoista näkee muutoksen tehneen henkilön nimen lisäksi myös aikamerkinnän. Aikamerkintä on oleellinen tieto, koska sen avulla voidaan todentaa, ettei kuittauksia ole tehty väärin. Jos esimerkiksi usean TTKE-kohdan kaikki vaatimukset on kuitattu samalla sekunnilla, tarkastuksia ei välttämättä ole suoritettu asianmukaisesti.

Paperista tarkastuslistaa käytettäessä käytetty alas- tai ylösajokansio arkistoidaan käytön jälkeen, jotta sitä voidaan tarvittaessa tarkastella jälkikäteen. Polarion ALM -ohjelmistossa vastaava onnistuu vertailemalla LiveDoc-dokumenttien versioita keskenään. Alla olevassa kuvassa 9 nähdään miten Polarion ALM -ohjelmisto käytännössä esittää eri versioiden keskinäisiä eroavaisuuksia.



Kuva 9. LiveDoc-dokumenttien versioiden vertailu Polarion ALM -ohjelmistossa

Yllä olevasta kuvasta 9 nähdään, miten vaatimuksen merkitseminen kuitatuksi näkyy eri versioita vertaillessa. Kuvan 5 tilanteeseen verrattuna tässä molemmat perustilavaatimukset on kuitattu tarkistetuiksi. Vertailussa uusi tieto näkyy vihreänä ja vanha punaisena. Tässä muuttuneita kohtia on vain yksi, mutta kuten mainittua oikeassa tilanteessa vastaavia muutoksia voi olla useita, joten eroavaisuuksien selkeä esittäminen nopeuttaa jälkikäteen tehtävää muutosten tarkastelua.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET

Loviisan voimalaitoksen käyttötilojen vaihtoihin liittyvä paperinen kuittaustapa on vanhanaikainen ja hidas. Vaikka kuittaustapa on ollut samanlainen pitkään, ei se tarkoita sitä, etteikö sitä voisi päivittää. Tämä pätee tietysti ihan mihin tahansa muuhunkin asiaan.

Käydään seuraavaksi läpi tämän kandidaatintyön aikana heränneitä ajatuksia koko prosessista kuittausmenettelyjen sähköistämiseen liittyen. Tämän lisäksi tässä luvussa esitetään esille nousseita mahdollisia riskejä sähköiseen kuittaustapaan liittyen sekä näkemys siitä, onko TTKE-kohtien siirtoa Polarion ALM -ohjelmistoon kannattavaa jatkaa.

5.1 Muutosehdotukset Polarion ALM -ohjelmiston TTKE-kohtiin

Tämä tutkimus ei käytännössä ota mitään kantaa TTKE:n asiiasältöön, vaan siihen liittyviin käytäntöihin. Tässä aliluvussa esitetään Polarion ALM -ohjelmiston turhaksi tekemiä käytäntöjä TTKE-asiakirjan suhteen.

Kuvasta 5 nähtiin jo, että TTKE-kohdan siirto Polarion ALM -ohjelmistoon tekee kuittausviivasta käytännössä turhan, koska sähköisellä tarkastuslistalla sillä ei ole mitään käyttöä attribuuttien ja historiatietojen takia. Kuitenkin jos kuittausviivoista luovutaan kokonaan, ei kuittausvaatimuksettomia vaatimuksia enää suoraan erota sellaisista vaatimuksista, jolle kuittaus vaaditaan. Tämä on ongelma vain silloin, kun paperiseen tarkastuslistaan on pakko siirtyä syystä tai toisesta.

Toinen Polarion ALM -ohjelmiston turhaksi tekemä asia on ohjeessa MO-06-00002 määrättyjen tarkastustaulukoiden kuittaukselle varattu sarake. Näissä taulukoissa esitetään kaikki TTKE-kohdat, jotka vaaditaan tarkastetuiksi tiettyyn tilanvaihtoon, kuten kuvasta 2 nähdään. Paperisella tarkastuslistalla tämä sarake kuitataan aina, kun rivin määrittämä järjestelmä on saatu kuitattua tarkastuksen merkiksi. Kuten kuvista 6 ja 8 nähdään, tällainen kuittaus koko TTKE-kohdan tarkastusten kuittausten olemassaolosta on käytännössä turha, koska kuittausten tilanteen koko tilanvaihtoon voi nähdä yhdellä silmäyksellä esimerkiksi graafisesta esityksestä.

Tässä työssä ehdotetaan, että kun TTKE-kohta on saatu siirrettyä Polarion ALM -ohjelmistoon, siitä poistetaan edellä mainitut kuittausviivat ja kuittaussarakkeet. Näin

TTKE:sta saadaan Polarion ALM -ohjelmiston toiminnallisuuden kannalta järkevämpi ja selkeämpi. Ohjeen MO-06-00002 määäämien tarkastustaulukoiden ulkonäön osalta nähdään ehdotus kuvissa 6 ja 8. Eli tarkastustaulukon kuittaussarake on poistettu kokonaan ja se on korvattu interaktiivisilla esityksillä jäljellä olevista ja kuitatuista tarkastuksista. Alkuperäiseen TTKE:seen ei siis ole oleellista tehdä muutoksia, vaan ehdotetut muutokset tehtäisiin vain Polarion ALM -ohjelmistossa oleviin TTKE-kohtiin ja taulukoihin.

Tulevaisuuden kannalta on oleellista mainita, että Polarion ALM -ohjelmiston turhaksi tekemä kuittaussarake löytyy myös ylösajoon liittyvistä taulukkomuotoisista perustilavaatimuksista, joiden kunnossaolo vaaditaan useimmissa ylösajoon liittyvissä TTKE-kohdissa. Paperisella tarkastuslistalla kuittaussarakkeeseen merkitään kuittaus, kun laite tai komponentti on tarkastettu kunnossaolevaksi. Tätä saraketta ei siis Polarion ALM -ohjelmistossa tarvita, koska kuittaus suoritetaan attribuutin avulla.

Toisaalta koko edellä mainittu taulukko ei voi olla sellaisenaan tarkastuslistassa, koska Polarion ALM -ohjelmistossa ei ole tarvittavaa tukea taulukkomuotoisille tietueille. Itse taulukon sisältöä ei ole tarvetta muuttaa, mutta sen muoto ei voi olla alkuperäisen kaltainen Polarion ALM -ohjelmistossa, koska ohjelmisto ei tue yksittäisen taulukkorivin attribuuttien muokkaamista. Ongelma voidaan kiertää siten, että taulukko muutetaan tekstimuotoiseksi, jolloin jokaisesta taulukon rivistä tehdään oma nimikkeensä, jonka muokkaus onnistuu samoin kuin muillekin nimikkeille.

Edellä mainittuja taulukoita voi toki luoda yhteen nimikkeeseen kerrallaan, mutta tämä tarkoittaisi sitä, että koko taulukko, jossa on useita tarkastettavia komponentteja, tulisi kuitattua kerralla. Tämä ei ole laitosturvallisuuden kannalta mahdollista, koska jokainen tarkastettava komponentti vaatii oman yksilöivän kuittauksensa. Kuittauksia varten näitä taulukoita ei siis tarvitsisi luoda ollenkaan Polarion ALM -ohjelmistoon taulukkomuodossa, mutta jos tämän kandidaatintyön jälkeen TTKE-projektia käytetään tarkastuslistojen lisäksi esimerkiksi TTKE-asiakirjan ylläpitoon, on taulukoiden oleellista olla myös taulukkomuodossa. Tämän seurauksena taulukoiden sisältö löytyisi LiveDoc-dokumenteista kahteen kertaan, jos muuta ratkaisua ei löydetä.

5.2 Tarkastuslistojen tulevaisuus Loviisan voimalaitoksen Polarion ALM -ohjelmistossa

Tämän työn teon aikana syntyi käsitys, että Polarion ALM -ohjelmisto on käytännöllinen työkalu Loviisan voimalaitoksen tilanvaihtoihin liittyvien tarkastuksien kuittaamisessa. Sen avulla itse kuittaminen ja kuittamiseen liittyvä seuranta on nopeampaa ja varsinkin seurannan osalta helpompaa kuin paperisella käytännöllä. Polarion ALM -ohjelmistoon luotu tarkastuslista sisältää kuitenkin joitain potentiaalisia riskejä, jotka saattavat vaikuttaa sähköisten tarkastuslistojen käyttöönottoon Loviisan voimalaitoksella. Yleisellä tasolla tarkastuslistoihin liittyvistä riskeistä voidaan sanoa, että mahdollisten inhimillisten virheiden syntypaikka muuttuu listojen sähköistämisen myötä puuttuvan kuittauksen huomaamattomuudesta siihen, että vaatimus kuitataan vahingossa ilman asianmukaista tarkastusta.

Vahingollinen kuittauksen syntypaikka on aiemmin mainitussa taulukkonäkymässä, jossa kaikkien tilanvaihtoon liittyvien vaatimusten valitseminen aktiiviseksi ja niiden kuittaminen onnistuu käytännössä parilla hiiren klikkauksella. Tämä taulukkonäkymän ominaisuus lisää inhimillisen virheen riskiä, koska jokin vaatimus saattaa jäädä suurehkoilla todennäköisyydellä huomioimatta. Tässä kandidaatintyössä ei oteta kantaa siihen tulisiko tämän ominaisuuden käyttö kieltää, koska paperisellakin tarkastuslistalla tarkastaja voi kuitata vaatimuksen tarkastetuksi ilman asianmukaista tarkastusta. Tämän lisäksi tarkastaja kuitenkin vastaa kuittauksellaan siitä, että vaatimus on asianmukaisesti tarkastettu ja hän ottaa vastuun siitä, että vaatimukset on täytetty.

Toisaalta edellä mainittuun ominaisuuteen liittyy myös vakavamman virheikäytön mahdollisuus, sillä taulukkonäkymän avulla kaikkien vaatimusten kuittaminen kerralla on mahdollista tilanvaihdosta riippumatta. Taulukkonäkymässä esimerkiksi kaikki alasajoon vaadittavat tarkastukset voi kuitata tehdyiksi vain muutamalla klikkauksella. Tämä johtuu siitä, että taulukkonäkymään käyttäjä voi halutessaan suodattaa minkälaisen näkymän tahansa ilman rajoituksia. Tällainen väärinkäyttö on toki kiellettyä, mutta sitä ei voi suoranaisesti estää. Tällaisen massakuittauksen teko vahingossa on epätodennäköistä, koska siihen vaadittu suodatus tarvitsee useita harkittuja klikkauksia.

Edellä mainitut ongelmat johtuvat puhtaasti siitä, että Polarion ALM -ohjelmisto on ensisijaisesti tarkoitettu vaatimustenhallintaan eikä tarkastuslistoihin. Tämä

taulukkonäkymän ominaisuus on varmasti kätevä työkalu vaatimustenhallinnassa, mutta tässä käyttötarkoituksessa kyseinen ominaisuus on laitosturvallisuuden kannalta ongelmallinen. Toisaalta Polarion ALM -ohjelmiston avulla voidaan saavuttaa huomattavasti helpompi tapa suorittaa tarkastusten kuittauksia ja niiden seuranta, joten näiden ongelmien ratkaisu on kannattavaa.

Jo TTKE-kohtien siirron, tarkastuslistojen luonnin ja TTKE-projektin käyttöliittymän suunnittelun aikana syntyi käsitys, että sähköinen tarkastuslista on tulevaisuuden kannalta ainoa tapa muutamista ongelmakohdista huolimatta. Tässä työssä ehdotetaan, että sähköisen tarkastuslistan kehitystyötä Polarion ALM -ohjelmistoon tulisi jatkaa myös tämän kandidaatintyön jälkeen, vaikka kaikkien tarkastuksiin vaadittavien TTKE-kohtien ja TTKE-vaatimusten siirtäminen ohjelmistoon on erittäin suuri työ ylösajoon liittyvien erityiskohtien suunnittelun ja toteutuksen lisäksi.

Ylösajon siirtoa ajatellen on oleellista mainita myös Polarion ALM -ohjelmiston mahdollistama ominaisuus liittyen taulukkumuotoisten perustilavaatimusten tarkastusten kuittauksiin. Tekstimuotoiset perustilavaatimukset (A-kohdat), ovat usein linkitettyinä taulukkumuotoisiin perustilavaatimuksiin, jos TTKE-kohdassa sellainen on. Yleisesti ottaen näissä TTKE-kohdissa A-kohdan ensimmäinen vaatimus on, että kyseisen kohdan taulukkumuotoiset perustilavaatimukset on täytetty. Polarion ALM -ohjelmistossa tällaiselle linkitykselle voidaan luoda logiikka, jonka avulla A-kohdan ensimmäinen vaatimus kuittaantuu automaattisesti, jos kaikki vaaditut taulukkumuotoiset perustilavaatimukset on täytetty. Samanlaista logiikkaa voidaan käyttää esimerkiksi kuvan 1 esittämässä tilanteessa, jossa TTKE-kohdassa vaaditaan jonkun apujärjestelmän kunnossaolo. Jos apujärjestelmä on kuitattu kunnossaolevaksi, ylemmän tason TTKE-vaatimus voisi kuittaantua automaattisesti.

Edellä mainittua linkityslogiikkaa voidaan soveltaa myös sellaisissa tilanvaihdossa, joissa useissa TTKE-kohdissa vaaditaan saman komponentin toimivuutta. Paperisella tarkastuslistalla tämä tarkoittaa sitä, että komponentti tulee kuitata tarkastetuksi useaan kertaan saman tilanvaihdon aikana, mutta sähköisellä tarkastuslistalla komponentin kuittaus kaikkiin TTKE-kohtiin onnistuu kerralla. Tämän logiikan toteutus vaatii tosin toimenpiteitä Polarion ALM -ohjelmiston toimittajalta.

Linkitykseen liittyy myös riskejä virheellisestä toiminnasta, sillä jokin linkitys saattaa vahingossa mennä väärin. Tämä saattaa pahimmillaan johtaa siihen, että jokin komponentti on merkitty automaattisesti kuitatuksi, vaikka kyseistä komponenttia ei ole tarkastettu. Muun muassa tämän mahdollisen virheellisen toiminnan takia on oleellista suorittaa asianmukainen testaus ennen järjestelmän käyttöönottoa, jotta epätoivotuilta tilanteilta vältyttäisiin. Testauksella voitaisiin selvittää myös se, että onko järjestelmän jumiutuminen mahdollinen tapahtuma esimerkiksi todellisen ylösajon aikana. Järjestelmän jumiutuminen voisi pahimmillaan johtaa vuosihuollon viivästymiseen, josta aiheutuisi huomattavat taloudelliset tappiot. Jumiutumisen riskin takia on oleellista ylläpitää myös paperista tarkastuslistaa, jotta sitä voitaisiin tarvittaessa käyttää korvaavana toimenpiteenä.

6 YHTEENVETO

Tässä työssä tutkimuksen kohteena oli Loviisan voimalaitoksen käyttötilojen vaihtoon liittyvien tarkastuslistojen sähköistäminen. Työn aikana perehdyttiin ensin perinteisiin tai paperisiin tarkastuslistoihin, jotta vertailu sähköiseen tarkastuslistaan konkretisoituisi. Paperiseen tarkastuslistaan perehdyttäessä listattiin työn aikana havaittuja ongelma- tai riskikohtia, joita sähköisellä tarkastuslistalla pystytään poistamaan. Ongelmitta ei päästä sähköiselläkään tarkastuslistalla, mutta näiden ongelmien ratkaiseminen todettiin mahdolliseksi ja kannattavaksi. Tutkimuksen aikana sähköisestä tarkastuslistasta saatiin hyvä yleiskuva ja tutkimuksen jälkeen todettiin, että sähköisen tarkastuslistan kehitystyötä on kannattavaa jatkaa.

Työ aloitettiin tutkimalla ydinenergialakia, ydinenergia-asetusta ja YVL-ohjeita, jotta ymmärrettäisiin perusta tarkastuslistojen sisältämille vaatimuksille. Todettiin, että vaatimuksia yksityiskohtaistetaan edetessä hierarkiaa alaspäin ydinenergialaista YVL-ohjeisiin. YVL-ohjeita ylläpitää STUK, joka toimii viranomaisena ydinvoimalaitoksien valvonnassa koko ydinvoimalaitoksen käyttöajan ajan. YVL-ohjeista todettiin, että niiden vaikutus heijastuu koko laitoksen henkilökunnan toimintaan. Tämä on ymmärrettävää, koska YVL-ohjeiden tavoite on ensisijaisesti taata ydinvoimalaitoksen turvallinen käyttö ympäristön ja ihmisten kannalta.

Työssä esiteltiin TTKE, jonka sisältämistä vaatimuksista tarkastuslistat koostuvat. TTKE:n tarkempi läpikäynti ei kuitenkaan ollut mahdollista sen laajuudesta ja ei-julkisesta luonteesta johtuen. TTKE:n lisäksi tässä tutkimuksessa käytettiin lähteinä muitakin Loviisan voimalaitoksen sisäisiä asiakirjoja. Tutkimuksen lopussa esitettiin muutosehdotuksia TTKE-asiakirjaan liittyviin kuittauskäytäntöihin, jotka eivät ole tarpeellisia sähköistä tarkastuslistaa käytettäessä. Nämä kuittauskäytännöt tultaisiin korvaamaan toisilla käytännöillä kehitysehdotuksien esittämällä tavalla.

Tutkimuksen yksi oleellisimmista kohteista on Polarion ALM -ohjelmisto. Ohjelmiston esittely koettiin oleelliseksi, koska tutkimuksen kohteena oleva tarkastuslista toteutettiin tähän ohjelmistoon sähköisessä muodossa. Sähköistämisprosessista esiteltiin osa-alueet esimerkkien avulla, jolloin prosessin tapahtumat saatiin esitettyä selkeämmin.

Tutkimuksessa esiteltiin myös sähköisen tarkastuslistan tuomia etuja verrattuna paperiseen tarkastuslistaan. Yksi tärkeimmistä sähköisen tarkastuslistan tuomista eduista oli jatkuva reaaliaikainen seuranta kuittaustilanteesta, minkä avulla voidaan nopeuttaa Loviisan voimalaitoksen vuosihuoltoihin liittyviä tapahtumia. Kuten mainittua sähköinen tarkastuslista tuo mukanaan myös muutamia ongelmia, joiden todettiin johtuvan lähinnä vaatimustenhallintaan tarkoitettusta Polarion ALM -ohjelmistosta. Tosin tässä työssä ei ehdoteta minkään korvaavan tai vastaavan ohjelmiston käyttöönottoa, koska esiteltyt ongelmat ovat todennäköisesti ratkaistavissa Polarion ALM -ohjelmistossa. Yksi ratkaisu voisi olla se, että ongelmalliset ominaisuudet poistettaisiin esimerkiksi toimittajan toimesta.

On toki ymmärrettävää, että sähköisen tarkastuslistan käyttöönotto voi olla haasteellista tarkastuksia ja niiden kuittauksia tekeville vuoropäälliköille, jotka ovat tottuneet Loviisan voimalaitoksen perinteisiin menetelmiin. Onkin ensisijaisen tärkeää, että vuoropäälliköille tehdään selväksi kaikki Polarion ALM -ohjelmiston tuomat vapaudet ja vastuut verrattuna perinteiseen menetelmään. Sähköisten tarkastuslistojen luonti vaatii lukuisia tunteja Polarion ALM -ohjelmiston opettelua ja käytön harjoittelua työn alkuvaiheessa. Vaikka tarkastuslistojen käyttäjien ei tarvitsekaan ymmärtää yhtä syvällisesti ohjelmiston toiminnasta, on oleellista kouluttaa heitä perusasioiden osalta, jotta sähköisten tarkastuslistojen käyttö olisi luontevaa ja luotettavaa.

LÄHDELUETTELO

A 12.2.1988/161. Ydinenergia-asetus.

Fortum. 2015. Menettelyohje MO-06-00002. Fortum Power And Heat Oyj. [Ei julkinen].

Fortum. 2017a. Polarion ja LoCORE käyttäjän käsikirja. Fortum Power And Heat Oyj. [Ei julkinen].

Fortum. 2017b. LoCORE, Polarion alkuperehdytys. Fortum Power And Heat Oyj. [Ei julkinen].

Fortum. 2017c. LO1 TTKE. Fortum Power And Heat Oyj. [Ei julkinen].

L 11.12.1987/990. Ydinenergialaki.

Ojanen Matti, Ollikkala Hannu, Reiman Lasse, Ruokola Esko, Tiippana Petteri. 2004. Säteilyturvakeskus ydinturvallisuuden valvojana. Teoksessa: Ydinturvallisuus/Jorma Sandberg. Hämeenlinna: Karisto Oy. ISBN 951-712-507-0. Saatavissa PDF-muodossa: https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirjasarjaV_ydinturvallisuus_10.pdf/9f88acaa-dc67-4403-af22-297287260fed. [viitattu 11.4.2018]

Pirinen Janne. 2018. Polarion-koulutus, Loviisa 1.6.2018. Fortum Power And Heat Oyj.

Siemens. 2018a. About us. [www-lähde]. Saatavissa: <https://polarion.plm.automation.siemens.com/company/index> [viitattu 11.4.2018]

Siemens. 2018b. Polarion ALM Platform Help - Administrator's Guide - 3. Managing Users & Permissions. [www-lähde]. Saatavissa: <https://almdemo.polarion.com/polarion/help/index.jsp> [viitattu 15.5.2018]

Siemens. 2018c. Polarion LiveDoc™ Documents. [www-lähde]. Saatavissa: <https://polarion.plm.automation.siemens.com/tutorials/polarion-livedoc-documents> [viitattu 18.5.2018]

Siemens. 2018d. Polarion ALM Platform Help - User Guide - 15. Working With Documents - Document Properties, History and Outline. [www-lähde]. Saatavissa: <https://almdemo.polarion.com/polarion/help/?topic=/com.polarion.xray.doc.user/ugchReqadvanced.html> [viitattu 21.5.2018]

STUK. 2013. Ydinvoimalaitoksen käyttötoiminta, 15.11.2013 YVL A.6. 1. painos. Helsinki. 14 sivua. ISBN 978-952-478-920-2. Saatavissa PDF-muodossa: <https://www.stuklex.fi/fi/ohje/YVLA-6>. [viitattu 11.4.2018].

STUK. 2018. Ydinturvallisuusohjeet (YVL-ohjeet). [verkkajulkaisu]. Saatavissa: <http://www.stuk.fi/saannosto/stukin-viranomaisohjeet/ydinturvallisuusohjeet>. [viitattu 11. 4. 2018]