



Laitehallinta muuttuvassa tutkimusympäristössä

Jari Venäläinen

Opinnäytetyö, AMK

Tammikuu 2024

Tekniikan ala

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Venäläinen, Jari

Laitehallinta muuttuvassa tutkimusympäristössä

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tammikuu 2024, 66 sivua.

Tekniikan ala. Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyön aiheena oli laitehallintamallin kehittäminen Valmet Technologies Oy, Paper Technology Center (PTC), Jyväskylään. Pää tavoitteena oli kehittää PTC:n jatkuvasti muuttuvaan toimintaympäristöön toimintamalli, joka huomioi toimintaa ohjaavat lait ja asetukset sekä muut rajoitteet. Kehitetyn toimintamallin tuli selkeyttää vastuita ja vaatimuksia PTC:n laitehallinnassa laitteistojen koko elinkaaren mitalla.

Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistutkimuksena hyödyntäen alan kirjallisuutta, havainnointia ja asiantuntijahaastatteluja. Benchmarking-menetelmää käytettiin oman toiminnan vertaamiseen muiden laitosten vastaavaan toimintaan soveltuvien osien, sekä Valmetin omaan toimintaan laite-toimittajan roolissa. Eri lähteistä kerättyä aineistoa tutkimalla ja omaa nykyistä toimintaa kartoittamalla löydettiin toiminnan kehityskohdat.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi laitehallinnan toimintamalli, joka huomioi PTC:n muuttuvan toimintaympäristön ja ohjeistaa laitteisiin liittyvien projektien etenemistä suunnittelusta aina laitteen elinkaaren loppuun saakka. Toimintamalli pyrkii maksimoimaan PTC:llä käytettävien laitteiden toiminnallisen elinkaaren ja se on edelleen kehitettävissä toimintaympäristön muutosten mukana. Toimintamalli painottaa työturvallisuuden huomioon ottamista projektien ja PTC:n yleisen toiminnan kaikissa vaiheissa.

Avainsanat (asiasanat)

Kunnossapito, Tutkimuslaitokset, Elinkaari, Elinkaarimalli, Toimintamalli

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Venäläinen, Jari

Device management in a changing research environment

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, January 2024, 66 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Mechanical Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The subject of the thesis was the development of an equipment management model for Valmet Technologies Oy, Paper Technology Center (PTC), Jyväskylä. The main objective was to develop an operating model for PTC's constantly changing operating environment that considers the laws and regulations and other constraints that govern the operations. The model developed had to clarify responsibilities and requirements for PTC's equipment management throughout the life cycle of the equipment.

The thesis was carried out as a development study using literature, observation, and expert interviews. The benchmarking method was used to compare our own operations with those of other plants, where applicable, and with Valmet's own operations as an equipment supplier. By examining the material collected from various sources and by mapping its own current activities, it was possible to identify areas for development.

As a result of the thesis, an equipment management operating model was created that considers PTC's changing operating environment and guides the progression of equipment-related projects from planning to the end of the equipment's life cycle. The approach aims to maximize the operational lifecycle of the equipment used by PTC and can evolve in line with changes in the operating environment. It emphasizes the importance of taking occupational safety into account at all stages of projects and PTC's overall operations.

Keywords/tags (subjects)

Maintenance, Research institutes, Life cycle, Life cycle model, Operating model

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	3
1.1	Taustaa	3
1.2	Ongelma	3
1.3	Ratkaisu	4
2	Tutkimusasetelma	5
2.1	Tutkimuskysymykset	5
2.2	Tutkimusmenetelmät	6
2.3	Aineiston luotettavuus	6
2.4	Eettisyys.....	6
2.5	Tutkimuskohde.....	7
2.5.1	Valmet yrityksenä	7
2.5.2	Tunnuslukuja.....	7
2.5.3	Valmet PTC Jyväskylä	7
3	Tietoperusta	8
3.1	Elinkaariajattelu.....	8
3.2	Laitehallinta.....	10
3.3	Tuotanto-omaisuuden hallinta.....	11
3.4	Kunnossapito.....	13
3.5	Koneturvallisuus.....	15
3.6	Riskienhallinta	19
4	Työn toteutus	20
4.1	Nykytilanteen kuvaus	21
4.2	Haastattelut ja benchmarkkaus – miten muualla toimitaan?	22
4.2.1	Valmet laitetoimittajana.....	23
4.2.2	Suunnittelutoimisto	24
4.2.3	Gasum – katkoton käynti	25
4.2.4	Tuotantolaitos – katkeava käynti	27
4.3	Valmetin ja PTC:n omat ohjeet	28
5	Työn tulokset.....	29
5.1	Laitehallinta PTC:llä	29
5.2	Dokumentointi	32
5.2.1	Laitteen hankintavaiheen dokumentointi	35
5.2.2	Asennusvaiheen dokumentointi.....	35

5.2.3	Testauksen ja käyttöönoton dokumentointi	36
5.2.4	Kunnossapidon dokumentointi	38
5.2.5	Varastointi.....	40
5.2.6	Käytöstä poisto	41
5.3	Laitteiden toiminnallisuuden ja turvallisuuden takaaminen	42
6	Pohdinta.....	44
	Lähteet	47
	Liitteet	50
	Liite 1. Asennustarkastuspöytäkirjapohja standardista PSK 2901	50
	Liite 2. Valmetin suunnittelustandardit – tuoteturvallisuus	51
	Liite 3. Koelaitoksen yleinen riskienarviointimalli (uusi).....	55
	Liite 4. Riskienarviointimatriisi liitteen 3 pohjaan.....	60
	Liite 5. Vuokaavio koelaitoksen laitehallinnan toimintamallista	61
	Kuviot	
	Kuvio 1. Kunnossapito laitoksen elinkaareissa (Mitä on kunnossapito? n.d.).....	10
	Kuvio 2. Turva-automaation elinkaari. (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).....	18
	Kuvio 3. Opinnäytetyön rajaus.....	21
	Kuvio 4. Osa PTC:n projektinhoitomallia.	29
	Kuvio 5. Hankintavaiheen dokumentoinnista vastaavat.	35
	Kuvio 6. Asennustyövaiheen dokumentointia.	36
	Kuvio 7. Testausvaiheen dokumentointi.	36
	Kuvio 8. Käyttöönottovaiheen dokumentointia.	38
	Kuvio 9. Kunnossapitoon liittyvä dokumentointi.....	40
	Kuvio 10. Varastointivaiheen dokumentointi.	41
	Kuvio 11. Käytöstä poiston dokumentointi.	42
	Taulukot	
	Taulukko 1. Riskitaulukkomalli (Riskien arviointi ja hallinta työpaikalla -työkirja 2021.).....	20
	Taulukko 2. Koelaitoksella tarvittavat laitedokumentit.....	33

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Teknologiатеollisuuden kilpailukyvyyn säilyttäminen vaatii yrityksiltä muun muassa yritysten omien kulujen järkevää hallintaa (Ostbaum 2022). Yksi tärkeä osa tuotantokuluista teknologiатеollisuudessa muodostuu oman laitteiston hankinta- ja ylläpitokustannuksista. Näihin kustannuksiin suoraan vaikuttaa yrityksen oma toimintatapa laitteistojen elinkaarenhallinnassa. Laadukas laite- ja kunnossapitodokumentointi selkeyttää laitteiston elinkaarenhallintaa yrityksissä, jolloin laitteiston ylläpitokustannuksiin vaikuttaminen on hallitumpaa. Teknologiayrityksen oma liiketoiminta-ajatus, tarvittavan laitekannan määrä ja arvo, sekä yrityksen omat strategiavalinnat määrittävät riittävän laitedokumentoinnin tason. Laitteiston elinkaariajattelun huomioon ottaminen strategiavalinnoissa ja laitehankinnoissa käynnistyy jo hankinnan suunnitteluvaiheessa, jolloin laitteelle määritetään tavoitteellinen käyttöikä. Teollisuudessa laitteen käyttöikä määritellään tyypillisesti käyttötaroituksen, -ympäristön ja -taajuuden mukaan. Käyttöiän maksimointi edellyttää huolellisesti suunniteltua elinkaarenhallintaa ja vaikuttaa suoraan yrityksen käyttöomaisuuteen sitoutuneisiin pääomiin. (Investoinnin kannattavuus n.d.)

1.2 Ongelma

Valmet Technologies Oy on globaalisti toimiva teknologiayritys, jonka tärkeimpiä tuotteita ovat paperin ja kartongin valmistukseen liittyvät teknologiat ja koneet. Valmetilla on myös tämän teknologian tuotekehitystoimintaa, jossa tärkeimpiä toimipaikkoja on Paper Technology Center Jyväskylä (myöhemmin PTC tai koelaitos). (Valmet yrityksenä 2023.) PTC:n tehtävänä on toimia kehityslaboratoriona omalle tuotekehitykselle, sekä myynnin apuna demonstraatiotehtävissä asiakkaiden suuntaan. Tällainen toiminta kehittyvän teknologian keskellä luo jatkuvaa muutosta PTC:iin toimintaympäristönä. Laitteita ja koneita on paljon, osa niistä jää PTC:lle käyttöön vuosiksi, osa on käytössä vain lyhyen aikaa. Tuotekehitys tuo uutta teknologiaa PTC:lle ja samaan aikaan vanhaakin on pidettävä kunnossa. Laittehallinta ja varsinkin dokumentoinnin ajantasaisuus on tällaisessa ympäristössä haastavaa ilman toimivaa toimintamallia.

Laitteiden käyttöympäristö PTC:llä on haastava. Olosuhteet ovat vaihtelevia, lämpötiloissa on isoja eroja, kuten kosteudessaakin. Käyttötarkoitus yksittäiselle laitteelle voi olla päiväkohtaisesti erilainen. Kolmas suuri laitteita kuormittava muuttuja on käyttötaajuus. PTC:llä on paljon laitteita, joita

käytetään harvoin, usein vain tietyntyyppisten koeajojen yhteydessä. Paljon käyttämättömänä olevat laitteet ovat aina riski kokonaisuuden toimintavarmuudelle, silloin kun ne käynnistetään pitkän seisokin jälkeen. Kunnossapidon suunnittelu laitteille, joiden seuraavaa käyttöpäivää ei tiedä kukaan, on erittäin haastavaa. Jos kunnossapitoa ei tehdä, näkyy se vikaantumisina ja häiritsee koeajon suorittamista. Jos taas kunnossapidetaan laitetta, jota ei sitten koskaan tarvittukaan, näyttäytyy se resurssien tuhlaamisena. Usein laite puretaan koneesta pois ja varastoidaan odottamaan seuraavaa käyttöä. Joskus laitetta saatetaan modifioida varastoinnin aikana. Tämä voi johtaa tilanteeseen, jossa kaikki kunnossapitosuunnitelmat, jopa käyttöohjeet, joutuu päivittämään. Tähänkin tarvitaan toimintamallia, joka ohjaa toimimaan tietyn kaavan mukaan näissä tapauksissa.

PTC:llä on myös paljon laitteita, jotka käyvät lähes koko ajan. Nämä laitteet ovat mukana jokaisessa koeajossa ja niiden voidaan ajatella olevan koelaitoksen avainlaitteita. Koelaitoksen näkökulmasta niitä ovat laitteet, joiden toiminta mahdollistaa koeajotoiminnan koelaitoksella yleisesti. Tällaisia avainlaitteita ovat esimerkiksi massanhajotuspulpperi, kuidutin ja jauhimet massanvalmistuksessa, koekoneiden käytöt, tietyt pumput koelaitoksella, prosessin loppupään hylkymassan käsittelylaitteet etc. Kunnossapitotoimien suunnittelu tällaisille laitteille on helpompaa, koska niiden käyttötunnit ovat joko vakiot tai lähes vakiot kuukautta kohti.

1.3 Ratkaisu

Tämän opinnäytetyön aiheena oli luoda PTC:n laitehallintaan toimintamalli. Toimintamallin täytyi vastata edellä esitettyihin ongelmiin siten, että sen avulla voitiin parantaa sekä PTC:n käyttövarmuutta, että kustannustehokkuutta. Mallin tuli perustua elinkaariajatteluun ja huomioida laitteistojen kunnossapito sekä käytettävyys. Tämä opinnäytetyö rajautui käsittelemään laitehallintaa PTC:llä.

Mallin käyttö alkaa siitä hetkestä, kun laite saapuu PTC:lle ja se otetaan siellä käyttöön. Tällöin luodaan ensimmäiset laitteen tietokantaan liitettävät dokumentit. Laitteelle on laitteen tullessa PTC:lle suunniteltu alustava elinkaari. Tuo elinkaari toimii pohjana suunniteltaessa laitteen huolto-kiertoja ja mahdollisia varaosavarastointeja. Laitteen poistuessa käytöstä, tapahtuu se suunnitellusti, joko varastoiden laite mahdollista jälkitarvetta varten, tai hävittämällä laite suunnitellusti.

Kaiken tämän toiminnan sujuvuus ja laitteen toimivuus sen elinkaaren aikana varmistetaan dokumentoinnilla, johon tämä opinnäytetyö tulee tuottamaan toimintamallin. Dokumentointipohjana tullaan käyttämään PTC:llä käytössä olevaa Novi by Pinja -kunnossapitojärjestelmää.

Opinnäytetyön tuloksena syntynyt toimintamalli tullaan ottamaan käyttöön PTC:llä Valmet Raut-pohjassa kirjoittajan itsensä osallistuessa käyttöönottoon. Toimintamallia tullaan kehittämään käyttöönoton ja käytön aikana kehitystarpeiden ilmetessä. Eri sidosryhmät, joiden toimintaa malli tulee ohjaamaan, koulutetaan soveltuvin osin mallin käyttöön. Tähän tarkoitukseen tullaan laatimaan tämän opinnäytetyön pohjalta erillinen koulutusaineisto.

2 Tutkimusasetelma

2.1 Tutkimuskysymykset

Valmet PTC on ympäristö, jolle ominaista on jatkuva muutos. Perusrunko prosessista ja laitteistoista on pysyvää, mutta tuon rungon ympärillä tapahtuu paljon muutosta ja sitä tapahtuu koko ajan. PTC on Valmetin organisaatiossa osa sekä tuotekehitystä, että myyntiä. Tuotekehitys paperikoneen valmistuksessa tarkoittaa uusien laitteiden ja laitteistojen sisäänajoa, prosessimuutoksia, automaatiomuutoksia ja muuta vastaavaa. Myynnin koeajojen kautta taas syntyy vaatimus peruslaitteiston toimivuudesta silloin kun sitä tarvitaan esimerkiksi kaupanvahvistusajossa. Näillä on vaikutusta toisiinsa.

Tutkimusongelma voidaan jakaa tutkimuskysymyksiin, joihin halutaan löytää vastaus. Tutkimuskysymyksien vastaukset luovat kokonaisuutena vastauksen itse tutkimusongelmaan. Tämän tutkimuksen toteutus on tehty kehittämistutkimuksena, jolla on tietty tavoite. (Kananen 2015.) Tämä tavoite on luoda PTC:lle toimiva laitehallintamalli. Tutkimuskysymyksiä tässä opinnäytetyössä ovat:

- Kuinka hallita laitekantaa PTC:n jatkuvasti muuttuvassa ympäristössä?
- Miten taataan laitteiden elinkaarenmittainen toiminnallisuus ja turvallisuus alkaen asennuksesta ja päättyen käytöstä poistoon?
- Kuinka laitehallintaan liittyvä dokumentointi toteutetaan ja tallennetaan?

2.2 Tutkimusmenetelmät

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytetään kehittämistutkimusta. Tutkimusote on laadullinen, jolloin aineistonkeruumenetelminä on käytetty havainnointia, haastatteluja ja dokumentteja. (Kananen 2015.) Havainnoinnissa on benchmarkkaamalla haettu vertailukohtia tiettyihin toimintoihin, esimerkiksi dokumentointiin, emoyhtiön ulkopuolisissa laitetoimituksissa verrattuna PTC:lle tapahtuviin sisäisiin laitetoimituksiin. Haastatteluja tehtiin ulkopuolisiin yrityksiin benchmarkaten niiden laitehallintaa ja kunnossapitojärjestelmiä. Benchmarkkaus tutkimusmenetelmänä tarkoittaa oman toiminnan vertaamista muiden vastaavaan toimintaan. Sen tarkoituksena on löytää omasta toiminnasta heikot kohdat ja poimia toisten toiminnasta ideoita oman toiminnan kehittämiseen. Suomeksi benchmarkkaaminen tarkoittaa vertaisarviointia, esikuva-arviointia tai vertaisanalyysia. (Oppariapu – Apua opinnäytetyön kirjoittamiseen 2016.)

2.3 Aineiston luotettavuus

Tietoperustaa kootessa on pyritty keräämään kunnossapitoa ja laitehallintaa käsittelevää aineistoa vain alalla tunnustetuista ja alaa tuntevista lähteistä. Kunnossapitoa ja laitehallintaa säänteleviä lakeja ja asetuksia on haettu niin Euroopan Unionin kuin Suomen valtioneuvostonkin tietokannoista. Haastateltujen henkilöiden osaaminen edustamansa yrityksen kunnossapidon alueella on varmistettu haastattelun alussa haastateltavan toimenkuvaa selventävin kysymyksin. Haastateltavien erilaisten toimenkuvien ja eri työpaikkojen kautta haastatteluaineistolle saatiin useiden näkökulmien ansiosta riittävästi leveyttä.

2.4 Eettisyys

Opinnäytetyössä noudatetaan opinnäytetyön eettisiä ja hyvän tutkimuksen periaatteita. Tutkimukseen liittyvien haastattelujen tuloksia käsitellään anonyyminä, jotta henkilöiden yksityisyys säilyy. Haastateltuja asiantuntijoita on informoitu haastattelun tarkoituksesta ja opinnäytetyön tavoitteista. Haastatellut henkilöt on nimetty lähteinä kukin oman työpaikkansa edustajaksi. Yritysten tietosuojan vuoksi kaikkien yritysten nimiä ei ole tekstissä mainittu, ellei yritys ole tähän erikseen lupaa antanut. Lopuksi työn sisällön plagioinnin tarkastus suoritetaan Jyväskylän ammattikorkeakoulun Wihi-järjestelmän kautta Turnitin-ohjelmalla.

2.5 Tutkimuskohde

2.5.1 Valmet yrityksenä

Valmet on globaalisti toimiva teknologiayritys, jonka tärkeimpiä tuotteita ovat paperin ja kartongin valmistukseen liittyvät teknologiat ja koneet. Valmet on maailman johtava prosessiteknologian ja automaatoratkaisujen toimittaja eritoten sellu-, paperi- ja energiateollisuuden tarpeisiin. Yhtiöllä on pitkä 220 vuoden historia Suomessa, ja se on valmistanut olemassaolonsa aikana monenlaisia konepajateollisuuden tuotteita, aina laivoista tykkeihin ja paperikoneisiin. Tällä hetkellä Valmetilla on viisi liiketoimintalinjaa, jotka ovat Palvelut-, Automaatio-, Sellu ja energia-, Paperit- ja uusim-pana liiketoimintalinjana vuonna 2022 perustettu Virtauksensäätö-liiketoimintalinja. Valmetin osakkeet noteerataan Nasdaq Helsingissä. Valmetin pääkonttori sijaitsee Espoossa. (Valmet yrityksenä 2023.)

2.5.2 Tunnuslukuja

Valmet työllistää 17 500 työntekijää ympäri maailmaa. Liikevaihtoa Valmetilla oli vuonna 2022 noin 5,1 miljardia euroa. Vuonna 2022 saatujen tilausten arvo oli 5,2 miljardia euroa ja liikevoitto (EBIT) oli 436 miljoonaa euroa. Tutkimukseen ja tuotekehitykseen Valmet käytti 95 miljoonaa euroa. (Valmet vuosikatsaus 2022 N.d.)

2.5.3 Valmet PTC Jyväskylä

Valmetin Jyväskylän Rautpohjassa sijaitsevalla koelaitoksella (Paper Technology Center, PTC), on kaksi koepaperikonetta, joilla voidaan testata ja kehittää paperin ja kartongin valmistuksen teknologiaa. Koekoneilla suoritetaan oman tuotekehityksen lisäksi erilaisia asiakasprojekteihin liittyviä koeajoja (Valmet yrityksenä 2023).

Koekoneiden lisäksi PTC:llä on laboratoriotoimintaa ja erilliskoepaikka yksittäisten komponenttien testauksia, esimerkiksi kestotestejä, varten. Paperi- ja kartonkitehtaat ostavat jonkin verran laboratoriopalveluja PTC:ltä. Henkilöstöä PTC:llä on noin kolmekymmentä, jotka jakaantuvat laitoksen johtoon, laboratorioon, koekoneille ja kunnossapitoon sekä varastonhoitoon.

PTC:llä kunnossapitohenkilöstön tehtäviin kuuluu vastata laitteistojen toimintakyvystä ja käytettävyydestä. Kunnossapidossa työskentelee tällä hetkellä neljä vakituista henkilöä, joista kaikki hallitsevat mekaanisen puolen kunnossapitoa, lisäksi jokaisella on omaa erikoisosaamista. Tämän lisäksi kaikki pystyvät toimimaan poissaoloja paikkaavina resursseina koekoneille koeajon aikana. Vakituisten henkilöstön lisäksi kunnossapidossa on oppimassa kaksi oppisopimuksella koulutettavaa henkilöä. Kunnossapito siis hoitaa pääosin laitteiston huollot ja erikoisosaamista vaativat tehtävät, kuten korjaushitsaukset, laakeroinnit, sähkötyöt, automaatiohäiriöt ja muut koelaitosprosesseihin liittyvät kunnossapito- ja korjaustoimet. Koekoneiden käyttöhenkilöstön tehtäviin kuuluu valvoa laitteiden käytettävyyttä, raportoida mahdollisista ongelmista, vioista ja häiriöistä kunnossapitojärjestelmään, sekä huolehtia laitteiden toimintaympäristön puhtaudesta. Viimeksi mainittu on määritelty käyttäjäkunnossapitoon kuuluvaksi toimeksi, samoin koneiden ajonaikainen kunnonvalvonta kuuluu käyttäjähenkilöstön toimiin. Havaituista vioista raportoidaan PTC:n kunnossapitojärjestelmään.

3 Tietoperusta

Avainsanat, kuten elinkaari, kunnossapito, toimintaympäristö ja laitehallinta, toimivat tietoperustan kokoamisen hakusanoina. Tiedonhaussa käytin hyväkseni olemassa olevia, aiemmin tehtyjä kunnossapitoa käsitteleviä töitä ja tutkimuksia. Näitä löytyi osin internetin kautta, mutta pääosin työnantajan tietokannoista, kirjastosta, kunnossapitoyhdistys Promaintin kautta ja kyselemällä. Pääosin lähdeteoksiksi valikoitui painettua alan kirjallisuutta. Lakien ja asetusten osalta tietoa kerättiin Suomen oikeusministeriön omistamilta Finlex-verkkosivuilta.

3.1 Elinkaariajattelu

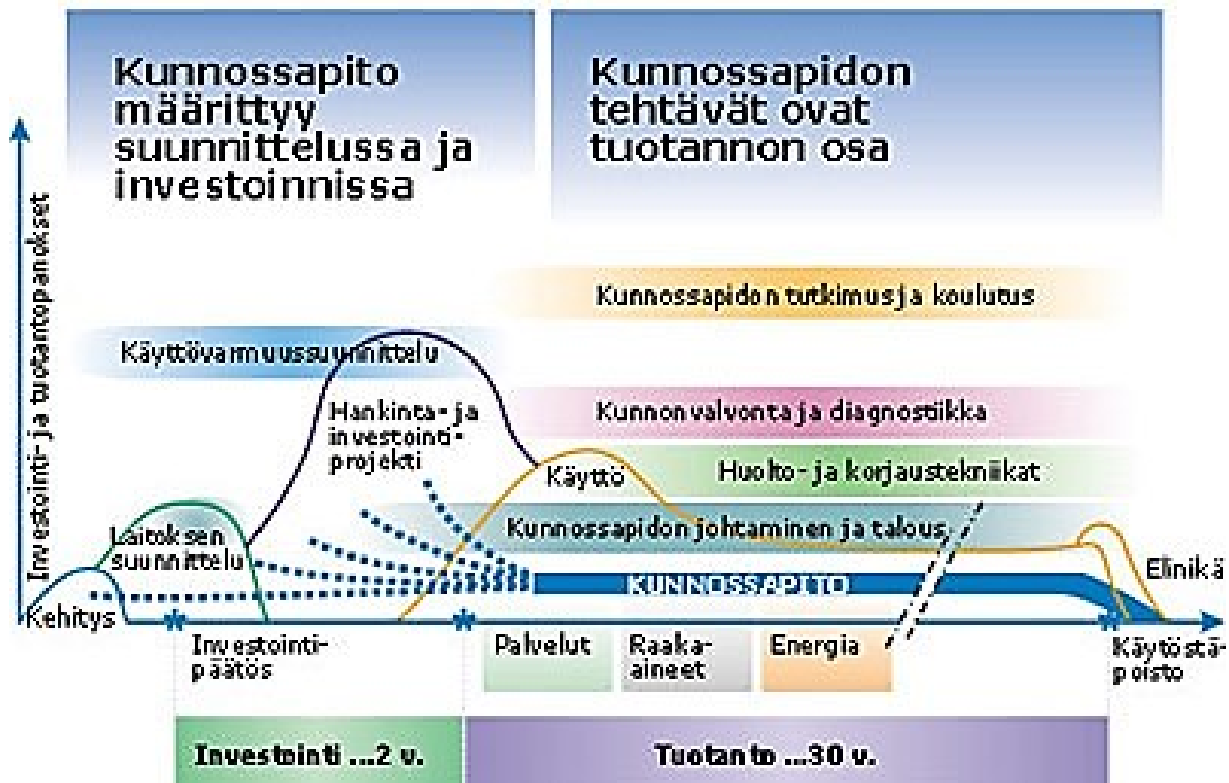
Laitteiden teknisen dokumentoinnin laatu ennen ja jälkeen laitteen käyttöönoton luo perustan laitteistojen elinkaarenhallintaan yrityksissä. Tyypillisesti tuotekehitys, suunnittelu ja valmistus tuottavat laitteelle tietyt dokumentit, jotka toimitetaan laitteen mukana ostajalle. Teollisuudessa nämä dokumentit sisältävät yleensä asennusohjeet, käyttöohjeet ja huolto-ohjeet. Asennusohjeiden tuottaminen kuuluu suunnitteluun luonnostaan, ja käyttöohjeetkin on helppo laatia, mikäli käyttöympäristö, käyttötarkoitus ja loppukäyttäjä laitteelle on tarkkaan tiedossa. Huolto-ohjeiden laatiminen on suurpiirteisempää, johtuen ajatusmaailmasta, jossa lähestytään teknisen dokumentoinnin tuottamista suunnittelu ja toimitus edellä. Jos ajattelumallia siirretään enemmän huollon

ja tuotetuen suuntaan, on tuotettava syvemmälle meneviä, yksityiskohtaisempia dokumentteja. (Ojala 2017.)

Käyttöönoton jälkeen laitteelle voi syntyä normaalista, valmistajan suunnittelemaasta huolto-ohjelmasta poikkeavaa kunnossapitotarvetta, jonka huolellinen hoitaminen vaatii usein kenttäkunnossapidolle tärkeää tarkempaa informaatiota laitteesta tai laitteistosta. Tällaisissa tilanteissa on aina myös kenttäkunnossapidon tehtävä dokumentoida tekemänsä kunnossapitotoimet kyseisen laitteen tietoihin. Parhaiten tämä onnistuu, kun tekninen dokumentointi on sähköisessä muodossa. Jos asiaa ajatellaan pidemmälle, dokumentointia voidaan kehittää ja parantaa nimenomaan huolto-ohjeiden osalta. Kenttäkunnossapidon tuottamalla dokumentoinnilla pitää olla takaisinkytkentä tuotetukeen. Tällöin dokumentointiorganisaatiolla on mahdollisuus saada kentältä suoraan tietoa, jota se voi hyödyntää eri ohjeiden laadinnassa. (Ojala 2017.)

Laitteen elinajasta puhutaan, kun tarkoitetaan laitteen toiminnallista aikaa. Tällä tarkoitetaan sitä aikaa laitteen elinkaaresta, kun laite pystytään pitämään toimintakuntoisena, jotta se voi hoitaa siltä vaaditut toiminnot. Laitteen elinajan katsotaan päättyvän silloin, kun laitteen korjaaminen ei ole enää taloudellisesti järkevää tai laitetta ei enää tarvita. Kun laitteen elinaika päättyy, on laite yleensä romutuskunnossa, jollei laitteelle keksitä muuta käyttötarkoitusta. (Järviö & Lehtiö 2017.)

Kuviossa 1 on kuvattu laitteen kustannuskehitystä sen elinkaaren eri vaiheissa. Kuvaajasta nähdään, että jo ennen laitteen käyttöönottoa on pääomaa sitoutunut tuotekehityksen ja investoinnin kautta laitteeseen paljon. Käyttöönottovaiheessa pääoman sitoutuminen on vielä voimakasta. Onkin huomioitava, että yksittäisen laitteen käyttöiän maksimointi laadukkaalla kunnossapidolla jakaa laitteeseen sitoutunutta pääomaa pitkälle ajanjaksolle, jolloin sen kokonaiskustannukset ajan funktiona laskevat. Laitteen käyttöön kuluvan energian kustannukset ovat vakiot, laitteen käytön opetteluvaiheessa jopa laskevat, jos energian hinta ei muutu. Laittekohtaisesti aikanaan sen käytöstä poistossa voi syntyä ylimääräisiä kustannuksia. Kalliista investoinnista, käyttöomaisuudesta, on kannattavaa pitää hyvää huolta koko sen käyttöiän ajan. Kunnossapidon puuttuminen näkyisi kuvaajalla paitsi aikaisempaan käytöstä poistona, myös korjauspiikkeinä kuvaajan oikeanpuoleisella puoliskolla. (Mäki 2006)



Kuvio 1. Kunnossapito laitoksen elinkaareissa (Mitä on kunnossapito? n.d.)

Kaiken kunnossapitotoiminnan yhteisenä tavoitteena on varmistaa huollettavalle kohteelle mahdollisimman pitkä elinkaari mahdollisimman pienin kustannuksin. Arviolta 70 % kaikista laitevaurioista aiheutuu kunnossapidon laiminlyömisestä eli kunnossapidolla on huomattava merkitys laitteiden elinkaaren hallinnassa. Laittevalmistajan laitteen mukana toimittamaa huoltosuunnitelmaa tulee noudattaa. (Heinonen, Keinänen & Kärkkäinen 2020)

3.2 Laittehallinta

Tavoitetila PTC:n laitehallinnassa on saada kaikki laitteeseen liittyvä data samaan paikkaan kunnossapidon tietojärjestelmässä. Kunnossapidon tietojärjestelmän tarkoitus on toimia tietopankkina ja päiväkirjana yrityksen kunnossapitohenkilöstölle. Huollon vastuuhenkilöille tietojärjestelmä toimii työsuunnittelun ja laitevalvonnan työkaluna. Sen tarkoitus on helpottaa ja tehostaa kunnossapitohenkilöstön työtä (Cato & Mobley 2002).

Yleiskäsite laitehallinnan teoriassa on laite. Kun samaan kokoonpanoon yhdistetään useita laitteita, saadaan koottua laitteisto. Yksittäinen laite tai laitteisto on joissain tapauksissa kone. Tällaisia kokoonpanoja ovat esimerkiksi paperikone ja porakone. Kone määritellään Euroopan Unionin konedirektiivissä seuraavasti:

Koneella tarkoitetaan toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa on tai joka on tarkoitettu varustettavaksi muulla kuin välittömällä ihmis- tai eläinvoimalla toimivalla voimansiirtojärjestelmällä ja jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten (Direktiivi 2006/42/EY).

Tämän määritelmän tulkinnan mukaan laite on kone, jos siinä on yksikin liikkuva osa, joka toimii muulla kuin ihmisvoimalla. Koneista ja laitteistoista muodostuu yritykselle omaisuutta, jota kutsutaan tuotanto- tai käyttöomaisuudeksi.

3.3 Tuotanto-omaisuuden hallinta

Yksittäisistä laitteista muodostuu yritykselle laitteistoja. Laitteistot muodostavat kokonaisuuden, johon on sitoutuneena yrityksen pääomaa. Voidaan sanoa, että yrityksellä on omaisuutta, joka on sitoutuneena yrityksen toimintaan kiinteän omaisuuden muodossa. Käsitteenä puhutaan silloin tuotanto- tai käyttöomaisuudesta. Yläkäsitteenä laitehallinnalle on yrityksen tuotanto-omaisuuden hallinta – Enterprise Asset Management (EAM). EAM sisältää kaiken tuotanto-omaisuuteen liittyvän toiminnan, taidot ja tiedot, materiaalit, työkalut ja koko tuotanto-omaisuusyksikön elinkaaren ajan hallinnan ja toiminnallisuuden ylläpidon. (Mikä on EAM (Enterprise Asset Management)?

N.d.)

Yrityksen tuotantolaitteistoihin, -järjestelmiin ja infrastruktuuriin sitoutuu paitsi rakennusvaiheessa, mutta myös uutta investoitaessa merkittäviä määriä pääomaa. Tämän sijoituksen tuoton turvaaminen, ajatellen koko sijoituksen elinkaarta, vaatii hankitusta tuotanto-omaisuudesta huolehtimista siten, että sen on mahdollista säilyttää toimintakykynsä sille suunnitellun elinkaaren ajan. Usein tämä tarkoittaa korjaus- tai muutosinvestointeja, mutta myös jatkuvaa kunnossapitoa. Maksimaalinen käyttövarmuus mahdollisimman pienillä kunnossapitokustannuksilla nostavat sijoitetun pääoman tuottoastetta ja laitteiston kokonaistehokkuutta. Tuotanto-omaisuuden hallinta hyvin hoidettuna näkyikin suoraan käyttökustannuksissa ja palveluja tuotettaessa palvelujen laadussa. (Komonen 2019, a.)

Tuotanto-omaisuuden hallinta ja elinkaariajattelu kulkevat käsi kädessä. Elinkaarijohtaminen vaatii tiettyjen toimien oikea-aikaisuutta, jotta tuotanto-omaisuuden käyttövarmuus ja elinkaari toteutuu. Kunnossapito-organisaation on suunniteltava ja ajoitettava huollot paitsi laitteistojen vaatimien huoltovälien, myös kustannustehokkuuden ja laitteiston käynnin mukaan. Organisaation on ajoitettava, milloin on tarpeen suorittaa korjaavia toimia, milloin parantavaa kunnossapitoa, milloin muutoksia ja modernisointeja tai milloin korvausinvestointeja. Kunnossapito-organisaation johto joutuu usein keskustelemaan näistä asioista organisaation muiden toimintojen, joilla voi olla asioista hyvinkin erilaisia näkemyksiä, kanssa. Kuitenkin tuotanto-omaisuudesta huolehtimisen tulee kuulua kaikkien organisaation eri toimintojen vastuulle, olettaen että kaikki toiminnot ovat riippuvaisia laitteistojen käyttövarmuudesta. (Komonen 2019, b.)

Tuotanto-omaisuuden hallinnan päätarkoitus on laitteiston tuotantokapasiteetista huolehtiminen. Se käsittää tuotannon kehittämisen ja johtamisen lisäksi tuotanto-omaisuuden hoitamisen, ympäristö- ja työturvallisuuden, sekä logistiikan ja sen hallinnan. Tuotanto-omaisuuden hoitamiseen sisältyy laitteiden toimintakunnon ylläpito ja toimivuuden parantaminen kunnossapidettävyyttä ja luotettavuutta parantamalla. Toimintakuntoa ylläpidetään kunnonvalvonnan ja kunnossapidon avulla. Käyttäjäkunnossapidolla on iso vastuu varsinkin päivittäisen kunnonvalvonnan ja puhtaanapidon osa-alueilla. Puhtaanapidolla on suuri merkitys laitteiden luotettavaan toimintaan ja kunnossapidettävyyteen. Kaikesta huolimatta laitteet vikaantuvat toisinaan. Kun vika estää laitteen toiminnan on tähän reagoitava korjaavan kunnossapidon toimilla. Korjaava kunnossapito onkin määritelty reagoivaksi toimintakunnosta huolehtivaksi toimenpiteeksi, kun taas ennakoivat huollot ja kunnonvalvonta ovat niin sanottuja proaktiivisia toimia. (Järviö & Lehtiö 2017.)

Tekniikan lisensiaatti Helena Kortelainen kirjoittaa Promaint- lehden artikkelissa omaisuuden hallinnasta ja sen merkityksestä kehittyvän teknologian ja muuttuvien liiketoimintamallien puristuksessa. Kortelaisen mukaan hyvä omaisuuden hallinta perustuu koneista ja laitteista ja järjestelmistä kerätyn tiedon hyödyntämiseen. Kerätty tieto auttaa suunnittelemaan ja ennustamaan laitteiston korjaus- ja korvaustarpeita. Pitkäjänteinen yhteistyö eri sidosryhmien välillä on omaisuudenhallinnassa tärkeää arvon tuottamisen kannalta katsottuna. Kustannuksien, riskin ja toimintakyvyn tasapaino optimoituu kokonaisuuden kautta, siten että eri sidosryhmien kesken kustannukset ja riskit kuitenkin jakaantuvat epätasaisesti. Tämä voidaan kokea eri sidosryhmissä

epäreiluna. Omaisuudenhallintaa ja -hallintajärjestelmiä on standardoitu SFS-ISO 550xx standardien avulla. (Kortelainen 2023.)

3.4 Kunnossapito

Kunnossapito käsitteenä on määritelty muun muassa PSK-standardissa 6201. Standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti: *”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.”* Muita PSK-standardissa määriteltyjä kunnossapidolle läheisiä käsitteitä ovat esimerkiksi huolto, korjaus, käynnissäpito ja käyttö. (PSK 6201:2022.) Kunnossapitoa ja kunnossapidon terminologiaa yleistasolla määrittelee SFS-standardi SFS-EN 13306:2017. Viimeksi mainittu standardi nimeää kunnossapidon termistön, sekä määrittelee ne teknistä ja hallinnollista toimintaa varten (SFS-EN 13306:2017).

Kunnossapito voidaan lajitella kahteen pääluokkaan, ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. Periaatteellinen ero näillä lajeilla on toiminnan ajoittamisessa vian ilmenemiseen verrattuna. Ehkäisevää kunnossapitoa suoritetaan ennen vian havaitsemista, korjaavaa taas sen jälkeen. Ehkäisevän kunnossapidon voi edelleen jakaa kuntoon perustuvaan ja jaksotettuun kunnossapitoon, korjaavan taas siirrettyyn ja välittömään kunnossapitoon. Kunnossapitolajit voidaan edelleen jakaa kunnossapitotyypeiksi, joita on 14 kappaletta, mukaan lukien käyttäjäkunnossapito ja run-to-failure-malli (RTF). (Mäki 2006.) Ehkäisevän kunnossapidon onnistunut suunnittelu vähentää korjaavan kunnossapidon tarvetta ja säästää sekä työvoima-, että taloudellisia resursseja.

RCM (Reliability Centered Maintenance) eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito on kunnossapitoa ohjaava ajattelumalli. RCM:n tavoitteena on saavuttaa ja ylläpitää kunnossapidon avulla laitteiden toimintakyky halutulla tasolla. RCM:n soveltaminen käytäntöön vaatii suunnittelua ja huolellista valmistautumista. Tämä taas vaatii riittävän kattavan tietokannan kokoamista RCM:n piirissä olevista laitteista. (Konola 2000.)

Kunnossapidon suunnittelussa hyvä mutta työläs työkalu on vika-vaikutusanalyysi (VVA, engl. Failure Modes and Effects Analysis). Kyseessä on monipuolinen syy – seuraus analysointityökalu, joka arvioi millaisia vikoja voi syntyä ja kuinka ne vaikuttavat prosessiin tai järjestelmään. (Differences

between RCM and FMEA? 2023.) Vika - vaikutusanalyysin filosofiassa laitteen vikakohteet pyritään tunnistamaan. Analyysilla selvitetään millaisia vikoja laitteeseen voi mahdollisesti tulla, kuinka ne ilmenevät, mikä ne aiheuttaa ja mitä ne aiheuttavat. Analyysin tarkoitus on samalla auttaa ymmärtämään laitteen toimintaa. Analyysin löytämien vikaantumismekanismien estäminen tasapainotellen oikea-aikaisella kunnossapidolla ja kustannustehokkuudella, on kunnossapidon suunnittelua parhaimmillaan. Kunnossapidon oikea-aikaisuus versus kustannustehokkuus on aina lievää uhkapeiliä. Kuluja ei saisi tulla liikaa kunnossapidosta, mutta vikaantumisen aiheuttamia kustannuksiaakaan ei saa olla. (Järviö & Lehtiö 2017.)

Mäen (2000) määrittelyn mukaan toimintaympäristön vaikutus laitteen elinkaareen on merkittävän suuri. Laitteen tyypillinen toimintaympäristö on hyvä dokumentoida tarkkaan, mikäli mahdollista. RCM prosessia ajatellen toimintaympäristö asettaa laitteelle tiettyjä vaatimuksia kunnossapidon osalta. Nämä vaatimukset on syytä huomioida kunnossapitoa suunnitellessa. Kunnossapidon tehtävänä on turvata laitteen varsinaiset toiminnot laitteen toimintaympäristössä. Yhdellä laitteella voi olla useita toimintoja, jotka laitteen pitää pystyä suorittamaan. Toiminnot on hyvä määrittellä tarkkaan, jotta kunnossapito pystyy huoltamaan laitteen oikein. Toimintojen määrittely voi joskus olla hankalaa usein modifioituille vanhoille laitteille. Usein laitteen päätoiminto on helposti määriteltävissä, esimerkiksi kahvinkeitin, jonka päätoiminto on keittää kahvia. Laitteella on usein myös sivutoimintoja, kuten kahvinkeitinillä on kahvin lämpimänä pito. Sivutoimintojen määrittelyminen on joskus vaikeaa, koska ne eivät useinkaan ole ilmiselviä. (Mäki 2000.) Kunnossapidon kannalta ne ovat Mäen (2000) mukaan kuitenkin tärkeitä tietää, koska sivutoiminnon häiriö usein aiheuttaa ongelman myös päätoimintoon.

Kunnossapidon hallinta yrityksissä on yleensä ratkaistu jonkinlaisella kunnossapitojärjestelmällä. Kunnossapitojärjestelmän tehtävä on toimia arkistona yrityksen laitteiden dokumenteille ja olla myös kunnossapidon resurssisuunnittelun työkalu. Edellisten lisäksi järjestelmä voi toimia myös häiriöilmoituspohjana ja kunnossapitotöiden ohjaajana, jos niin halutaan. Järjestelmää voidaan käyttää kunnossapidon päiväkirjana, jolloin sinne tallentuu yksittäisten laitteiden vika-, huolto- ja muu kunnossapitohistoria sekä muut mahdolliset halutut asiat. Järjestelmän sisään rakennetaan laitekortisto yrityksen haluamalla tarkkuudella. Kortisto voi sisältää esimerkiksi seuraavia tietoja laitteesta: tunniste, nimi, paikka hierarkiassa, laitepaikka, yleistiedot, hankintatiedot, tekniset tie-

dot, varaosatiedot, asiakirjat ja manuaalit sekä edellä mainitun kunnossapitohistorian. Työnsuunnittelussa järjestelmä helpottaa esimerkiksi ennakkohuoltojen ajoittamista tuotannon tarpeiden ja laitteen oman huoltovälin mukaan. (Kunnossapitojärjestelmän toiminnot. n.d.) Erilaisia kunnossapitojärjestelmiä on olemassa paljon. Parhaimmat niistä toimivat osana yrityksen toiminnanohjauseli ERP (Enterprise Resource Planning) -järjestelmää (What is ERP? n.d). On kuitenkin olemassa kevyempiä pelkästään kunnossapidon ydintoimintoihin keskittyviä kunnossapitosovelluksia, joiden hankkiminen ei juurikaan vaadi alkuinvestointia. Myös näiden yhdistelmiä on olemassa. (Hyvä kunnossapitojärjestelmä – minkälainen se on? 2022.)

3.5 Koneturvallisuus

Koneturvallisuuden huomioiminen alkaa jo suunnittelijan pöydältä. Suomessa työturvallisuuslaki 738/2002 määrittelee suunnittelijan velvollisuudeksi huolehtia siitä, että laitetta tai konetta suunniteltaessa työturvallisuuslain säännökset otetaan riittävällä tavalla huomioon. Riittävän tavan määritelmään vaikuttaa esimerkiksi kohteelle ilmoitettu käyttötarkoitus. Samat säännökset on otettava huomioon yleensäkin työympäristöä, työmenetelmiä ja työvälineitä suunniteltaessa. (Työturvallisuuslaki 738/2002.) Sama laki määrittelee velvollisuudet myös valmistajalle, laitteen luovuttajalle, asentajalle ja käyttöönotosta vastaavalle tarkastajalle.

Suunnittelijan vastuu turvallisuudesta on koko laitteen elinkaaren mittainen. Siksi suunnittelussa on suositeltavaa soveltaa yhdenmukaistettuja standardeja, joita noudattamalla olennaiset turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Turvallisuuden suunnittelu on kolmivaiheinen prosessi. Ensimmäinen vaihe on suunnitella kone turvallisesti poistamalla vaaratekijät tai minimoimalla ne. Toisessa vaiheessa jäljelle jääneitä vaaratekijöitä, joita ei suunnittelulla voitu kokonaan poistaa, poistetaan tai minimoidaan turvalaitteiden ja suojusten avulla. Jos kahdesta edellisestä vaiheesta jää vielä jotain vaaratekijöitä jäljelle, on ne mainittava laitteen käyttö- ja huolto-ohjeissa. Mikäli tarvetta ilmenee, on laitteen käyttäjille ja huoltajille järjestettävä erikoiskoulutusta vaaratekijöiden käsittelyyn. Lisäksi on määriteltävä laitteen turvallisen käytön vaatima henkilökohtaisten suojainten tarve käyttäjille ja huoltajille. Suunnittelijan on selvitettävä myös mahdolliset lisävarotoimet, kuten pelastussuunnitelma tarvittaessa, ja varmistettava laitteen huollettavuus. (Koneturvallisuus – Koneiden tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus 2008.)

Teknisen laitteen valmistajaa turvallisuuden huomioimiseen velvoittaa samoin Suomen lainsäädäntö, mutta myös Euroopan Unionin tietyt direktiivit ja asetukset, jotka on tarkemmin määritelty laissa eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta. Lain kohderyhmänä ovat valmistajan lisäksi myyjät ja maahantuojat. Lain mukaan teknisen laitteen valmistajalla on yleinen huolehtimisvelvollisuus laitteen turvallisuudesta käytössä. Laitteen vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatiminen on valmistajan vastuulla, samoin käyttö- ja muiden tarvittavien ohjeiden. Laissa lueteltujen dokumenttien puuttuminen laitetoimituksesta on määritelty laissa laiteturvallisuusrikkomukseksi, josta seuraa vähintään sakkorangaistus. (Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 1016/2004.)

Laitteen lopullisella käyttäjällä on oma niin sanottu käyttäjän vastuunsa, mutta lopulta viime kädessä vastuu laitteen turvallisuudesta on työnantajalla. Laitteen asennustyön päätyttyä on laitteelle tehtävä asennustarkastus. Asennustarkastuksen sisältö ja toteutus voidaan toimittaa standardin PSK 2901 ohjeistamana. PSK 2901 on teollisuuden kone- ja laitehankintojen asennustarkastusstandardi. Opinnäytetyön liitteenä 1 on standardin PSK 2901 mukainen asennustarkastuspöytäkirjapohja. (PSK 2901:2021.) Työnantajan on huolehdittava laitteen turvallisuudesta sitä käytettäessä ja huollettaessa. Myös asennuksen aikainen turvallisuus on työnantajan tai -teettäjän vastuulla. Asennustarkastuksen jälkeen, ennen kuin laite voidaan ottaa käyttöön, on laitteelle suoritettava käyttöönottotarkastus. Elinkaariajatteluun kuuluu myös laitteen käytöstä poisto aikanaan ja sekin on suoritettava turvallisuusnäkökohdat huomioon ottaen. Työnantajan vastuut määrittelee Suomen työturvallisuuslaki (Työturvallisuuslaki 738/2002). Suomen rikoslaki puolestaan määrittelee sanktiot työturvallisuusrikkomuksista ja -rikoksista. Suurimmillaan rangaistus voi olla kuolemaan johtaneessa työturvallisuusrikoksessa voimassa olevan lain mukaan jopa kuusi vuotta vankeutta. (Rikoslaki 39/1889.)

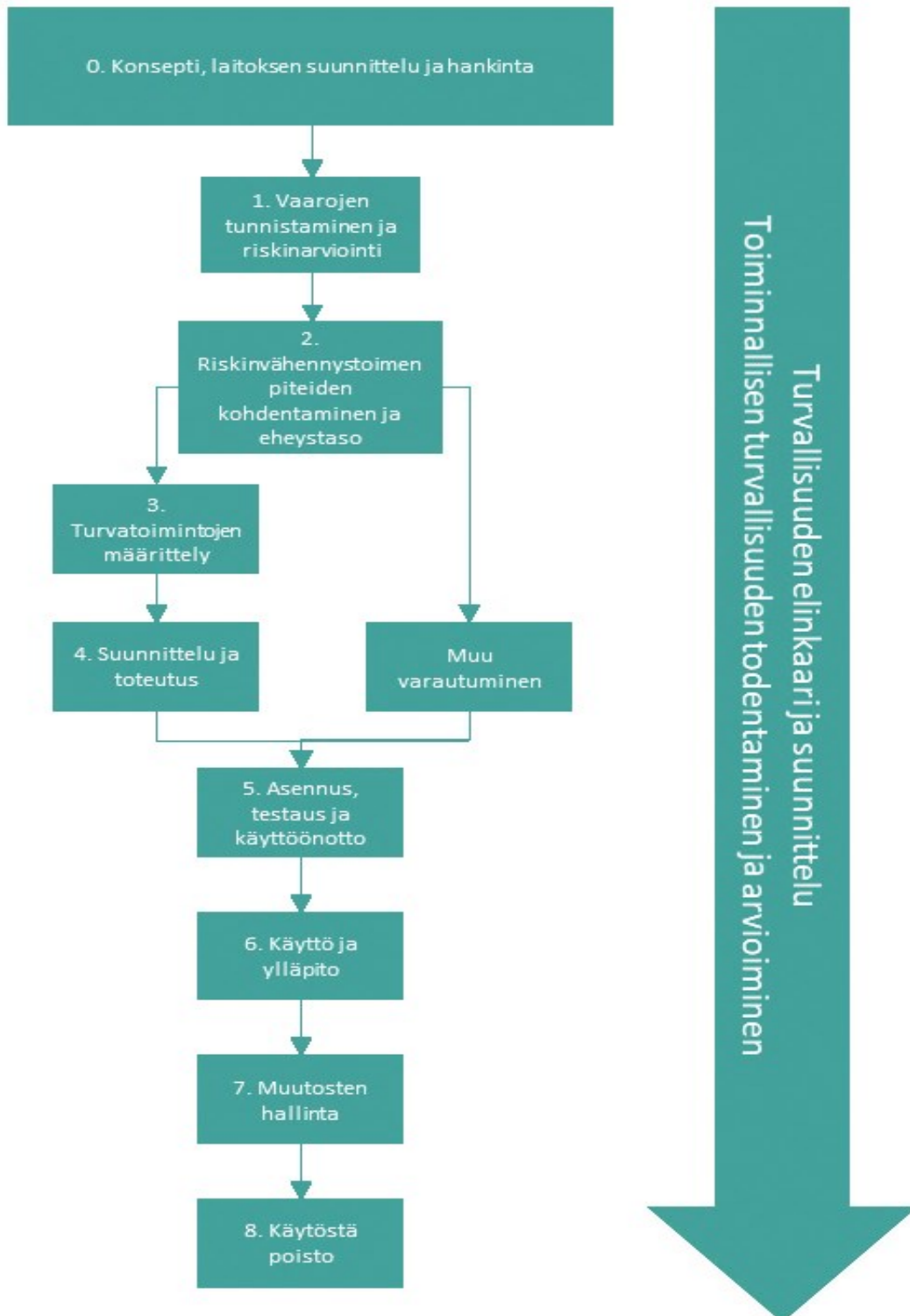
Koneturvallisuuteen liittyviä standardeja on kymmeniä. Suurin osa niistä ohjaa suunnittelua turvalaitteiden ja energialiitännöjen osalta, mutta työnantajalla on valvontavelvollisuutensa kautta näissä myös oma vastuunsa. Laitteiden toimintakuntoa on tarkkailtava, samoin suojusten ja turvalaitteiden. Laitteen säännöllinen ja oikeanlainen kunnossapito on perusturvallisuuden paras tae. (Siirilä & Tytykoski 2016.) Kunnossapidon aikaisia tapaturmia ehkäisemään on hyvä työkalu LOTOTO (LogOut/TagOut/TryOut) -menettely. LOTOTO-menetelmällä laitteen toiminnalliset osat

ja energiat lukitaan (LogOut) siten ettei vahinkokäynnistyminen ole mahdollista. Lukituksesta tiedotetaan ympäristöä asianmukaisin merkinnöin (TagOut) ja lopuksi lukituksen toiminta testataan yrittämällä laitteen käynnistämistä. (LOTOTO – Why You Need to Upgrade Your LOTO System to LOTOTO 2023.)

Laitteiden dokumentointeja Suomessa ohjaa Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 eli koneasetus. Koneasetuksen liitteessä 1 on kattava ja yksiselitteinen listaus koneiden terveys- ja turvallisuusvaatimuksista. Asetuksen velvoittava ohjeistus on suunnattu pääosin koneen suunnittelijalle ja valmistajalle. Asetus listaa muun muassa koneen käyttöohjeiden sisällön tarkasti. Käyttöohjeiden on muun muassa sisällettävä koneen kokoonpano-, asennus- ja kytkentäohjeet ja kaikki tarvittavat kaaviot, jotka koneen turvallinen asennustyö vaatii. Asetus painottaakin iteratiivisen riskienarvioinnin merkitystä koneen käytön, asennuksen ja kunnossapidon turvallistamisessa. Päämääränä asetuksen velvoitteilla on koneiden turvallisuus. Kun koneet ovat turvallisia on niillä turvallista työskennellä. Iteratiivisella prosessilla tarkoitetaan vähintäänkin koneen turvallisuuden liittyvän dokumentaation päivittämistä aina kun koneeseen tehdään muutoksia. Lisäksi jokaisen riskienarvioinnin on hyvä olla oma iteratiivinen prosessinsa. Syntyvää dokumentaatiota, joka koostuu pääasiassa muutoskuvista ja -kaavioista sekä kohteen riskienarvioinneista on ylläpidettävä koko koneen tai laitteen elinkaaren ajan. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008.)

Automaation käyttö laitteiden turvallistamisessa on teollisuuden koneissa nykypäivää. Turvallistamistoimet, jotka tehdään riskienarvioinneissa havaituille jäännösriskeille niiden poistamiseksi ovat yksi osa laitteiden turvallistamista suunnittelun kautta. Yleisesti automaation avulla turvallistetaan käyttäen anturitietoja, rajakytkimiä tai vaikkapa valoverhoja havaitsemaan ja estämään vaaratilanteen syntyminen. Silloin puhutaan turvallistamisesta automaation avulla. Jos taas puhutaan turva-automaatiosta, tarkoitetaan sillä sellaisia turvatoimintoja, jotka suoritetaan ohjausjärjestelmästä erillisessä turva-automaatiojärjestelmässä. Turva-automaation käytöstä prosessiteollisuudessa osana työsuojelua ohjeistaa Suomessa muun muassa Tukes (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto). Tukes on koonnut sivuilleen kattavan tietoiskun, joka pohjautuu IEC 61511-1 standardiin. Kyseinen standardi määrittelee niitä suunnittelun käytänteitä, joilla varmistetaan prosessin turvallisuutta teollisuudessa instrumentointia käyttämällä. Kuvio 2 kuvaa turva-automaation elinkaarta yleisesti.

Kuvion eri vaiheisiin liittyy vaatimuksia ja toimenpiteitä, jotka on suunnitellusti toteutettava erikseen määritettyjen kriteerien mukaan. Näiden toimenpiteiden toteuttajien on oltava päteviä, nimettyjä henkilöitä tai valtuutettuja tahoja. (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021.)



Kuvio 2. Turva-automaation elinkaari. (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021)

3.6 Riskienhallinta

Työturvallisuuslaki, käyttöasetus ja koneasetus velvoittavat työnantajan kartoittamaan ja tunnistamaan työpaikan riskitekijöitä. Työnantajan on käytettävissään olevin keinoin pyrittävä poistamaan riskit ja mikäli se ei ole mahdollista on jäännösriskien osalta suoritettava riskienarviointi. Turvallistamisen jälkeiset jäännösriskit on arvioitava ja toiminta niiden suhteen on ohjeistettava työntekijöille. Tämä tarkoittaa yleensä henkilökohtaisten suojainten käyttöä työtä tehdessä. Työn tilaa ja työsuorituksen turvallisuutta on työnantajan tämänkin jälkeen seurattava järjestelmällisesti. (Siirilä & Tytykoski 2016.)

Riskienhallinta organisaatiossa on iteratiivinen prosessi, joka ottaa kokonaisvaltaisesti huomioon toimintaympäristön, kulttuuritekijät ja ihmiset. Riskienhallinta on osa organisaation johtamisjärjestelmää. Standardi SFS-ISO 31000:2018 määrittelee riskienhallinnalle peruseriaatteet, puitteet ja prosessin, joita organisaation riskienhallinnassa voidaan hyödyntää, joko kokonaan tai osittain. Organisaatiokohtaisesti voi olla mielekästä muokata standardin ohjeistusta toimintaan parhaiten sopivaksi. Riskienhallinta on tehokasta, vaikuttavaa, johdonmukaista ja toimivinta silloin kun sen hallinta ei ole täysin autoritääristä, vaan sen toiminnalliset osa-alueet räätälöidään yhdessä sidosryhmien kanssa. Iterointikierrosten yhteydessä sidosryhmien mukanaolo voi tuottaa toiminnallisuuden paranemisen kautta paitsi kustannussäästöjä myös turvallisuuden parantumista. (SFS-ISO 31000:2018.) Standardi ei sisällä mitään velvoittavia viittauksia, mutta on työpaikan laitehallinnan ja turvallisuusjohtamisen yksi tärkeimpiä työkaluja.

Riskien arviointi on näkyvin osa riskienhallintaa työpaikalla. Riskienarvioinnissa riskit tunnistetaan ja analysoidaan. Riskien tunnistaminen voi olla vaikeaa, jollei arvioijalla ole kaikkea tietoa kohteesta käytössään. Siksi sidosryhmien mukana olo riskienarvioinneissa on kannattavaa. Tunnistetun riskin löydyttyä on sen merkitys arvioitava. Arvioinnin pohjalta voidaan päättää mahdollisten jälkitoimien tarpeellisuudesta. Mikäli riskinkäsittelytoimenpiteisiin päädytään, on toteutettujen toimenpiteiden jälkeen viimeistään uuden arvioinnin paikka. Tarvittavien iterointikierrosten jälkeen yleensä riskiä jää kuitenkin jäljelle johtuen työvaiheen, koneen tai laitteen tarkoituksesta. Tällöin puhutaan jäännösriskistä, joka pitää saada hyväksyttävälle tasolle, jotta riskin aiheuttavaa toimintaa voidaan jatkaa. Hyväksyttävän riskin kanssa voidaan tulla toimeen, mutta se lisää kuitenkin työpaikan riskitasoa. Riskienhallintatoimet jakavat vastuuta myös työntekijöille suojainten käy-

tön ja omien pätevyysien hallinnan kautta. Päävastuu on kuitenkin edelleen työnantajalla. Säännöllisen seurannan ja katselmoinnin kautta riskienhallintaprosessi säilyy aktiivisena ja tiedon keräämisen, käyttäjäkokemusten, havainnoinnin ja palautteiden kautta parantaa riskitasoa työpaikalla. Tiedon lisääntyessä riskien ymmärrys lisääntyy, jolloin niiden hallinta on yksinkertaisempaa. (SFS-ISO 31000:2018.)

Riskien tason arviointiin on olemassa erilaisia matriiseja ja taulukoita. Taulukossa 1 on yksinkertaistettu riskienarviointimatriisi, joka perustuu haitallisen tapahtuman todennäköisyyden ja siitä pahimmillaan aiheutuvan seurauksen toteutumisen kautta. Matriisi pisteyttää riskin näiden kahden tekijän risteämiskohdassa ja määrittelee siten riskitason. (Riskien arviointi ja hallinta työpaikalla -työkirja 2021.)

Taulukko 1. Riskitaulukkomalli (Riskien arviointi ja hallinta työpaikalla -työkirja 2021.)

		Seuraukset		
		Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Todennäköisyys	Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
	Mahdollinen	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski
	Todennäköinen	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

4 Työn toteutus

Opinnäytetyön tekeminen alkoi ongelmanmäärittelyllä. Tässä tapauksessa ongelma oli puuttuva toimintamalli koelaitoksen laitehallinnasta. Mallin rakentamista helpottamaan määriteltiin kolme

tutkimuskysymystä. Tutkimuskysymyksien vastauksien löytymistä helpottamaan kerättiin tietoperustaa alan kirjallisuudesta ja internetistä. Tietoperustaa tukemaan haastateltiin sekä laitehallinnan että dokumentoinnin parissa työskenteleviä henkilöitä Valmetin omasta henkilökunnasta. Lisäksi työhön benchmarkattiin dokumentoinnin osaajia Valmetin alihankinnasta ja Valmetin dokumenttiosastolta. Kunnossapidon ja laitehallinnan osalta benchmarkkausta tehtiin myös eräaseen suurempaan teollisuuspalveluyritykseen sekä suureen energialaitokseen rannikolla. Työ rajattiin käsittelemään laitteen elinkaarta vain koelaitoksella alkaen suunnittelusta ja päättyen romutukseen tai laitteen poistamiseen koelaitokselta jollain muulla tavalla, esimerkiksi siirtämällä se toiseen lokaatioon. Rajaus jättää työn ulkopuolelle mahdolliset investointisuunnittelut ja tuotekehitysvaiheet, joissa laitteen tarvekartoitusta ja alustavaa suunnittelua on saatettu tehdä jo vuosia. Kuviossa 3 on havainnollistettu opinnäytetyön rajausta prosessikaaviona.



Kuvio 3. Opinnäytetyön rajaus

4.1 Nykytilanteen kuvaus

Laitehallinnan tila koelaitoksella tällä hetkellä on haasteellinen. Vanhimmat laitteet ovat olleet käytössä koelaitoksen alkuhetkiltä saakka ja suurin osa niihin liittyvistä dokumenteista on olemassa vain paperisina. Kaikkia tänä päivänä tarvittavia dokumentteja ei vanhimpiin laitteisiin ole välttämättä saatavilla. Uudemmat laitteet käyttötarkoituksensa mukaan saattavat sisältää joko kaiken halutun dokumentaation tai sitten ei. Varsinkin tutkimuskäyttöön valmistetuista prototyypeistä puuttuu paljon dokumentaatiota. Kaikki laitteet, joille on määritelty tunniste, löytyvät kunnossapitojärjestelmästä. Laitteille on järjestelmään rakennettu hierarkia, joka helpottaa laitteistokokonaisuuksien hahmottamista ja laitteiden löytämistä kentältä. Kunnossapitojärjestelmänä koelaitoksella on Novi by Pinja -kunnossapitojärjestelmä. Sinne voidaan koota tiedot kaikista yrityksen laitteista laitekohtaisesti, siten että jokaiselle laitteelle luodaan järjestelmään oma tiedosto, laitekortti. Tuohon tiedostoon voidaan esimerkiksi raportoida laitteelle suoritettavat kunnossapitotoimet. Laitteen mukana tulleet tai PTC:llä jalostuneet dokumentit, kuten käyttö-, asennus-

ja huolto-ohjeet voidaan siirtää laitekortille sähköisessä muodossa. Laitekohtaisesti voidaan valita millaista dataa kunkin laitteen laitekortin pitää sisältää.

Haasteita laitehallinnan tason parantamiselle aiheuttaa koelaitoksen toiminnan luonne. Toisaalta siellä on paljon laitteita, jotka käyvät aina kun koeajotoiminta on käynnissä, mutta toisaalta on myös niitä laitteita, jotka eivät käy kuin tietyissä tilanteissa. Testattavat laitteet ja prototyypit ovat usein vain käymässä koelaitoksella, toki jotkut niistäkin voivat olla käytössä vuosia. Tämä tekee suunnitellun käyttöiän määrittelystä koelaitoksen laitteille erityisen haastavaa. Voidaan sanoa laitteiden käyttöiän vaihtelevan yhden päivän ja kolmenkymmenen vuoden välillä. Koelaitoksen eri toimintojen pariin liittyvien sidosryhmien lukuisuus ja vaihtuvuus tuovat lisäksi omat haasteensa. Sidosryhmillä tässä tarkoitetaan koeajon vetäjiä, Valmetin myyntiä ja tuotekehitystä omine sidosryhmineen. Lisäksi voidaan ajatella koelaitoksen toiminnan kannalta tärkeitä muita sidosryhmiä olevan esimerkiksi energialaitos, kiinteistöhuoltoyhtiö etc. Kun toimintamallia ei ole sidosryhmille ollut toistaiseksi antaa, on koelaitokselle toimitettujen laitteiden mukana tullut vaihtelevasti dokumentteja. Riippuen laitetoimittajasta dokumenttien taso on vaihdellut hyvästä heikkoon. Varsinkin Valmetin oman tuotannon tuotteet erottuvat joukosta ollen selvästi heikoimpia dokumentoinnin tasolla mitattaessa. Laitteen toimitus asiakkaalle alkaa suunnittelusta. Koelaitos on Valmet-tasolla ajateltuna sisäinen asiakas. Toimittajan ollessa Valmet, toimittaja ei aina ajattele koelaitosta asiakkaana sisäisissä laitetoimituksissa. Tämä aiheuttaa usein tärkeidenkin dokumenttien puuttumisen laitetoimituksesta.

4.2 Haastattelut ja benchmarkkaus – miten muualla toimitaan?

Näkökulman laajuuden kannalta oli järkevää haastatella eri yritysten, tuotantolaitosten ja myös vastaavan koelaitoksen laitehallinnan avainhenkilöitä. Haastateltaviksi valikoitui avainhenkilöitä konepajateollisuudesta, energiateollisuudesta, tuotantolaitoksesta eräästä toisesta koelaitoksesta ja suunnittelutoimistosta. Haastattelukysymykset olivat kohdennettuja juuri kyseiselle haastateltavalle, koska tarkoituksena haastatteluissa oli saada käsitys kyseisen yrityksen toimintatavasta. Valmetin asiakasdokumentoinnin konsultointi oli tarpeen koelaitoksen dokumentointitarpeiden perustelemiseksi. Suunnittelutoimisto oli haastattelussa mukana avaamassa käsitystä siitä mitä dokumentointia ja miksi laitetoimitusten mukana toimitetaan. Suunnittelutoimiston osalta haastattelu kohdistui toimiston osastoon, joka tuottaa käyttäjädokumentteja laitteisiin. Tuotantolaitosta ja energialaitosta puolestaan benchmarkattiin laitehallinnan vuoksi, peilaten koelaitoksen

tarpeita ja toimintamallia heidän käytäntöihinsä. Tarkoituksena oli benchmarkata myös erään toisen tutkimuslaitoksen vastaavaa toimintaa, mutta heidän vastauksensa kyselyihin oli kielteinen. Haastateltujen asiantuntijoiden joukossa ei ollut yhtään tutkimuslaitosympäristössä työskentelevää henkilöä, vaikka yritys oli kova saada joku heistäkin haastatteluun. Haastatelluiksi valikoituneiden yritysten asiantuntijat kertoivat omien laitteistojensa vuorokäyttömahdollisuudesta kahdentamisen kautta. Tämä ei koelaitoksella ole mahdollista kuin joidenkin laboratoriolaitteiden osalta.

4.2.1 Valmet laitetoimittajana

Haastateltaviksi Valmetin omasta organisaatiosta valikoitui asiakasdokumentoinnista vastaavan osaston esihenkilö ja Valmetin tuoteturvallisuuspäällikkö. Lisäksi haastattelin lyhyesti suunnittelun parissa työskentelevää henkilöä, joka antoi minulle hyviä vinkkejä kenen puoleen kannattaa kääntyä. Valmet laitetoimittajan roolissa asiakassuuntaan toimii eri tavoin kuin meille koelaitoksen suuntaan, koelaitosta ei pidetä laitetoimituksissa asiakkaana, vaikka se sitä tavallaan on. Siksi Valmet asiakasprojekteissa on käytännössä koelaitoksen suunnasta katsottuna eri yhtiö kuin sisäisissä laitetoimituksissa. Tästä syystä benchmarkkaus emoyhtiö Valmetiin on mielestäni perusteltua. Valmetin asiakasdokumentoinnista saamme myös koelaitoksen laitehallinnan dokumentoinnille jo aiemmin mainittuja perusteluja. Kysymyksiäni Valmetin dokumentoinnista vastaaville oli vain kaksi kappaletta. Ensinnäkin mitä laite- ja ohjedokumentteja asiakastoimituksiin laitetaan mukaan ja toiseksi mikä taho tai määräys velvoittaa Valmetin laitetoimittajana kunkin kyseisen dokumentin tuottamaan?

Sähköpostilla sain vastauksia myös Valmetin Product Safety Managerilta. Laitetoimittajan roolissa Valmet on pakotettu tuottamaan paitsi konedirektiivin määrittelemää dokumentointia, myös erilaisten standardien mukaisia dokumentteja. Standardeja, jotka ohjeistavat dokumentointia on kymmeniä. Niiden tarkoituksena on täydentää konedirektiivin 2006/42/EC sisältämiä yleisiä vaatimuksia. Valmetille tärkeimpiä standardeja ovat EN ISO 12100 / EN 1034-1 (Yleiset vaatimukset) / EN 1034-16 (paperikone). Nämä kyseiset standardit koskevat paperi- ja paperin jälkikäsittelykoneiden turvallisuusvaatimuksia.

Valmet Rautpohjassa on oma asiakasdokumentointiosasto. Osaston päällikön, Documentation Managerin, mukaan sen tehtävänä on huolehtia laitetoimituksiin liitettävien dokumenttien ajantasaisuudesta ja laadusta. Asiakasdokumentointiosasto valmistelee asiakasprojekteihin karkeasti jaoteltuna seuraavat tuotteet:

- Asennus- ja asiakaspiirustukset
- Käyttöohjeet
- Huolto-ohjeet (erikseen sovittaessa myös huoltosuunnitelmat Kupi-laitekorteille)
- Esitelähetykset, jotka käsittävät käytännössä alitoimittajien komponentteihin liittyvän dokumentaation sekä joitain pienempiä kokonaisuuksia, joita ei vielä tulkita käyttö- ja huolto-ohjeisiin kuuluviksi (telavaihteet, pumput etc. komponentit, jotka liittyvät kiinteästi Valmetin laitteisiin).
- Alihankkijoiden omat asennus- ja asiakaspiirustukset sekä käyttö- ja huolto-ohjeet koskien suurempia laitekokonaisuuksia kuten kuljettimia, rullankäsittelylaitteita, hylsynkäsittelyä etc. Näiden laitteiden osalta dokumenttien ohjeistus ja seuranta on Valmetin vastuulla.

Valmetin Documentation Managerin haastattelusta selviää, että edellisten lisäksi asiakasprojekteihin toimitetaan erilaisia sertifikaatteja ja lakisääteisiä dokumentteja kuten CE-merkintöjä, paineastiadokumentaatiota etc. Näiden dokumenttien toimituksesta päävastuu ei ole kuitenkaan asiakasdokumentaatiolla vaan suunnittelulla ja projektipäälliköllä. Toimitussisältöön voi myös vaikuttaa myyntisopimuksen kirjaukset, asiakkaalla voi olla tarvetta joillekin dokumenteille, joita ei toimitukseen automaattisesti kuulu. Tuoteturvallisuuteen liittyy paljon dokumentaatiota ja niitä ohjaavia standardeja onkin kymmeniä. Tärkeimmät tuoteturvallisuuteen liittyvät suunnittelua ohjaavat EN- ja EN-ISO-standardit löytyvät liitteestä 2.

4.2.2 Suunnittelutoimisto

Suunnittelutoimistolta haastattelin työntekijää, jonka toimenkuvaan kuuluu käyttö- ja huolto-ohjeiden laadinta erään kansainvälisesti toimivan konepajan toimittamaan laitteeseen. Kyseinen työntekijä kertoi tehneensä tätä työtä jo useita vuosia ja työskennelleensä aiemmin suunnittelussa. Kysymyksinä suunnittelijalle oli nuo samat kuin Valmetin dokumentoinnille, mutta niiden lisäksi myös työnjakoon liittyviä kysymyksiä. Kuinka dokumentointi on jaettu? Kuka vastaa käyttöohjeiden laadinnasta? Entä asennuskuvista? Millä tarkkuudella huolto-ohjeet laaditaan? Kuinka turvallisuus huomioidaan projektin suunnittelussa?

Suunnittelun dokumenttiosaston toimenkuva on tuottaa laitteen mukaan vähintään toimitusmaan lainsäädännön vaatimat dokumentit. Tähän voi tulla lisänä toimitusasiakkaan itsensä vaatimia dokumentteja, tai jonkun kolmannen osapuolen, esimerkiksi Euroopan Unionin, vaatimia dokumentteja. Tuotettavia dokumentteja ovat käyttö- ja huolto-ohjeet, joiden lähtötiedot toimittaa suunnittelu. Käyttöohjeet jakaantuvat yleisiin käyttöohjeisiin, ajo-ohjeisiin ja eri komponenttien vaatimiin omiin käyttöohjeisiin. Käyttöohjeet sisältävät myös käyttäjäkunnossapidon ohjeet mukaan lukien puhtaanapito-ohjeistuksen.

Tuotettavat huolto-ohjeet ovat hyvin yksityiskohtaiset, sisältäen muun muassa ennakkohuolto-ohjeistuksen, nostoapuvälineluettelon ja niiden käyttöohjeet, komponenttien vaihto-ohjeet sekä havainnekuvan osanumerointineen ja -luetteloineen. Laitteen tekniset tiedot ja kokoonpanopiirustukset mittakuvineen kuuluvat toimitukseen, sisältäen sähkö-, automaatio-, pneumatiikka-, ym. asennuksen kannalta tärkeitä kuvia. Viimeksi mainitut tuottaa suunnittelu. Toimintakuvaus sisältyy tuotettuun dokumentaatioon. Toimintaperiaatteet on kuvattu jokaiselle komponentille erikseen. Huolto-ohjeet mekaanisen kunnossapidon osalta kattavat ennakkohuoltotaulukossa luetellut kohteet, vaihdettavien komponenttien vaihto-ohjeet, linjauksien yleisohjeet ja komponenttikohtaiset kunnossapito-ohjeet. Mikäli toimitus sisältää ostettavia komponentteja on niiden esitteet liitettävä mukaan, sama koskee mukana toimitettavia nostoapuvälineitä.

Toimituksen turvallisuusohjeet yleisellä tasolla tulevat toimituksen mukana, ne tuotetaan organisaatiossa jossain muualla ja tulevat siis valmiina asiakastoimituksiin mukaan. Näiden lisäksi projektinvetäjä tuottaa dokumenttien laatijalle listauksen riskienarvioinnissa löytyneistä jäännösriskeistä. Jäännösriskilistauksen pohjalta tuotetaan tarvittaessa lisäyksiä ja tarkennuksia turvallisuusohjeisiin.

4.2.3 Gasum – katkoton käynti

Gasumin osalta benchmarkkauksen aihe painottui jo enemmän kunnossapidon ja kunnossapitojärjestelmän vertailuun koelaitostoiminnan ja jatkuvakäyntisen laitoksen välillä. Kysymyksiä esitin heille kuusi kappaletta:

1. Millainen kunnossapitojärjestelmä teillä on käytössä?
2. Onko tähän järjestelmään sisällytetty laitekohtainen dokumentaatio ja jos on kuka niistä vastaa, mitä ne pitävät sisällään ja miksi?

3. Uuden laitteen mukana tulee dokumentteja, tuleeko teille vain konedirektiivin määrittelemä minimi vai vaaditteko itse valmistajalta enemmän tietoja?
4. Onko teillä laitteita, jotka eivät ole jatkuvassa käytössä?
5. Jos on, kuinka niiden kunnossapito on hoidettu?
6. Entäpä varakoneet, jos sellaisia on, kun varakone otetaan käyttöön, onko se ns. plug-in valmiina hyllyssä vai pitääkö huoltaa ja testata ennen käyttöönottoa?

Gasumin LNG (Liquefied Natural Gas) -terminaalin terminal manager kertoi haastattelussa terminaalin toiminnasta seuraavaa. Katkoton 24/7 – käynti luo erityisiä toiveita kunnossapidolle ja laitehallinnalle. Kun prosessin on toimittava aina, on huollot ajoitettava ja suunniteltava tarkasti. Laitteet ovat poikkeuksetta kahdennettuja, eli jokaista laitetta on kaksi kappaletta. Toisen laitteista ollessa käytössä osana prosessia, voidaan toinen suunnitellusti huoltaa ja pitää käyttövalmiina esimerkiksi laiterikkoa ajatellen. Kahdennetut laitteet ovat aina valmiina joko käyttöönottoon tai jo käytössä. Lepäävän kahdennetun laitteen käyttöönotto tapahtuu hetkessä ja rikkoutunut tai huollettava laite kytketään samanaikaisesti pois prosessista. Laitteen ollessa irrotettuna prosessista on se mahdollista huoltaa aiheuttamatta katkoa prosessiin. Paitsi energialaitoksilla, käytetään vastaavaa mallia esimerkiksi paperi- ja kartonkitehtailla.

Kunnossapitojärjestelmänä Gasum käyttää tällä hetkellä Maximo IBM – järjestelmää. Järjestelmän toimintoihin kuuluu aikataulutus työlupineen ja työn kohdentaminen oikealle laitteelle. Tämä tarkoittaa sitä että jokaisella laitteella on oltava identifioiva tunnus ja laitekortti. Järjestelmän ylläpidosta vastaa kunnossapitopäällikkö ja terminal manager. Terminal managerin mukaan uuden laitteen toimitukseen yleensä vaaditaan paitsi käyttö- ja huolto-ohjeet, myös jotain perehdytystä laitteen käyttöön. Joidenkin laitteiden osalta laitetoimittajalta vaaditaan myös FAT (Factory Acceptance Test) -testit. FAT-testi on eräänlainen tehdassimulointi, jolla varmistetaan laitteiden toimivuus ja yhteensopivuus tilaajan laitteistojen ja toimintaympäristön kanssa. (4 Steps to a Successful Factory Acceptance Test (FAT) 2023).

Joitain lastaus- ja prosessipumppuja LNG-ympäristössä ei Gasum huolla säännöllisesti, vaan huollot suoritetaan tarvittaessa. Näiden pumppujen osalta on käytössä kunnonvalvontajärjestelmä, joka perustuu Gasumilla värähtelymittaukseen. Jollei pumpuissa havaita värähtelyjä annetaan niiden pyöriä. Kyseisten pumppujen toimintaympäristö on haastava. Ne on sijoitettu LNG-säiliöön, jossa lämpötila on -158 °C. Ympäristön haastavuuden takia, on siellä toimiville pumpuille valittu

erilainen kunnossapitostrategia. Terminaaleja on Gasumilla useita ja eräässä toisessa, hiukan erilaisessa terminaalissa, käynnin varmistamiseksi on kriittisille pumpuille olemassa varaosia ja jopa varapumppu saattaa jossain terminaalissa olla huollettuna ja plug-in-valmiina.

4.2.4 Tuotantolaitos – katkeava käynti

Kansainvälisen suomalaisen tekstiilialan yrityksen managerin haastattelussa otettiin vertailtavaksi yrityksen tuotantolaitos, jossa toiminta on järjestetty kysynnän mukaan joko kahdessa tai kolmessa vuorossa viitenä päivänä viikossa. Eli toiminnan luonne on katkeavaa, jolla on myös omia vaikutuksiaan laitehallintaan ja kunnossapitoon kyseisessä yrityksessä. Yritys ei halua nimeään mainittavan tässä opinnäytetyössä. Kysymyksen olivat samat kuin Gasumille, koska vertailu tehtiin koelaitostoimintaan samalla periaatteella, sillä erotuksella että vertailtavan laitoksen prosessi oli katkeava.

Kunnossapitojärjestelmänä tuotantolaitos käyttää kiinteistöpuolelle alun perin tarkoitettua FimX-kunnossapitojärjestelmää. FimX-järjestelmä on alun perin suunniteltu kiinteistöhuollon käyttöön, mutta sitä voi käyttää myös teollisuuden tarpeisiin. Järjestelmä kattaa laitekortiston ja laitekohtaiset kunnossapitodokumentit, ollen siltä osin hyvin samankaltainen Novi by Pinja-järjestelmän kanssa. Tuotantolaitoksen käyttämä FimX-järjestelmä sisältää mobiiliversion, joka herättää huoltomiehen tarvittaessa. Mobiililaitte reagoi reaaliajassa esimerkiksi korjauspyyntöön, mutta myös huollot generoituvat mobiiliin. Koska laitoksessa on useita huoltomiehiä, on järjestelmässä työntekijäseuranta, joka kertoo kuka milläkin huoltokohteella on kulloinkin. Huollot generoituvat laitekohtaisesti ja alueittain. Alueiksi on määritelty muun muassa sähkötyöt, kaasutyöt ja muut luvanvaraiset työt, jotka vaativat erityisosaamista. Kirjanpidon tehdyistä kunnossapitotöistä ja huolloista hoitaa kunnossapitohenkilöstö itse.

Uuden laitteen toimituksessa yritykselle toimitetaan käyttö-, huolto-, asennus-, ja esimerkiksi ennakkohuolto-ohjeet, jotka sisältävät listauksen ennakkohuoltokohteista työnkuvauksen kanssa. Toimitus sisältää sähkö- ja automaatiokuvat, sekä pneumatiikka- ja linjauskuvat. Asennuksen jälkeen laitteen käyttöönoton yhteydessä täytetään erityinen käyttöönottopöytäkirja, joka sisältää käytönaikaisen riskienarvioinnin laitteesta. Laitteen käytönopastus ja perehdytys annetaan kun-

nossapitohenkilöstölle, koska heidän on tiedettävä, kuinka laite toimii ja miten sitä ajetaan. Kunnossapitohenkilöstön taidot koneen käyttöön ovat turvallisuus- ja laatutekijä, jotka vaikuttavat koneiden käyttöasteen kautta yrityksen tuotantoon.

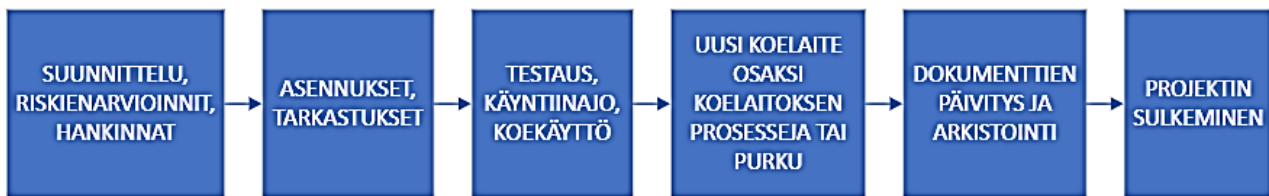
Yrityksen tuotannossa käytetään jonkin verran kahdennettuja laitteita. Malliksi kahdennettujen laitteiden käyttöön on heillä valittu kuukausi käyntiä vuorotellen kummallakin laitteella, huoltaen tarvittaessa. Tällöin prosessin kriittisimmät osat on varmistettu. Muita koneita ja laitteita, esimerkiksi taajuusmuuttajat, pumpput jne., on varastossa sekä uusina (taajuusmuuttajat) ja myös huollettuina (pumpput). Tietyt laitteet, kuten pumpput, huolletaan itse oman kunnossapidon toimesta.

4.3 Valmetin ja PTC:n omat ohjeet

Valmet ohjeistaa oman toimintansa kaikkia osa-alueita johdonmukaiseen toimintaan. Ohjeistuksen tarkoituksena on olla tekemisen laatua ohjaavaa, eräänlainen Valmetin johtamisjärjestelmän mukainen laatuohje, joka synkronoi muun muassa toimintojen rajapinnoilla tapahtuvia asioita. Yksi tällainen rajapinta on olemassa esimerkiksi tuotekehityksen ja koelaitoksen välissä. Koelaitostoinnin laatuohjeeseen on kirjattu toimintaohjeeksi projektinhoitomalli, jota tulee käyttää aina kun projekti sisältää koelaitokselle asennettavan uuden laitteen tai prosessin. Projektinhoitomalli tunnistaa muuttuvan ympäristön haasteet ja peräänkuuluttaa dokumentoinnin tärkeyttä projekteissa. Mallin mukaan hoidettu projekti sisältää paitsi aikataulut ja budjetit, myös laitehallinnan kannalta oleelliset dokumentit, joita ovat piirustukset, laiteluettelot, käyttö- ja huolto-ohjeet, riskienarvioinnit etc. Koelaitoksen laitekanta päivittyy yleensä uusien projektien yhteydessä, joka tarkoittaa sitä, että laitehallinta ja projektinhoitomalli kulkevat koelaitoksella käsi kädessä.

Projektinhoitomallin taustalla on LEAN-filosofia. Asianmukainen dokumentointi jo projektin tässä vaiheessa vaikuttaa projektin aikatauluun asennus- ja käyttöönottovaiheen sujuvuuden kautta ja sitä kautta myös budjetin pitävyyteen. Hyvin laaditut suunnitelmat helpottavat resurssisuunnittelua jo asennusvaiheessa, mutta myös laitteen elinkaarenhallinnassa jatkossa, kun tietoa ei tarvitse haalia kyselemällä ympäri planeettaa. Selkeät ohjeet lisäävät turvallisuutta ja pienentävät laatu-kustannuksia paitsi projektin toteutusvaiheessa mutta myös myöhemmin. Huolellisesti ja tarkasti tuotettu dokumentaatio helpottaa tulevaisuudessa ilmenevien muutostarpeiden fokusointia ja helpottaa mahdollisten tulevien muutostöiden toteuttamista. Tämä selittyy turhan työn vähene-

misellä niin muutostyön suunnittelussa ja valmistelussa, kuin varsinaisessa toteutuksessa. Lopputuloksena kokonaisuus muodostuu ketterämmäksi ja helpommaksi hallita kaikille sidosryhmille, jolloin kaikki voittavat. Mikäli projektissa asennetut laitteet jäävät osaksi koelaitoksen infrastruktuuria, helpottuu niiden elinkaarenhallinta, kun laitteiden käyttö ja kunnossapito tapahtuu alusta asti siten kuin valmistaja on ohjeistanut. Tämän opinnäytetyön yksi tarkoitus onkin tarkentaa projektinhoitomallin aloittamaa ohjeistusta koelaitoksen laitehallinnan osalta. Kuviossa 4 on havainnollistettu prosessikaaviona projektinhoitomallia koelaitoksen osalta.



Kuvio 4. Osa PTC:n projektinhoitomallia.

Projektinhoitomallin prosessikaaviosta nähdään suunnittelun ja HSE (Health, Safety, Environment) -riskienarvioinnin samanaikaisuus. Näin on oltava, jottei turvallisuussuunnittelua tarvitse tehdä kokonaan uudelleen asennuksen ja käyttöönoton yhteydessä. Prosessikaaviossa näkyy vain sen fyysisesti koelaitosta ja nimenomaan sen laitehallintaa koskeva kuusiportainen osa. Jokainen porras suunnittelusta projektin sulkemiseen tuottaa dokumentteja, ehkä muutoksia alkuperäisiin suunnitelmiin, riskienarviointeja, pöytäkirjoja etc. Suurin osa niistä säilytetään tulevaisuuden tarpeisiin.

5 Työn tulokset

5.1 Laitehallinta PTC:llä

Tavoitetila PTC:n laitehallinnalle on saada laitteiden dokumentoinnit talteen ja kulkemaan laitteen mukana koko sen elinkaaren ajan keräten tietoa laitteelle sen eri vaiheissa suoritettavista toimista. Kerätyn tiedon tarkoituksena on ohjata laitteen toimintakyvyn ylläpitoa auttamalla määrittelemään laitteen toiminnan takaamiseksi tarvittavan ylläpidon tason. Ylläpidolla tarkoitetaan tässä kohtaa ennakkohuoltoja ja kunnossapitoa yleensä, mukaan lukien mahdolliset päivitykset ohjelmiin ja laitteeseen itseensä.

Toimiva laitehallintamalli auttaa laitteen elinkaaren pituutta maksimoitaessa ja kustannusmielessä myös säästää rahaa. Vertailtaessa koelaitosta luonteeltaan erilaisiin vakiintuneella tavalla toimiviin tuotantoyrityksiin laitemäärissä on huomattavia eroja. Vakiintunut tuotanto ei tarvitse kuin sen laitteiston, jonka tuotannon suorittaminen tehokkaasti vaatii. Riippuen siitä onko tuotanto jatkuvaa 24/7 vai katkeavaa, kuten esimerkiksi kaksivuorotuotantoa, on toimintaa turvattu yrityksissä erilaisin strategioin. Joka tapauksessa edes jatkuvakäyntinen laitos ei tarvitse kuin kriittiset laitteensa kahdennettuina, kunhan vaan kunnossapitoseisakit suunnitellaan ja ajoitetaan erityisen hyvin. Koelaitoksella laitehallinta jatkuvasti muuttuvassa tutkimusympäristössä ja laitteiden suuri lukumäärä pakottavat erilaiseen toimintamalliin. Laitteen tyyppillisen toimintaympäristön määrittelemisen on lähes mahdotonta, koska vakiintunutta sellaista ei ole. Peruslaitteiden huollot voidaan toki suunnitella ja ajoittaa suurin piirtein jatkuvasti muuttuviin ajo-ohjelmiin. Erikoisempien, harvemmin käyvien ja silti yksittäisen koeajon kannalta kriittisten laitteiden toiminnan turvaaminen saattaa vaatia joskus nopeita ratkaisuja, joskin niihinkin on mahdollista varautua ennakoon. Yllättävistä ajonaikaisista tilanteista selviytymisen mahdollistaa osaltaan perusteellinen laitedokumentointi. Kunnossapitohenkilöstön pitää tuntea laitteet ja niiden toiminta. Käyttö- ja huolto-ohjeet on hyvä kouluttaa nimenomaan huollolle, kuten kappaleen 4.2.4 benchmarkatussa tuotantolaitoksessa tehdään. Koulutus teollisuusympäristössä on kuitenkin usein vain luento, jolla henkilöstölle kerrotaan uuden laitteen käytöstä ja huolloista pääkohdat. Käyttö- ja huolto-ohjeiden on joka tapauksessa oltava kaikkien saatavilla paikassa, josta jokainen osaa niitä hakea.

Dokumentoinnin tason riittävyttä on tarkasteltava asiakkaihin verraten. Jos Valmet toimittaa koelaitokselle laitteen on se silloin laitetoimittajan roolissa ja koelaitos on asiakkaan roolissa. Valmetin omaa ohjeistusta ohjaa vahvasti työturvallisuus. Valmetin yleiset koneturvallisuusohjeet asettavat tavoitteeksi Valmet tuotteiden käyttäjille nolla tapaturmaa. Suosituksena on, että jokainen koneita käyttävä ja huoltava henkilö lukee turvallisuusohjeet. Turvallisuus-, käyttö- ja huolto-ohjeet pitää toimittaa asiakkaalle ja asiakkaan, jollaiseksi koelaitos mielestäni pitää myös lukea, on puolestaan perehdytettävä aineisto jokaiselle käyttäjälle ja huoltajalle. Aineisto on myös säilytettävä siten, että se on kaikkien tarvitsevien käytettävissä koska vaan. Tähän tarkoitukseen soveltuu koelaitoksen kunnossapitojärjestelmä Novi By Pinja. Dokumentoinnin eri tasoja on rakennettava järjestelmään sitä mukaa kun projekti tuottaa uutta dokumentoitavaa. Projektin ollessa riittävän pitkällä pitää laite saada liitettyä koelaitoksen infraan käytännössä rakentamalla sille laitekortti. Laitekohdaiset dokumentit voidaan siten tallettaa tuolle kortille tai jos laite on osa laitteistoa, laitteiston laitekortille. Jokin muukin sovittu tallennuspaikka voi toki olla käytössä.

Laitteiden kunnossapitosuunnittelua suunnitellessa on syytä arvioida laitteen kriittisyys koko koeajotoiminnan kannalta. Joissain tapauksissa on pakko priorisoida kokonaisuus yksittäisen koeajon edelle. Hyvänä työkaluna tähän arviointiin on VVA-analyysi (vika-vaikutus-analyysi). VVA-analyysipalaverissa on syytä olla paikalla käyttäjiä, kunnossapitäjiä ja automaatiosta vastaava henkilö tarvittaessa. VVA-analyysillä voidaan rakentaa ja ajoittaa esimerkiksi ennakkohuoltokiertoja laitteen kriittisyyden perusteella. VVA-analyysia laadittaessa on tiedettävä paitsi vikaantumisen vaikutus muualle prosessiin, myös esiintymistaajuus, vian korjaamiseen tarvittavat resurssit ja voidaanko vika yleensä hoitaa omilla resursseilla vai joudutaanko käyttämään ulkopuolista resurssia. Jos vikaantuminen on estettävissä esimerkiksi ennakkohuoltoväliä tihentämällä, näin on toimitava. Koelaitoksen toiminnan luonteen takia on turhaa käydä läpi VVA-analyysia yhtä syvällisesti kuin se tuotantolaitoksessa tehtäisiin. Kunnossapitohenkilöstön, automaation ja prosessisuunnittelun osaamisella, yhteistyöllä ja kokemuksella pyritään tunnistamaan vaikutusalueen kriittiset kohdat ja laatimaan niiden pohjalta riittävän tarkka ”musta tuntuu”-analyysi. Tarkalla kirjanpidolla aiempien vikojen laadusta ja tiedolla niiden esiintymistaajuudesta on iso merkitys tämäläisyyppisen analyysin tarkkuuteen.

Analyysia laadittaessa on tärkeää, että viat on raportoitu kunnossapitojärjestelmään oikein, eli saman laitteen eri viat on yksilöity mahdollisimman tarkasti. Muutenkin vikojen raportointi on tärkeää, koska niistä on helppo löytää vikaantumistaajuus, mikäli sama vika toistuu usein. Tässä kohtaa laitteen käyttäjillä on suuri vastuu raportoinnista. Kunnossapitohenkilöstön pitää tuki myös raportoida tekemänsä kunnossapitotoimet järjestelmiin, mutta koska ne eivät välttämättä ajoitu vikaantumisten kanssa samoin, ei niiden tarkkuus ole riittävä vikaantumistaajuuden määrittelyä varten. Jos käyttäjällä on muuta kerrottavaa vian luonteesta, vaikkapa vian vaikutuksesta koeajoon tai prosessiin, on tuo tieto tärkeää mainita vikaa raportoitaessa. Vikaantumistaajuuden kasvu saattaa kertoa myös laitteen elinkaaren päättymispäivän lähestymisestä. Prosessin luonteen muuttuessa voivat jonkun yksittäisen laitteen osalta toimintavaatimukset muuttua oleellisesti niin paljon, ettei kyseinen laite voi enää toimia prosessin osana vaan on investoitava toimintaikkunaltaan erilaiseen laitteeseen. Kunnossapitojärjestelmään vuosien aikana raportoidut tiedot ovat tärkeitä uutta investointia haettaessa. Raportoinnin yksityiskohtaisuus ja kohdistettavuus tietyille laitteelle voi vaikuttaa kyseisen laitteen investointipäätökseen. Riskienarvioinnit jatkuvana prosessina nostavat myös prosessin heikkoja, vahvistusta kaipaavia osia esille toimien samalla eräänlaisena investointitarvekartoituksena.

Laitteiden elinkaaren mittaista dokumenttien hallintaa peräänkuuluttaa myös koneturvallisuuteen liittyvä voimassa oleva lainsäädäntö. Riskienarviointeja ei saa lopettaa koneen käyttöönottoon ja mahdollisen tuotekehitysprojektin sulkeutumiseen. Usein laitteet jäävät koelaitoksen infraan pysyvästi, mikä ei saisi olla itsestäänselvyys. Varsinkin automaation ja energiansyöttöjen osalta loputtomasti paisuva laitekanta aiheuttaa ongelmia yleiselle toiminnallisuudelle. Uuden laitteen asennuksessa koelaitokselle liian usein keskitytään pelkkään mekaaniseen asennukseen kiireen ohjaamalla ajatusmallilla ”kun kudokset on koneessa, asennus on valmis”. Usein kuitenkin esimerkiksi automaatioasennukset ovat vielä kesken. On varattava riittävästi aikaa, jotta myös vaadittavat testaukset, tarkastukset ja riskienarvioinnit ehditään huolellisesti suorittaa ennen käyttöönottoa. Koska riskienarviointeja veloitetaan tekemään jatkuvasti, on se tehtävä mahdollisimman ketteräksi. Tämä onnistuu valmiita yhdenmukaisia riskienarviointipohjia ja riskimatriisia käyttäen, esimerkiksi liitteiden 3 ja 4 tapaan. Laitteiden käytöstä poistossa on muistettava kulkea laitteen asennuspolku ikään kuin takaperin, purkaen kaikki mitä asennusvaiheessa rakennettiin, mukaan lukien automaatio ja energiat. Kaikki ylimääräinen kaapelointi kaapelihyllyillä on riski, samoin ovat ylimääräiset prosessi-, höyry- tai hydraulikkalinjat. Automaatiojärjestelmissä ylimääräistä kuormitusta syntyy sovellusohjelmista, jotka jäävät järjestelmään, vaikei niihin liittyviä laitteistoja enää olisikaan olemassa. Käytännössä tällaiset ohjelmien ”hännät” voivat aiheuttaa häiriöitä olemassa oleviin toimintoihin, ollen pahimmassa tapauksessa turvallisuusriski. Siksi automaation testaus on aina huolellisesti suoritettava, kun jotain muutetaan.

5.2 Dokumentointi

Dokumentointia yhteisillä työpaikoilla ja tehdasympäristöissä osin ohjeistavat ja osin pakottavat turvallisuuteen liittyvät kulloinkin voimassa olevat lait ja asetukset, Euroopan Unionin direktiivit (vahvimpana tässä konedirektiivi) ja käytössä olevat kuhunkin kohteeseen sovellettaviksi valitut standardit. Koelaitoksella edellä mainittujen lisäksi toimintaa ohjeistaa Valmetin omat laatuohjeet. Koelaitokselle käyttöön otettavan mallin mukainen dokumentointi toteutetaan näiden kaikkien pohjalta soveltaen niistä koelaitoksen jatkuvasti muuttuvaan toimintaympäristöön sopiva malli. Muissa tuotantolaitoksissa hyväksi havaittuja toimintatapoja otetaan käyttöön soveltuvin osin myös dokumentoinnin osalta. Esimerkiksi osa laitteisiin liittyvistä tiedostoista saattaa olla niin suuria, ettei kunnossapitojärjestelmään ole niitä järkevää tallettaa. Tällöin tallennuspaikka voi olla muualla, kunhan järjestelmässä on tieto tallennuspaikasta. Valmetin laatuohjeen asettaman ja

koelaitoksen laitehallinnan tarvitseman tason laitehallintaan tarvittavien dokumenttien listaus kerrotaan taulukossa 2.

Taulukko 2. Koelaitoksella tarvittavat laitedokumentit

<u>Laitedokumentti</u>	<u>Kuka vastaa?</u>	<u>Kuka tarvitsee?</u>	<u>Selite/Miksi tarvitaan?</u>
Laitteen kuvaus	Suunnittelu	Laitehallinta	Oleellinen perustieto
Toimintakuvaus	Suunnittelu	Laitehallinta	Automaatiosuunnittelu
Laitteen riskienarviointi	Suunnittelu	Laitehallinta, HSE	Vaarojen tunnistaminen ym.
Riskien minimointi	Suunnittelu	Laitehallinta, HSE	HSE, koneturvallisuusasia
Käyttöä ja omistajan määrittely	Laitteen omistaja	Laitehallinta	Laitehallintaan ym.
CE-merkintä	Valmistaja tai toim.	Laitehallinta	Pakollinen merkintä
Laitteen kokoonpano-ohjeet	Valmistaja tai toim.	Asennus, HSE	Osittain valmis laite
Asennusohjeet	Valmistaja tai toim.	Asennus, HSE	Sisältää kaikki kaaviot
Käyttöohjeet	Valmistaja tai toim.	Käyttäjät, kunnossapito, HSE	Käyttöä ja kunnossapitoa varten
Käyttöönottohuolto-ohjeet	Valmistaja tai toim.	Kunnossapito, HSE	Käyttöönottoa varten
Huolto-ohjeet	Valmistaja tai toim.	Käyttäjät, kunnossapito, HSE	Kunnossapitoa varten
Varastointiohjeet	Valmistaja tai toim.	Kunnossapito, logistiikka	Toimintakyvyn ylläpitoon
Käytöstä poisto-ohjeet	Valmistaja tai toim.	Kunnossapito, logistiikka	Kierrätys
Vastaanottotarkastuspöytäkirja	Vastaanottaja	Laitehallinta	Toimituksen tarkistus
Asennuksen riskienarviointi	Asennusvalvojat	Asennus, HSE	Vaarojen tunnistaminen ym.
Asennustarkastuspöytäkirjat	Asennusvalvojat	Laitehallinta, HSE	Asennus on valmis
Käyttäjäriskienarviointi	Käytönvalvoja tms.	Käyttäjät, HSE	Vaarojen tunnistaminen ym.
Testauspöytäkirja (t)	Käytönvalvoja tms.	Laitehallinta, HSE	Toiminnan testaaminen
Käyttöönottotarkastus pöytäkirja	Käytönvalvoja tms.	Käyttäjät, HSE	Käyttöönottovalmius
Käyttöluvat	Käytönvalvoja tms.	Käyttäjät, HSE	Koulutus
Kunnossapidon riskienarviointi	Huoltosuunnittelija tms.	Kunnossapito, HSE	Vaarojen tunnistaminen ym.
Huoltosuunnitelma	Huoltosuunnittelija tms.	Kunnossapito, HSE	Toimintakyvyn ylläpito ym.
Kunnossapitoraportointi	Kunnossapitohenkilöstö	Kunnossapito, työjohto, HSE	Toimintakyvyn ylläpito ym.
Käytöstä poiston riskienarviointi	Työnjohto	Kunnossapito, HSE	Vaarojen tunnistaminen ym.
Käytöstä poiston raportointi	Työnjohto	Kunnossapito	Laitehallintaan ym.

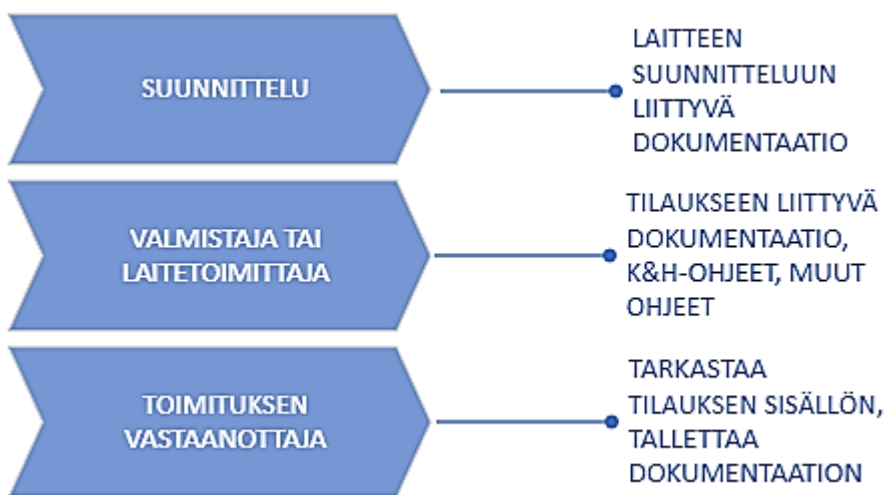
Taulukko 2 listaa tarvittavat dokumentit ja niiden ensisijaisen tarvitsijan. Samalla dokumentilla on lähes aina useita tarvitsijoita, mutta joku kohde on aina ensisijainen. Lähes kaikkiin dokumentteihin tulee syöte laeista tai asetuksista. Työturvallisuus on koko laitteen elinkaaren ajan tarkastelun

alla. Suurelta osin työturvallisuutta on laitteen oikea-aikainen ja oikeanlainen kunnossapito ja huoltaminen sen elinkaaren aikana. Tärkeää on myös laitteen asentaminen ja käyttäminen ohjeen mukaan. Dokumenteista suurin osa tuotetaan laitteen elinkaaren alussa joko suunnittelijan, valmistajan tai laitetoimittajan toimesta. Osa dokumenteista, kuten riskienarvioinnit, syntyvät laitteen elinkaaren aikana. Listan dokumenteista asennusohjeet sisältävät putkituskuvat, sähkökaaviot, automaatiokaaviot ja asennuspiirustukset toleransseineen. Käyttöohjeissa pitää olla maininta mahdollisesti tarvittavista käyttäjäkoulutuksista ja selvitys mahdollisen käyttöönottohuollon tarpeesta. Testauspöytäkirjoja voi olla useita, Valmet-laatuohjeen mukaiset automaatiotestit pitää tehdä ennen käyttöönottoa ja laitteen turvajärjestelmät pitää testata. Turvajärjestelmät pitävät sisällään käyttäjää suojaavien varusteiden lisäksi LOTOTO-turvalukitusmenetelmän testauksen. Huolto-ohjeet ja siihen liittyvä huoltokoulutusohje pitää tulla laitteen mukana, jotta ennakkohuollot voidaan tehdä oikein ja turvallisesti. Huolto-ohjeisiin sisältyy LOTOTO-ohjeistus. Huoltosuunnitelmaa laadittaessa viimeistään on hyvä selvittää laitteen varaosatarve, valmistajalta tai laitetoimittajalta saadut huoltovälisuositukset ja voiteluainetaulukot ovat ennakkohuoltosuunnitelman selkäranka.

Tärkeä dokumentti koelaitoksen varastohallinnan näkökulmasta on laitteen varastointiohje, josta selviää laitteen suunniteltu viimeinen varastointipäivä ja omistajatieto. Omistajatiedon pitää kulkea laitteen mukana ja jos omistaja vaihtuu tieto pitää päivittää. Tärkeäksi omistajatiedon tekee käytöstä poiston jälkeisen varastoinnin suunnittelu. Omistajalla tarkoitetaan tässä kohtaa esimerkiksi testilaitteen vastaavaa tuotekehitysinsinööriä tai projektinvetäjää. Hänellä on tieto laitteen suunnitellusta käyttö- ja varastointi-ikästä, joka voi olla arvio. Suunniteltu elinkaaren pituus laitteelle on määriteltävä laitteen omistajan taholta, kun laite tuodaan koelaitokselle. Testilaitteen osalta tämä varsinkin on tärkeää, koska ne eivät yleensä jää osaksi laitteistoa pysyvästi, vaan ne jossain vaiheessa poistetaan ja varastoidaan tai romutetaan. Varastotilojen rajallisuus koelaitoksella asettaa ehtoja sille kuinka paljon laitteita pystytään yhtäaikaisesti varastoimaan. Laitteelle pitää olla varastointiohjeet, joista selviää varastointiajan ja omistajatiedon lisäksi varastointipaikan vaatimukset esimerkiksi lämpötilan suhteen. Mahdollinen huollontarve ennen tai jälkeen varastoinnin, mikäli laite on suunniteltu otettavaksi myöhemmin uudelleen käyttöön pitää selvittää varastointiohjeeseen. Jollei laitetta palauteta käyttöön vaan se romutetaan, on siihenkin oltava ajan- tasaiset kierrätysohjeet materiaaleille. Jokaiselle vaiheelle pitää tehdä oma riskienarviointinsa, koska kaikki vaiheet ovat luonteeltaan selvästi erilaisia. Riskienarvioinnin on oltava jatkuvaa laitteen käyttöönoton jälkeenkin.

5.2.1 Laitteen hankintavaiheen dokumentointi

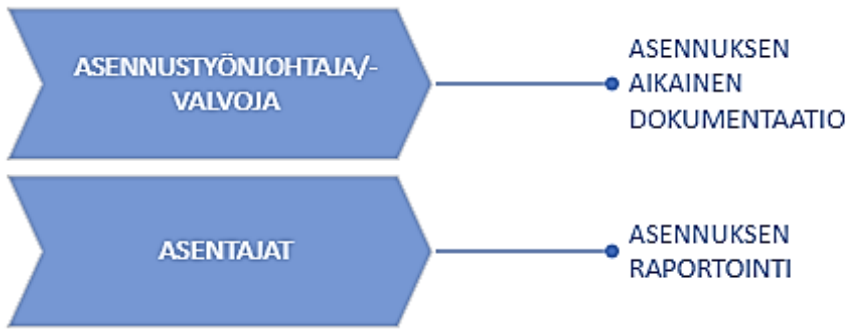
Laitehallintaan liittyvä dokumentointi niin projekteissa kuin yleensäkin koelaitoksella on järkevää selkeyden vuoksi jakaa toimintavaiheitten mukaisesti osiin. Tämä siksi, että eri vaiheet tuottavat erilaisia dokumentteja sekä eri vaiheilla on eri vastuualueet ja -henkilöt. Karkeasti koelaitoksen laitehallinta on jaettavissa kuuteen vaiheeseen, joista käyttöönottovaiheesta voidaan vielä erkauttaa testausvaihe. Käyttöönottovaiheessa testaus tarkoittaa kokonaisuuden testaamista ja on tärkein osa käyttöönottoa. Ensimmäinen vaihe on hankintavaihe, johon liittyvää dokumentointia on karkeasti kuvattu kuviossa 5.



Kuvio 5. Hankintavaiheen dokumentoinnista vastaavat.

5.2.2 Asennusvaiheen dokumentointi

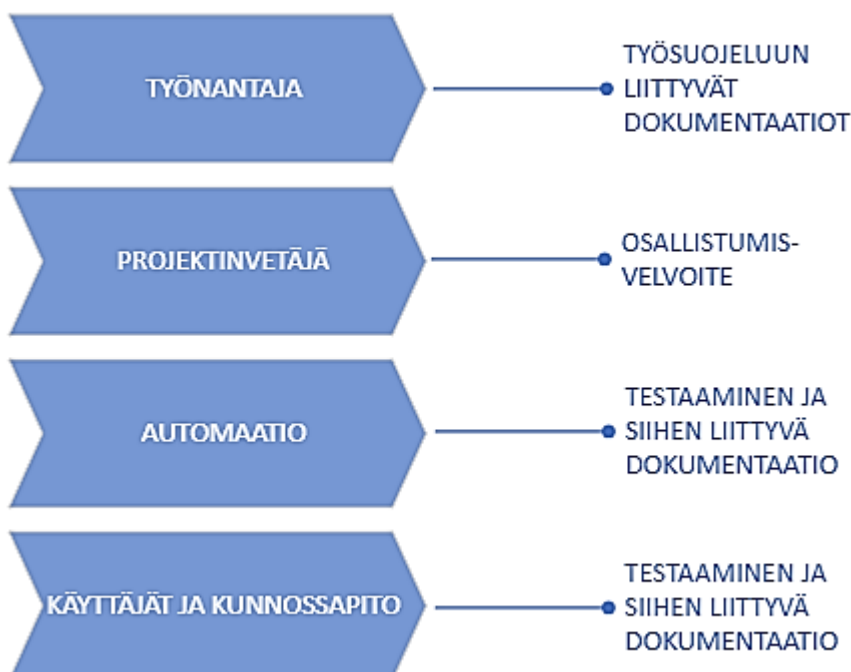
Kun laite on vastaanotettu kokonaisuudessaan, suunnitelmassa on seuraavana yleensä asennustyö. Joskus asennus saattaa viivästyä, jolloin välissä voi olla lyhyt varastointivaihe. Asennusvaiheen ja sen jälkeen seuraavan käyttöönottovaiheen rajanveto on hiukan häilyvä, mutta asennusvaihe itsessään on yleensä nopeampi ja lyhyempi työvaiheena niin fyysisesti kuin myös dokumentoinnin osalta. Tärkeimmät asennuksessa syntyvät dokumentit ovat asennustarkastuspöytäkirjat. Kuviossa 6 avataan karkeasti dokumentointia asennuksen yhteydessä. Asennuksen aikana syntyvä dokumentaatio tallennetaan esimerkiksi Noviin.



Kuvio 6. Asennustyövaiheen dokumentointia.

5.2.3 Testauksen ja käyttöönoton dokumentointi

Kuviossa 7 on lueteltu dokumentoinnin vastuualueita testausvaiheessa. Testausvaiheessa on mukana oltava asiantuntijoita ja osaajia kaikilta laitteen suunniteltuun käyttöön liittyviltä sidosryhmiltä. Vasta hyväksytyn automaatioasennuksen testauksen jälkeen voidaan laitteelle antaa lupa toiminnalliseen koekäyttöön. Tämän jälkeen laitteen koekäytöstä ja käytöstä vastaa käyttöorganisaatio.



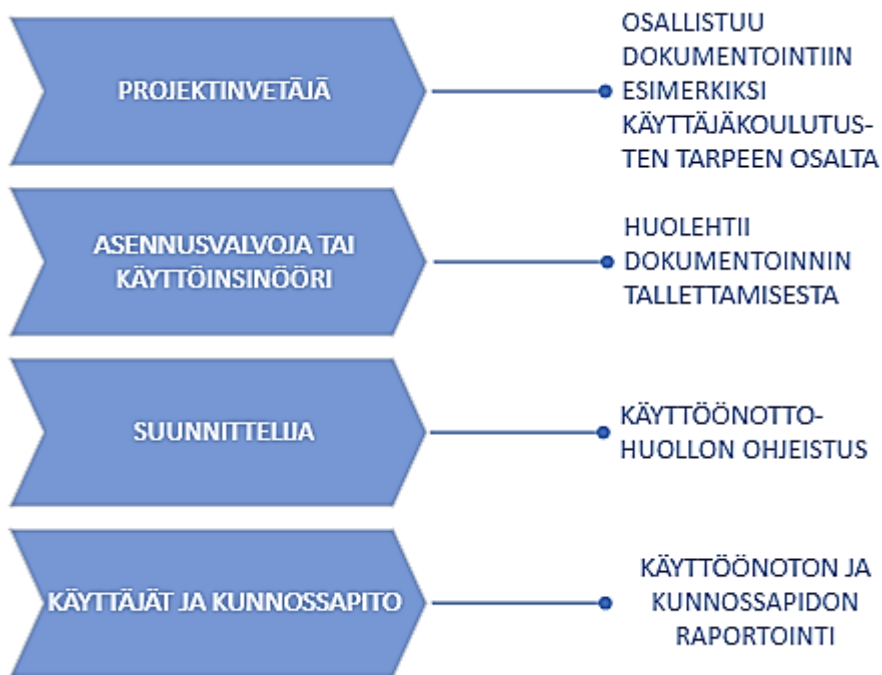
Kuvio 7. Testausvaiheen dokumentointi.

Testausvaiheen toimintaa ohjaavat työturvallisuuslait sekä koneturvallisuuslait ja -asetukset. Laitteen testaus ennen käyttöönottoa on lakisääteinen toimenpide. Tämä tarkoittaa sitä, että laitteen tai laitteiston toiminta ja sen turvajärjestelmien toiminta testataan ja testaus dokumentoidaan. Laitteen suojalaitteiden dokumentointi on erittäin tärkeää, varsinkin jos siihen liittyvään laitteeseen tullaan joskus tekemään muutoksia. Muutoksia tehtäessä on ajantasainen kulloinkin voimassa oleva lainsäädäntö muistettava aina tarkistaa ja lain vaatimat muutokset järjestelmiin on sekä toteutettava ja testattava että dokumentoitava. Sama koskee laitetta, joka ehkä poistetaan hetkeksi käytöstä, mutta palautetaan myöhemmin takaisin. Tällöin pitää ehdottomasti laatia kuitenkin riskienarviointi uudelleen käyttöönotosta. Muussa tapauksessa toimitaan voimassa olevien lakien mukaisesti.

Käyttöönottotarkastus kokoaa aluksi kaikki aiemmat tarkastuspöytäkirjat ja riskienarvioinnit yhteen. Käyttöönottotarkastuksessa pitää varmistaa, että kaikki asennustarkastuksessa ja testauksessa mahdollisesti havaitut turvallisuuspuutteet on korjattu. Turvallisuuspuutteiden korjaamisen jälkeen jäännösriskit listataan ja niiden huomioiminen laitetta käytettäessä ohjeistetaan. Tämän jälkeen laite on koekäyttöönottovalmis. Hyväksytyin koekäytön jälkeen laite on valmis koeajotoimintaan. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan pohjana voi olla esimerkiksi vastaanottotarkastuspöytäkirjapohja PSK 2903 standardista. Tähän pöytäkirjaan voidaan liittää muut käyttöönotossa syntyvät dokumentit, kuten sähkötöiden käyttöönottopöytäkirja. Sähkötöiden osalta käyttöönottotarkastuspöytäkirja on lakisääteinen dokumentti, jolla varmistetaan sähkötöiden osalta laitteen turvallisuus. Pöytäkirjapohjan sähkötöiden käyttöönottotarkastukseen saa esimerkiksi PSK 2920 standardista. Näiden pohjien käyttö noudattaa Valmet-laatuohjetta. Heikkoutena pohjissa on niistä puuttuva kuittaus suoritetuista riskienarvioinneista kohteessa. Pöytäkirjoja täytettäessä tämä on huomioitava joko pöytäkirjan kohdassa huomautuksia tai liittämällä riskienarviointi pöytäkirjaan. Laite on käyttöönottovalmis, kun se on hyväksytysti läpäissyt käyttöönottotarkastuksen.

Laitteen turvalaitteiden tai -järjestelmien muokkaaminen tarkastusten jälkeen on työturvallisuusrikkos. Työturvallisuuslaki 738/2002 kieltää turvallisuuteen liittyvien laitteiden poistamisen ilman erityistä syytä. Sama laki määrää sisällöltään käyttöönottotarkastusta vastaavan määräaikaistarkastuksen suoritettavaksi säännöllisin väliajoin ja aina tarvittaessa. Tämä tarkoittaa tilannetta esimerkiksi laitteen oleellisen muutoksen jälkeen. Tehtäessä laitteelle muutoksia, toiminnallisia tai

lokaatiomuutoksia, on muistettava aina suorittaa kaikki vaaditut tarkastukset kuin oltaisiin asentamassa uutta laitetta. Niissä syntyvä dokumentaatio tallennetaan esimerkiksi Noviin revisioiden ne asiaankuuluvasti. Kuviossa 8 on avattu käyttöönottoon osallistuvien listaa. Kuviossa 8 mainittu projektinvetäjä tarkoittaa esimerkiksi tuotekehitysprojektille nimettyä tuotekehitysinsinööriä tai vastaavaa.



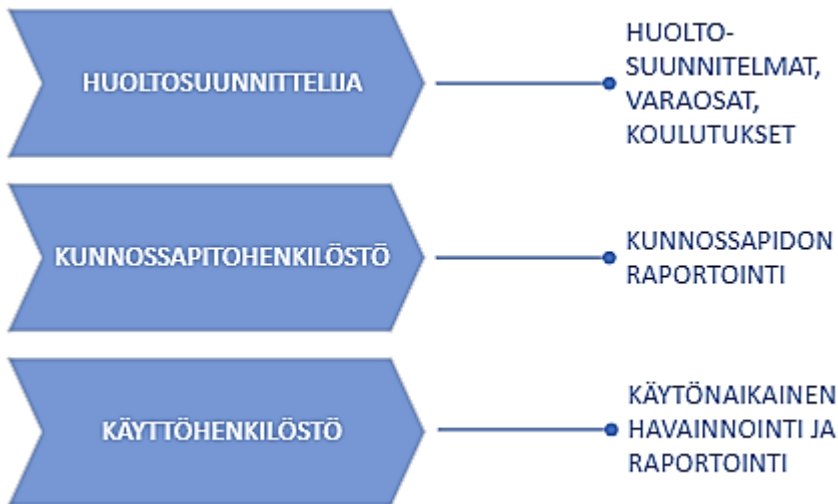
Kuvio 8. Käyttöönottovaiheen dokumentointia.

5.2.4 Kunnossapidon dokumentointi

Kunnossapitodokumentaatiossa dokumentoinnin pohja on laitevalmistajan tai -toimittajan toimittama laitteen huolto-ohje. Sen pohjalta laaditaan ennakkohuoltosuunnitelma, joka ottaa huomioon koelaitoksen muuttuvan ympäristön ja laitteen käyttötunnit niin hyvin kuin mahdollista. Käyttötuntien määrittely laitteelle on koelaitoksella tärkeää koska käyntiajat ovat hyvin rikkonaisia. Joidenkin laitteiden osalta voi epäsäännöllinen käyttö vaikuttaa ennakkohuoltoväliä lyhentävästi. Koelaitteiden osalta huollot on joka tapauksessa ajoitettava riittävän lyhyiksi, koska niiden toimintaa ei voida varmistaa esimerkiksi kahdentamisella. Tämä asettaa vaatimuksen toimintavarmuudesta. Toimintavarmuuden ylläpito vaatii tarkan huolto-ohjelman valmistajan vaatimusten mukaisesti. Uuden laitteen elinkaaren alkupään huolloista voidaan tehdä havaintoja tulevien

kunnossapitotoimien taajuutta, laajuutta ja sisällön suunnittelua ja kehittämistä ajatellen. Siksi kunnossapitohenkilöstön laatimat tarkat raportit huolloista ja niissä havaituista poikkeamista ovat tärkeitä. Yhtä tärkeitä ovat käyttäjien tekemät havainnot poikkeamista ja häiriöistä laitetta käytettäessä. Jatkuva koko elinkaaren mittainen havainnointi auttaa laitteen toimintakyvyn ylläpidossa helpottaen vian havaitsemista jo ennen kuin se vaikuttaa oleellisesti toimintaan. Kuviossa 9 on hahmoteltu kunnossapitotoimille tärkeitä dokumentointeja.

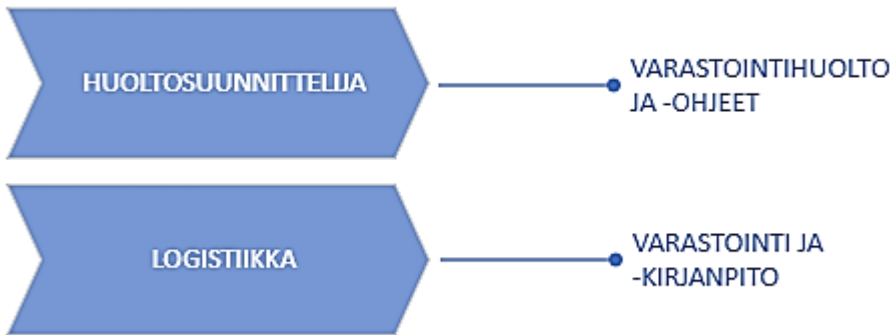
Karkeasti kunnossapidon esihenkilö tai huoltosuunnittelija laatii laitteen ennakkohuoltosuunnitelman ja ajoittaa sen kunnossapitojärjestelmään. Ennakkohuoltotaajuus ja ennakkohuoltojen sisällöt määritellään samalla. Myöhemmin, mikäli tarvetta ilmenee, molempia voidaan vielä hienosäätää. Kunnossapidon esihenkilö huolehtii henkilöstön tarvittavista koulutuksista ja ajantasaisesta ohjeistuksesta. Kunnossapitotoimien aikaiset riskienkartoitukset ja turvallisuusohjeistukset laaditaan yhdessä henkilöstön kanssa. Huoltosuunnitteluun vaikuttaa koelaitoksella kullekin kohteelle valittu kunnossapitostrategia. Koekone 2 on esimerkki poikkeavan kunnossapitostrategian piirissä olevasta laitteistosta. Koekone 2:n kunnossapitostrategiaksi on aikoinaan valittu vähäisen käyttöajan ja korkean kustannustason vuoksi RTF-strategia (RunToFailure), eli korjaavan kunnossapidon strategia. Se vaikuttaa ennakkohuoltosuunnitelman laatimiseen siten, ettei koekone 2:n laitteistoista tarvitse olla säännöllisten kunnossapitotoimien ja ennakkohuoltojen piirissä muiden kuin lain vaatimien laitteiden. Käytännössä tämä tarkoittaa höyry- ja lauhdejärjestelmiä, käytönakseleita, turvakytкимиä etc. Toisena seikkana, jolla on koelaitoksella merkitystä kunnossapitosuunnittelulle, ovat koneiden käyntiajat. Ajonaikaiset kunnossapitotoimet voidaan tehdä vain koneen käydessä ja muut koneen seistessä. Käyntiaikasuhde on koelaitoksella karkeasti 1:2, eli yhtä ajopäivää kohti on kaksi muutostyöpäivää eli silloin kone ei käy. Sama tilanne syntyy toiselle koneelle silloin kun toisella ajetaan. Resurssien takia koelaitoksella voidaan ajaa vain yhdellä koekoneella kerrallaan. Jos käyvän koneen ajonaikaisesta kunnossapidosta jää aikaa voidaan suorittaa toisen koneen, erilliskoepaikan tai laboratoriolaitteiden huoltoja. Siksi kunnossapitosuunnittelussa on huomioitava mahdollisuus aikataulujoustoon myös etupainotteisesti.



Kuvio 9. Kunnossapitoon liittyvä dokumentointi.

5.2.5 Varastointi

Laite poistetaan koelaitoksella aktiivisesta käytöstä yleensä muutamasta eri syystä, joko se ei sovellu enää käytössä olevaan konseptiin tai siihen halutaan tehdä muutoksia. Joskus laite halutaan siirtää eri positioon, mutta säilyttää muuten samanlaisena. Koelaitteen ollessa kyseessä sen muokkaaminen tai sijoituspaikan vaihto vaatii poikkeuksetta suunnittelua ja siksi laite varastoidaan odottamaan suunniteltuja toimenpiteitä. Varastointi koelaitoksella on muutakin kuin hyllyyn nostamista. Varastoitava laite huolletaan varastointikuntoon ennen varastointia. Varastointihuolto tehdään laitetoimittajan tai -valmistajan ohjeen mukaisesti. Varastointipaikka valitaan olosuhteiden, tilan ja luokse päästävyiden osalta. Tehdyt kunnossapitotoimet raportoidaan Noviin. Kun laite palautetaan aikanaan käyttöön, tehdään sille käyttöönoton vaatimat kunnossapitotoimet, jotka myös kirjataan Noviin.

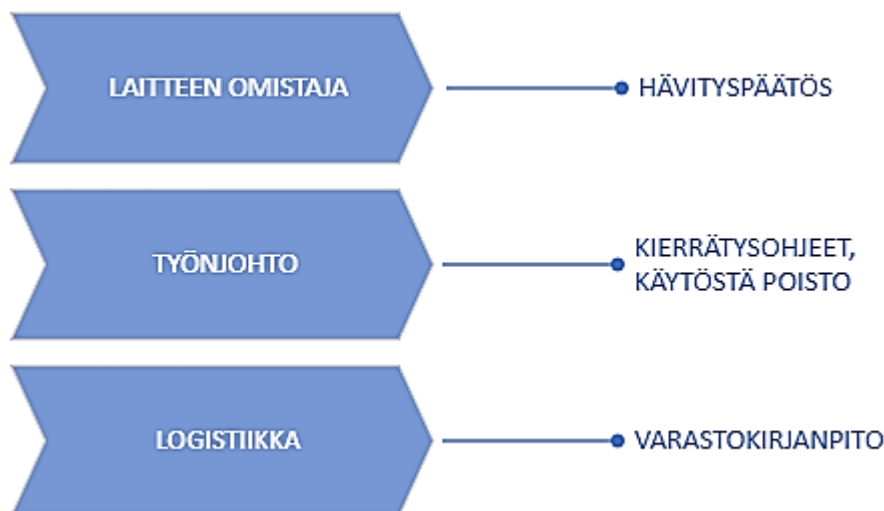


Kuvio 10. Varastointivaiheen dokumentointi.

Varastokirjanpito on koelaitoksella logistiikan ylläpitämä oma erillinen kirjanpito, johtuen laitteiden vaihtuvuudesta, tiettyjen suurikokoisten vaihto-osien ja joidenkin tilaa vievien avainlaitteistojen jatkuvasta siirtelyn tarpeesta. Varastokirjanpitoon voidaan kirjata varastoidun laitteen kunnossapidon tila, mutta varastoja ei kirjata Noviin. Varastokirjanpitoon merkitään laitteen omistajatieto, koska laite on varastoitu ja viimeinen varastointipäivämäärä. Viimeisen varastointipäivämäärän umpeuduttua laitteen omistajalta kysytään vielä ennen laitteen romutusta romutuslupa ja -ohjeet. Joskus laitteesta romutetaan vain osa ja osa säästetään myöhempään käyttöön. Tällaisessa tilanteessa omistaja ohjeistaa rajapinnan. Joidenkin yksittäisten komponenttien osalta Noviin voidaan laittaa maininta varaosasta ja sen varastopaikasta. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi sähkömoottorit.

5.2.6 Käytöstä poisto

Laitteen tultua elinkaarensa päähän se pitää romuttaa ajan tasaisen kierrätysohjeen mukaisesti. Laitteen elinkaaren päättymisestä koelaitteiden osalta päättää laitteen omistaja, joka antaa koelaitokselle laitteen romutusluvan. Laitteen romituksen jälkeen laite siirretään Novin laiterekisterissä käytöstä poistettuihin laitteisiin liittäen mukaan käytöstä poistossa mahdollisesti syntyneet dokumentit.



Kuvio 11. Käytöstä poiston dokumentointi.

5.3 Laitteiden toiminnallisuuden ja turvallisuuden takaaminen

Opinnäytetyön liitteenä 5 on prosessikaaviomalli laitehallinnan ja dokumentoinnin uudesta toimintamallista koelaitoksen muuttuvaan toimintaympäristöön. Malli on rakennettu käytössä olevan kunnossapitojärjestelmä Novi by Pinjan pohjalle. Laitteet ja laitteistot on koottu Novin laitekorttiin kokonaisuuksiksi, joiden rajoina toimivat toiminnalliset osastot. Laboratorio laitteineen on yksi kokonaisuus, erilliskoepaikka on toinen, koekone 1 on kolmas ja koekone 2 neljäs. Lisäksi on erillisiä pienempiä kokonaisuuksia kuten koelaitoksen paja ja koelaitoksen massankäsittelylaitteet. Kukin kokonaisuus on jaettu pienempiin alakokonaisuuksiin, jotkut alakokonaisuudet vielä pienempiin etc. Kunnossapidon suunnittelu pohjautuu kokonaisuuksiin, siten että kunnossapitotoimien rungot muodostuvat reittihuolloista, joissa kuljetaan aina yksi alakokonaisuus, esimerkiksi pumput, kerrallaan läpi kokonaisuutena. Uusien laitteiden osalta kattava koko elinkaaren mittainen dokumentointi aloitetaan jo laitteen hankintavaiheessa. Dokumentointia jatketaan koko laitteen elinkaaren ajan. Jokainen laitteelle tehty toimenpide ja laitteen toimintaan liittyvä havainto tallennetaan kunnossapitojärjestelmään tai dokumentin mukaan jonnekin muualle, esimerkiksi HSE-tietokantaan. Tällöinkin laitteen laitekortille tallennetaan vähintäänkin linkki tuohon toiseen tallenteeseen. Linkkien tallentamisessa on oltava tarkkana, koska jos kohteen, johon linkki ohjaa, tallennuspaikka jostain syystä joskus muuttuu, linkki lakkaa toimimasta. Siksi mitään erittäin tärkeää tai uniikkia dataa ei kannata linkin taakse tallentaa.

Uuteen toimintamalliin liittyy paljon riskienarvioiteja. Turvalukituksen käyttö kunnossapitotöissä ja konseptimuutostöiden aikana koekoneilla on jo käytössä. Laitteiston toiminnan ja varsinkin toimintahäiriöiden tarkkailu ja niistä raportointi tulee lisääntymään. Poikkeamien kohdentaminen ja mahdollisimman tarkka määrittely laitekohtaisesti tulee jokaisen työntekijän velvollisuudeksi työohjeistuksen kautta. Tämä auttaa kunnossapitotöiden resurssisuunnittelua ja helpottaa tarpeellisten työn kehitysinvestointien läpivientiä. Laitteiden toimintavarmuus lisääntyy, jolloin koeajoihin varattavissa olevia koeajopäiviä saadaan käyttöön enemmän eli käyttöaste koelaitoksella kasvaa. Turvallisuus lisääntyy, kun laitteiden suunnitellut ennakkohuollot ehditään tekemään oikea-aikaisesti ja laitteiden tilaa seurataan jatkuvasti lakisääteisin määräaikaishuolloin, testauksin ja riskikartoituksin. Testattujen ja huollettujen laitteistojen muodostama kokonaisuus on turvallinen ja sen toiminnallisuus on riittävän hyvin turvattu, jotta koelaitoksen muuttuvassa tutkimusympäristössä voidaan tulevaisuudessakin tuottaa luotettavia tutkimustuloksia. Jokaisen laitteeseen tai sen toimintaympäristöön tehdyn muutoksen jälkeen on tehtävä uudelleen laatuohjeen mukaiset käyttöönottotarkastukset ja niihin liittyvät riskienarvioinnit. Sama koskee laitteen ohjausjärjestelmiin tehtyjä muutoksia.

Uusien laitteiden osalta kartoitetaan laitteen saapuessa koelaitokselle henkilöstön koulutustarpeet kyseisen laitteen käyttöön ja kunnossapitoon. Pakollisten koulutusten voimassaoloa valvotaan ja huolehditaan koulutuksien järjestämisestä niin ettei luvanvarainen toiminta koelaitoksella vaarannu. Huolehtimis- ja valvontavastuu työlupien ja korttien voimassaolosta on työnantajalla. Tietyt laitteet vaativat erikoisosaamista toimintakuntonsa valvomiseen. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi painelaitteet. Niiden tarkastusten valvontavastuu on työnantajalla, mutta tarkastukset käy suorittamassa asianmukaiset pätevyudet omaava ulkopuolinen taho. Sama koskee paineenalaisten putkilinjojen valmistamista ja runkorakennehitsauksia. Niitä saa hitsata vain voimassa olevat pätevyudet omaava luokkahitsaustaitoinen henkilö. Käytännössä siis koelaitoksen ulkopuolinen henkilö. Tietyt laboratorion mittauslaitteet huoltaa ja kalibroi laitetoimittaja itse. Koelaitoksen asennuskäytössä olevat kalibroinnin piiriin kuuluvat työkalut puolestaan kalibroidaan Rautpohjan kalibrointipisteellä Valmetin laatu järjestelmän mukaisesti.

6 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa PTC:lle Valmet Rautpohjaan laitehallinnan toimintamalli, jolla PTC:n laitteiden elinkaari on maksimoitavissa jatkuvassa muutoksessa oleva toimintaympäristö huomioiden. Valmista toimintamallia voidaan hyödyntää myös PTC:n Järvenpään yksikön toiminnassa ja mahdollisesti myös Valmetin muissa vastaavissa tutkimuslaitoksissa. Laitehallinnasta muuttuvassa tutkimusympäristössä nousi esiin useita kehityskohteita, joita kehittämällä laitteiden suunniteltua elinkaarta koelaitoksella voidaan ylläpitää.

Opinnäytetyötä tehdessä löytyi toimintatapoja, joiden jalostamista koelaitoksen käyttöön soveltuviksi kannattaa harkita. Ensinnäkin varastokirjanpidon liittäminen osaksi kunnossapitojärjestelmä Novi by Pinjaa, on tulevaisuuden kehityskohde. Sillä saavutetaan laitehallinnassa taso, joka kertoo varastoitujen laitteiden tilan käyttöönottettavuuden suhteen nopeasti. Mallia pitää tulevaisuudessa laajentaa kattamaan koelaitokselle varastoitujen varaosien tilanne. Mahdollisesti myös varaosatoimittajalistaus kullekin laitekortille, josta selviää tarvittavien kulutusosien toimittajat kyseiselle laitteelle. Tavoitteena varastointiin on järjestelmä, jossa laitteet on identifioitu esimerkiksi RFID (Radio Frequency Identification) -tunnistein tai QR-koodein. Varastopaikat ja niiden sisällöt ovat helpommin hallittavissa kuin nykyisellä Excel-taulukoinnilla. Jatkuva muutos varastoissa aiheuttaa myös omia haasteitaan, vaikka toisaalta varastojen muutos vanhan tavaran poistamisen kautta mahdollistaa uuden tavaran varastoinnin olemassa oleviin tiloihin.

Toinen harkitsemisen arvoinen kehityskohde on kunnossapitojärjestelmän mobiiliversio, jollainen oli käytössä eräällä työhön benchmarkatuista yrityksistä, toimisi koelaitoksellakin. Mobiiliversio mahdollistaa laitteiden kunnossapidon, käyttäjien sekä kunnossapitojärjestelmän yhtäaikaisen toiminnan esimerkiksi vianetsintätilanteessa. Kunnossapidon pääsy laitekortille mobiililaitteella paikan päältä tehostaa kunnossapidon toimintaa lyhentämällä tiedonhakuun ja vika- tai huoltokirjauksiin käytettyä aikaa. Työnjohdollisesti reaaliaikaiset kuittaukset tehdyistä töistä helpottavat kunnossapitosuunnittelua. Kunnossapito henkilöstön kouluttaminen laitteiden käyttäjätaitoisiksi pitää asettaa myös tulevaisuuden tavoitteeksi.

Työnkiertoa koelaitoksella kannattaa lisätä tulevaisuudessa mahdollisuuksien mukaan. Mahdollisimman monipuolinen osaaminen sekä prosessista, koekoneiden hallinnasta koeajoissa sekä huolto- ja kunnossapitotöistä koelaitoksella lisää toimintavarmuutta ja turvallisuutta. Tämä vaatii

lisäkoulutuksia monin osin. Niihin vapautuu aikaa, kun korjaavan kunnossapidon määrä vähenee ennakoivan huollon täsmällisyyden kautta. Samalla työntekijöiden kannalta työn monipuolisuus ja vaihtelu työtehtävien hoidossa lisää työnteon mielekkyyttä ja muodostaa perusteet ansiotason nousulle osaamisen karttuessa. Omaehtoista kouluttautumista tuetaan, mikäli hankittavalla koulutuksella on työntekijän ammattitaitoa ylläpitävää tai kehittävää vaikutusta. Samoin toimitaan, jos työntekijän koulutuksesta on hyötyä työnantajalle yleisellä tasolla. Tuen laatu ja määrä harkitaan tapauskohtaisesti voimassa olevan Valmetin omaehtoisen opiskelun ohjeen mukaan. Tavoitteena on säilyttää ja kehittää henkilöstön osaamista laitteiden käytössä ja kunnossapidossa. Osaava ja kyvykäs henkilöstö kykenee maksimoimaan oikeilla toimintatavoilla laitteiston elinkaaren.

Laitekorttien paljous kunnossapitojärjestelmän kortistossa heikentää järjestelmän toimivuutta. Tulevaisuudessa kortistoa on syytä kehittää enemmän laitteistokokonaisuuksien suuntaan, jolloin yksittäiset laitteet ovat osa isompaa kokonaisuutta, laitteistoa. Ennakkohuoltokiertojen suunnittelussa ja ajoittamisessa kokonaisuus on helpompi käsitellä kuin yksittäinen laite osana kokonaisuutta. Tällöin myös vaara jonkun laitteiston osan jäämisestä pois ennakkohuoltokierrosta poistuu. Laitteistolle voidaan rakentaa tarkastuslista tyylinen kuittauslomake, jossa on jokainen laitteistoon kuuluva huollettava komponentti omana huoltokohteenaan.

Toimintamalli pitää ottaa käyttöön soveltuvin osin käyttäjien, kunnossapidon, työnantajan ja koelaitoksen sidosryhmien kesken. Käyttäjille ja kunnossapidolle päällimmäisenä tulee näkymään kunnossapitojärjestelmä Novi by Pinjan käyttöliittymä. Työnantajalle tämän lisäksi HSE-toimet, riskienarvioinnit, erilaiset investointikartoitukset etc. Sidosryhmien huolehdittavaksi jää laadukkaiden suunnitelmien toimittaminen, mukanaolo investoinneissa ja HSE-toimissa, omien rakenneryhmäkuvien ajantasaisena pitäminen etc. Rajallisten varastotilojen käytön järjeistäminen ja kustannustehokkuus on yksi tapa vapauttaa rahallisia resursseja varsinaiseen koelaitostoimintaan kiinteistökulujen laskun ja käyttöomaisuuden määrän pienenemisen kautta. Varastotoiminnan ja kunnossapidon tilan mittaamiseen voidaan suunnitella tarkoitukseen sopivaa mittaria, joka ottaa huomioon toiminnan tehokkuuden esimerkiksi kustannustason kehittymisen kautta.

Vastuiden selkeyttäminen projektien eri vaiheissa pitää tehdä ensi tilassa. Vastuualueet on rajattava siten, ettei vastuunkannolle jää tulkinnanvaraisia alueita. Uusi toimintamalli pyrkii nimeämään vastuuhenkilöt projektin eri vaiheille. Pitää kuitenkin seurata toimintamallin käyttöönoton

jälkeen esiin nousevia mahdollisia haasteita ja päivittää mallia tarvittaessa edelleen selkeämpään suuntaan. Vastuualuerajauksien toimivuutta on syytä alussa myös seurata. Mikäli joku vastuualueista osoittautuu liian haastavaksi yhden henkilön käsitellä, voidaan vastuita jakaa useammille henkilöille. Tätä on hyvä miettiä eri kokoisien projektien näkökulmista.

LOTOTO-järjestelmän edelleen kehittäminen pitää ottaa työn alle. LOTOTO-järjestelmän ohjeistus koelaitoksen toimintamalliin sopivaksi pitää rakentaa pidemmälle kuin se nyt on. LOTOTO:n käyttöön on olemassa Valmetin yleinen ohje, joka on suunnattu paperikonevalmistukseen, työstökonehuoltojen ja -korjausten turvallistamiseen. Ohjeesta on olemassa myös versio asiakasprojekteille paperikoneuusintoihin ja -korjauksiin. Koelaitos erottuu toimintaympäristönä kaikista näistä vallitsevan jatkuvan muutoksen vuoksi. Siksi sinne pitää rakentaa oma LOTOTO-lukitusjärjestelmä, joka huolehtii työntekijöiden turvallisuudesta luotettavasti ja erehtymättä. Koelaitoksen LOTOTO-mallin on oltava sellainen, että se huomioi jatkuvasti muuttuvan toimintaympäristön, täyttää lakien ja asetusten asettamat vaatimukset työturvallisuudelle, mutta ei kuitenkaan rakennu liian raskaaksi koeajoissa tarvittavien nopeiden työsuoritusten turvaamiseksi. Tämä tarkoittaa sitä, että tiettyjen usein toistuvien nopeasti hoidettavien korjaustoimenpiteiden toteuttaminen voidaan mahdollistaa osin riskienarvioinnin kautta, tarvitsematta lukita työskentelyalueen jokaisen pesukelan käsikäyttöistä sulkuventtiiliä jokaisen työntekijän henkilökohtaisella turvalukolla. Tässä pitää tietysti olla tarkkana, että riskienarvioinneissa tulee havaituiksi oikeat asiat ja etenkin vahinkokäynnistykset ja muut vastaavat inhimilliset virheet tulevat jatkossakin estetyiksi asianmukaisella LOTOTO-menettelyllä.

Tärkein kehityskohde, joka opinnäytetyön pohjalta tullaan lähitulevaisuudessa toteuttamaan, on koelaitoksen sidosryhmille suunnatun koulutusmateriaalin laatiminen. Koulutusmateriaalin tarkoituksena tulee olemaan toimintamallin käyttöönoton ja käytön ohjeistaminen niille henkilöille, jotka pääasiallisesti operoivat koelaitoksen laitteistojen kanssa. Tällaisia henkilöitä ovat esimerkiksi koeajojen vetäjät, muutostöiden vastuhenkilöt, suunnittelu ja tuotekehityksen koelaitostoimintaan liittyvä väki.

Lähteet

4 Steps to a Successful Factory Acceptance Test (FAT). 2023. Artikkelin yrityksen Coengineer verkkosivuilla. Viitattu 12.11.2023. <https://coengineer.com.au/blog/4-steps-to-a-successful-factory-acceptance-test-fat/>.

Cato, W. & Mobley, R. K. 2002. Computer-managed Maintenance Systems: A Step-by-step Guide to Effective Management of Maintenance, Labor, and Inventory. Plant Engineering. 2. painos. United States of America: Butterworth-Heinemann.

Differences between RCM and FMEA? 2023. Blogikirjoitus Infraspak verkkosivuilla. Viitattu 1.12.2023. <https://blog.infraspeak.com/rcm-vs-fmea/>.

Direktiivi 2006/42/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston konedirektiivi. EUR-Lex. Viitattu 10.9.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32006L0042>.

Heinonen, M., Keinänen T. & Kärkkäinen P. 2020. Konetekniikan perusteet. 12.–14. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Hyvä kunnossapitojärjestelmä – minkälainen se on? 2022. Blogikirjoitus Atmotics Oy:n verkkosivuilla. Viitattu 1.10.2023. <https://blog.spotilla.com/fi/kunnossapitojarjestelma>.

Investoinnin kannattavuus. N.d. Artikkelin BusinessOulun verkkosivuilla. Viitattu 24.9.2023. <https://www.yritystulkki.fi/fi/alue/oulu/aloittava-yrittaja/suunnittelu/taloussuunnitelmat/investoinninkannattavuus/>.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito – tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6. painos. Helsinki: Promaint ry.

Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Miten kirjoitan kehittämistutkimuksen vaihe vaiheelta. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Komonen, K. 2019. a. Tuotanto-omaisuuden hallinnan kenttä. Julkaisussa Kunnossapidon vuosikirja – Elinjakson hallinta ja hyvä tuotanto-omaisuuden hallintatapa. 1. painos. Helsinki: Promaint ry, 8–16.

Komonen, K. 2019. b. Tuotanto-omaisuuden hyvä hallintatapa. Julkaisussa Kunnossapidon vuosikirja – Elinjakson hallinta ja hyvä tuotanto-omaisuuden hallintatapa. 1. painos. Helsinki: Promaint ry, 55–80.

Koneturvallisuus – Koneiden tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus. 2008. Työsuojeluopas Työsuojeluhallinnon verkkosivuilla. Viitattu 17.12.2023. https://tyosuojelu.fi/documents/154017715/168016298/Koneturvallisuus_tso_16-2009.pdf/6ae406a0-29fc-45fa-a4a6-19e38af399cc/Koneturvallisuus_tso_16-2009.pdf?t=1483618610929.

Konola, J. 2000. Mitä RCM on? Julkaisussa Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy.

Kortelainen, H. 2023. Omaisuudenhallinta luo ja ylläpitää arvoa. Promaint- lehti 3/2023. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. 14–17.

Kunnossapitojärjestelmän toiminnot. N.d. Artikkelikunnossapidosta opetushallituksen Kunnossapito – menestystekijä verkkosivuilla. Viitattu 1.10.2023. http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_4-3_kunnossapitojarjestelman_toiminnot.html.

Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta 1016/2004. Annettu 26.11.2004. Viim. muutos 5.11.2021. Viitattu 24.9.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041016>.

LOTOTO – Why You Need to Upgrade Your LOTO System to LOTOTO. 2023. Blogikirjoitus koulutusyrityksen Human Focus verkkosivuilla. Viitattu 8.12.2023. <https://humanfocus.co.uk/blog/what-is-lototo-why-its-essential/>.

Mikä on EAM (Enterprise Asset Management)? N.d. Artikkelikunnossapidosta yrityksen (SAP) verkkosivuilla. Viitattu 18.8.2023. <https://www.sap.com/finland/products/scm/asset-management-eam/what-is-eam.html>.

Mitä on kunnossapito? N.d. Artikkelikunnossapidosta opetushallituksen Kunnossapito – menestystekijä verkkosivuilla. Viitattu 24.9.2023. http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html.

Mäki, K. M. 2000. Laitteen toiminnot ja toimintaympäristö. Julkaisussa Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy.

Mäki, K. M. 2006. Ennakoivan kunnossapidon suunnittelu – Luotettavuuskeskeinen kunnossapito – RCM. Jyväskylän ammattikorkeakoulun seminaariaineistoa. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Ojala, J. 2017. Perävalotakuusta elinkaariajatteluun – teknisen dokumentoinnin tietomalli ja tiedon kypsyysvaatimukset tulevaisuuden huollon tietojärjestelmille. Julkaisussa Teollinen Internet uudistaa palveluliiketoimintaa ja kunnossapitoa. Toim. Martinsuo, M. & Kärri, T. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint ry, 170–182.

Oppariapu – Apua opinnäytetyön kirjoittamiseen. 2016. Humanistisen ammattikorkeakoulun opiskelijoiden kokoamat verkkosivut. Viitattu 29.12.2023. <https://oppariapu.wordpress.com/benchmarking-vertaisarviointi/>.

Ostbaum, M. 2022. Kustannuskilpailukyvyyn säilyttäminen tärkeää, kun kansainvälisiä tuotantoketjuja järjestellään uusiksi. Artikkelikunnossapidosta Suomen Pankin verkkosivuilla. Viitattu 24.9.2023. <https://www.eurojalous.fi/fi/2022/artikkelit/kustannuskilpailukyvyyn-sailyttaminen-tarkeaa-kun-kansainvalisia-tuotantoketjuja-jarjestellaan-uusiksi/>.

PSK 2901:2021. Teollisuuden kone- ja laitehankinnat. Asennustarkastus. 1. painos. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 6201:2022. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 4. painos. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

Rikoslaki 39/1889. Annettu 19.12.1889. Viim. muutos 21.4.2023. Viitattu 14.12.2023.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1889/18890039001#mvs>.

Riskien arviointi ja hallinta työpaikalla -työkirja. 2021. Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto, Työturvallisuuskeskus. Viitattu 29.9.2023. <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/10/Riskien-arviointi-ja-hallinta-tyopaikalla-tyokirja-2021.pdf>.

SFS-EN 13306:2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 3. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Viitattu 2.12.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/840250.html.stx>.

SFS-ISO 31000:2018. Riskienhallinta. Ohjeet. 2. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Viitattu 29.9.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/ISO/ID2/3/652941.html.stx>.

Siirilä, T. & Tytykoski, K. 2016. Koneturvallisuuden käsikirja. 2. painos. Keuruu: Inspecta.

Turva-automaatio prosessiteollisuudessa. 2021. Sähköinen opas Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) ylläpitämällä verkkosivuilla. Viitattu 9.12.2023. <https://tukes.fi/turva-automaatio-prosessiteollisuudessa>.

Työturvallisuuslaki 738/2002. Annettu 23.8.2002. Viim. muutos 16.2.2023. Viitattu 24.9.2023.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L7P57>.

Valmet yrityksenä. 2023. Tietoisku yrityksen verkkosivuilla. Viitattu 20.6.2023. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/>.

Valmet vuosikatsaus 2022. N.d. Raportti yrityksen verkkosivuilla. Viitattu 20.6.2023.
<https://www.valmet.com/globalassets/investors/reports--presentations/annual-reports/2022/valmet-vuosikatsaus-2022.pdf>.

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008. Annettu 12.6.2008. Viitattu 15.11.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400#Pidm46434449861552>.

What is ERP? N.d. Artikkelit yrityksen (SAP) verkkosivuilla. Viitattu 1.10.2023.
<https://www.sap.com/products/erp/what-is-erp.html>.

Liitteet

Liite 1. Asennustarkastuspöytäkirjapohja standardista PSK 2901

PSK STANDARDISOINTI
PSK Standards Association

PÖYTÄKIRJA

PSK 2901

Asennustarkastus
2021-06-22

Liite 1
1 (1)

AIKA JA PAIKKA	Pvm.	Klo	Paikka			
OSAN- OTTAJAT	Tilaaaja		Toimittaja			
TARKASTUS- KOHDE	Tilausnumero / Työnumero		Toimittajan työnumero			
1 VALMIUSASTE	<input type="checkbox"/>	Asennus on suoritettu sopimuksen mukaisesti		<input type="checkbox"/>	Asennustarkastukseen sidotut asiakirjat on toimitettu	
	<input type="checkbox"/>	Sovittuja standardeja ja ohjeita on noudatettu		<input type="checkbox"/>	Asennustyömaa on siivottu	
	<input type="checkbox"/>	Laitteet ja asennukset täyttävät viranomaismääräykset, lait ja asetukset		<input type="checkbox"/>	Vaatimuksenmukaisuusvakuutukset on annettu ja CE-merkinnät tehty	
	<input type="checkbox"/>	Sopimuksen mukaiset koestukset ja tarkastukset on tehty		<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	Laitteet ja asennukset ovat turvallisia käyttää ja helposti huollettavissa.		<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	Työsuojelu- sekä muut viranomais-tarkastukset on tehty tai niistä on sovittu		<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	Asennustarkastukseen sidottu koulutus on annettu		<input type="checkbox"/>	Mekaanisen koekäytön estäviä vikoja tai puutteita ei ole	
		Pvm., johon mennessä puutteet on korjattava			Pvm., jolloin mekaaninen koekäyttö aloitetaan	
2 LAATU TARKASTETTU	<input type="checkbox"/>	Laadunvalvontasuunnitelman mukaan		<input type="checkbox"/>	Silmämääräisesti	
	Muut tarkastustoimenpiteet					
3 LISÄTIEDOT						
4 TARKASTUK- SEN TULOKSET	<input type="checkbox"/>	Asennustarkastus Hyväksytty		<input type="checkbox"/>	Asennustarkastus Hylätty	
	<input type="checkbox"/>	Hyväksytty puuttein		Yksityiskohtainen puuteluettelo liitteenä		
5 UUSINTA- TARKASTUS	Pvm.	Klo	Paikka	<input type="checkbox"/> Uusintatarkastusta ei tehdä		
6 ALLEKIRJOI- TUKSET	Tilaaajan edustaja			Toimittajan edustaja		
	Nimi					
	Asema					
	Yhtiö					
	Tehdas, osasto tai projekti					

Liite 2. Valmetin suunnittelustandardit – tuoteturvallisuus



INSTRUCTION

Approved
02.08.2023

PAP0000029.09

Checked 02.08.2023
Unit PBL
Supersedes PAP0000029.08, 14.04.2021

Approved 02.08.2023
Valid 02.08.2023
References 02.08.2026

Product Safety Standards / Suunnittelustandardit- tuoteturvallisuus

Revision history

Rev.	Description	Author	Date
02	Standard list updated		02.08.2023
01	Document created		27.2.2013

Product safety, detailed instructions can be found on PAP Engineering Instructions data base (item 6).

The following table shows the most important EN- and EN ISO- product safety standards. In the table there are bolded the most important standards for designing.

Follow the link for instructions on searching the standards in our system.

Tuoteturvallisuuden yksityiskohtaiset ohjeet löytyvät PAP Engineering Instructions kannasta (kohta 6).

Seuraavassa taulukossa on kerrottu tuoteturvallisuuteen liittyvät tärkeimmät EN- ja EN ISO -standardit.

Taulukossa on lihavoitu suunnittelun kannalta tärkeimmät standardit.

Linkissä on ohje miten noita standardeja voi hakea järjestelmästäme.

Item	Standardi	Aihe
Human physical performance: 1. Terms and definitions	EN 1005-1+A1	Ihmisen fyysinen suorituskyky : 1. Termit ja määritelmät
2. Manual handling of machinery and component parts of machinery	EN 1005-2+A1	2. Koneen ja sen osien manuaalinen käsittely
3. Recommended force limits for machinery operation	EN 1005-3+A1	3. Koneen käytön suositellut voimarat
Prevention of unexpected start-up	EN ISO 14118	Odottamattoman käynnistyksen estäminen
General principles for design. Risk assessment and risk reduction.	EN ISO 12100	Yleiset suunnitteluperiaatteet, Riskin arviointi ja riskin pienentäminen
Interlocking devices associated with guards. Principles for design and selection,	EN ISO 14119	Suojusten kytkentä koneen toimintaan. Suunnittelu ja valinta.
General requirements for the design and construction of fixed and movable guards	EN ISO 14120	Kiinteiden ja avattavien suojusten suunnittelun ja rakenteen yleiset periaatteet
Safety-related parts of control		Turvallisuuteen liittyvät

systems		ohjausjärjestelmän osat
1. General principles for design	EN ISO 13849-1	1. Yleiset suunnitteluperiaatteet
2. Validation	EN ISO 13849-2	2. Kelpuus
Emergency stop. Principles for design	EN ISO 13850	Hätä-Seis- järjestelmät, Suunnitteluperiaatteet
Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs	EN ISO 13857:2019	Turvaetäisyydet ylä- ja alaraajojen ulottumisen suojaamiseksi vaaravyöhykkeillä
Evaluation of the emission of airborne hazardous substances		Päästöjen arviointi :
1. Selection of test methods	EN 1093-1	1. Testausmenetelmien valinta
11. Decontamination index	EN 1093-11+A1	11. Puhdistuvuusindeksi
Assessment and reduction of risks arising from radiation emitted by machinery		Koneen säteilypäästöjen riskin arviointi :
1. General principles	EN 12198-1+A1	1. Yleiset periaatteet
2. Radiation emission measurement procedure	EN 12198-2+A1	2. Mittausmenetelmät
3. Radiation by attenuation or screening	EN 12198-3+A1	3. Säteilyn vähentäminen
Vibration isolation of machines	EN 1299+A1	Koneiden värinäeristys
Fire prevention and protection	EN ISO 19353	Palontorjunta ja suojele
Guidance for the drafting of the noise clauses of safety standards	EN 1746	Melun huomioiminen ohjeistuksessa
Pressure sensitive protective devices		Kosketuksen tunnistukseen perustuvat turvalaitteet
1. Sensitive mats and pressure sensitive floors	EN ISO 13856-1	1. Tuntomatto ja tuntolattiat
2. Sensitive edges and pressure sensitive bars	EN ISO 13856-2	2. Tuntoreunat ja tuntolistat
3. Sensitive bumpers, plates, wires and similar devices	EN ISO 13856-3	3. Tuntopuskurit, tuntolevyt , - köydet
Integral lighting of machines	EN 1837+A1	Koneiden valaistus
Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body	EN ISO 13854:2017	Vähimmäisetäisyydet kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi
Auditory danger signals	EN ISO 7731	Kuuloon perustuvat vaarasignaalit
Human body measurements		Ihmisen mitat
1. Principles for determining the dimensions required for openings for whole body access into machinery	EN 547-1+A1	1. Koneiden kulkuaukkojen mittojen määrittämisperusteet
2. Principles for determining the dimensions required for access openings	EN 547-2+A1	2. Työskentelyaukkojen mittojen määrittämisperusteet
3. Anthropometric data	EN 547-3+A1	3. Antropometriset tiedot
Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces, Hotsurfaces	EN ISO 13732-1	Kosketettavissa olevien pintojen lämpötilat
Electrical equipment of machines, General requirements	EN 60204-1:2018	Koneiden sähkölaitteet Yleiset turvallisuusvaatimukset
Indication, marking and actuating		Merkinantaminen, merkitseminen, vaikuttaminen
1. Requirements for visual, auditory and tactile signals	EN 61310-1	1. Näköön , kuuloon ja tuntoon perustuvia signaaleja koskevat vaatimukset (turvakilvet)
2. Requirements for marking	EN 61310-2	2. Merkintää koskevat vaatimukset
3. Requirements for the location and operation of actuators	EN 61310-3	3. Vaatimukset ohjaimien sijoitukselle ja käytölle
Ergonomic design principles		Ergonomiset suunnitteluperiaatteet
1. Terminology and general principles	EN 614-1+A1	1. Terminologia ja yleiset vaatimukset

2. Interactions between the design of machinery and work tasks	EN 614-2+A1	2. Työtehtävien ja koneen suunnittelun väliset vuorovaikutukset
Reduction of risks to health from hazardous substances		Koneiden päästämät aineet
1. Specifications for machinery manufacturers	EN ISO 14123-1	1. Periaatteita ja spesifikaatioita
2. Verification procedures	EN ISO 14123-2	2. Todentaminen
Visual danger signals	EN 842+A1	Näköön perustuvat vaarasignaalit
Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators		Merkinantolaitteiden ja ohjaimien ergonomiset vaatimukset
1. General principles	EN 894-1+A1	1. Yleiset periaatteet
2. Displays	EN 894-2+A1	2. Merkinantolaitteet
3. Control actuators	EN 894-3+A1	3. Ohjaimet
System of auditory and visual danger and information signals	EN 981+A1	Kuuloon ja näköön perustuva merkinantosignaalien järjestelmä
Hydraulic fluid power. General rules and safety requirements for systems and their components	EN ISO 4413	Hydrauliikan turvallisuusvaatimukset
Pneumatic fluid power. General rules and safety requirements for systems and their components	EN ISO 4414	Pneumatiikan turvallisuusvaatimukset
The positioning of protective equipment in respect of approach speeds of parts of the human body	EN ISO 13855	Turvallisuuden sijoitus
Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment		Melun huomioiminen suunnittelussa
1. Planning	EN ISO 11688-1	1. Suunnitteluperusteet
2. Low-noise design	EN ISO 11688-2	2. Fysiikkaa
Safety requirements for the design and construction of paper making and finishing machines,		Paperi- ja paperin jälkikäsitteilykoneiden turvallisuusvaatimukset,
1. Common requirements		1. Yleiset vaatimukset
2. Barking drums	EN 1034-1	2. Kuorimarummut
3. Winders and slitters, plying machines	EN 1034-2+A1 EN 1034-3	3. Pituusleikkurit ja rullaimet
4. Pulpers and their loading facilities	EN 1034-4	4. Pulpperit ja niiden syöttölaitteet
5. Sheeters		5. Arkkikoneet
6. Calender	EN 1034-5+A1	6. Kalanterit
7. Chests	EN 1034-6+A1	7. Massasäiliöt
8. Refining plants	EN 1034-7+A1	8. Jalostuslaitokset
13. Machines for de-wiring bales and units	EN 1034-8 EN 1034-13+A1	13. Paalisidoksen poistokoneet
14. Reel splitter		14. Rullan halkaisin
16. Paper and Board making machines	EN 1034-14+A1 EN 1034-16	16. Paperi- ja Kartonkikoneet
17. Tissue making machines		17. Tissuepaperikoneet
21. Coating machines	EN 1034-17	21. Päällystyskoneet
22. Wood Grinders	EN 1034-21	22. Puuhiomakoneet
26. Roll packaging machines	EN 1034-22+A1	26. Rullanpakkaukoneet
27. Roll handling systems	EN 1034-26 EN 1034-27	27. Rullankäsittelylaitteet
Permanent means of access to machinery		Koneiden kiinteät kulkutiet
1. Choice of fixed means of access between two levels	EN ISO 14122-1	1. Kahden tason välisen kiinteän kulkutien valinta

2. Working platforms and walkways	EN ISO 14122-2	2. Työskentelytasot ja kulkutiet
3. Stairs, stepladders and guard-rails	EN ISO 14122-3	3. Portaat , porrastikkaat, ja suojakaiteet
4. Fixed ladders	EN ISO 14122-4	4. Kiinteät tikkaat

Distribution List none

Liite 3. Koelaitoksen yleinen riskienarviointimalli (uusi)

Arviointikohde ja pvm:					
Työn kuvaus (mitä tehdään):					
Yhteyshenkilöt (puh):					
TYÖTEHTÄVÄN VAAROJEN TUNNISTUS JA ARVIOINTI					
Tarkistettavat asiat	Vaaran arviointi (T=Tapahtuman todennäköisyys, S=Seurausten vakavuus, R=Riskin merkittävyys, riskiluokka)			Riskin pienentämistoimenpiteet	Vastuuhenkilö(t) ja toteutusaikataulu
	T	S	R		
Ennen töiden aloittamista - yleistä	T	S	R	Riskin pienentämistoimenpiteet	Vastuuhenkilö(t) ja toteutusaikataulu
Aikataulutus, työajat (esim. meluavien töiden ajoitus)					
Aluerajaus toteutettu					
Alueturvallisuus ja vartiointi (Kulkuluvat ulkopuolisille, Vierailijakäytänteet tarvittaessa)					
Biologiset altisteet (virukset ja bakteerit, esim. Covid19, influenssa, jne.)					
Hätätilannevalmius (toiminta hätätilanteessa ohjeistettu, EA-varustus ja EA- koulutus)					
Jätteiden käsittelysuunnitelma ja muut ympäristöasiat (ennaltavarautumissuunnitelma: mahdolliset kemikaalivuodot yms.)					
Kortit voimassa (työturvallisuus-, sähkötyöturvallisuus ja tulityökortti...)					
Lakisääteiset sosiaalililat osoitettu (sosiaalililat määritelty ulkopuolisille)					
Liikennejärjestelyt (kiertotiet, informointi, opasteet)					
Lupakäytänteet (luvanvaraisiin töihin työluva, esim. säiliöt ja nostosuunnitelma)					
Perehdytykset tehty (Local HSE induction ja General HSE induction) - Huom. voimassa 2v					
Perehdytys (riittävä perehdytys, pätevyys ja kokemus)					
Sähkötyöturvallisuussopimus (Jos toimittaja tarvitsee sähköä ennen kuin asennukset ovat valmiit, tehdään erillinen sähkötyöturvallisuussopimus, jotta työt voidaan toteuttaa turvallisesti.)					

Tiedonkulku (Aloituspalaveri, kaikki toimijat paikalla sekä palaveri ja tiedottamisen käytännöistä sopiminen)					
Tulipalo (Tulityölupa, sis. suojaukset, sammuttimet, jälkivartiointi jne.)					
Työ-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet (saatavilla, käyty läpi)					
Työkohde ja sen ympäristö (esim. pölyn, kosteuden ja melun hallinta, sekä tuotannon ja työkohteen yhteensovittaminen)					
Varastointi (missä säilytetään varusteet, tarvikkeet, osat jne.)					
Vastuuhenkilöt ja -alueet nimetty ja määritetty (esim. sähkötyöjohtaja nimetty projektia varten)					
Työolosuhteet:	T	S	R	Riskin pienentämistoimenpiteet	Vastuuhenkilö(t) ja toteutusaikataulu
Melu (melupiikit, taustamelu)					
Säteily (esim. ionisoiva-, ultraviolettisäteily (hitaus) sekä sähkö- ja magneettikentät)					
Tärinä (kehoon ja käsiin kohdistuva tärinä)					
Valaistus ja sen kohdennus (työvalaistus, häikäisy)					
Lämpöolot ja ilmanvaihto (vetoisuus, kylmä tai kuuma lämpötila tai pinta)					
Työympäristön altisteet ja niiltä suojautuminen (pölyt, kaasut, kemikaalit, itiöt)					
Kemikaalit ja vaaralliset aineet (merkinnät, säilytys, käyttöturvatiiedotteet ja henkilökohtaiset suojaimet)					
Varotoimenpiteet:	T	S	R	Riskin pienentämistoimenpiteet	Vastuuhenkilö(t) ja toteutusaikataulu
Henkilönostimet ovat käyttötarkoitukseen sopivia ja ovat kunnossa/tarkastettu					
HSE-ilmoitus havaituista vaaratilanteista ja turvallisuusriskeistä (Spotlight)					
Hätä-seis-painikkeiden kunto ja toiminta					
Kaasujen ja epäpuhtauksien mittaus ja seuranta (suljetut tilat, kemikaalit)					
Kuopat ja aukot suojattu tarpeen mukaan (esim. koneen nielut)					
Lock out / Tag out ja tarvittaessa irroitus sähköverkosta (häätäsulkukartat, kuka irroittaa sähköverkosta)					
Nosturit ovat käyttötarkoitukseen sopivia ja ovat kunnossa/tarkastettu					

Telineet ja tikkaat ovat käyttötarkoitukseen sopivia ja ovat kunnossa/tarkastettu					
Pelastussuunnitelma ja välineet (korkealla työskentely; putoamissuojainten varaan jääneen pelastaminen, suljetut tilat)					
Turvallinen liikkuminen työmaa-alueella (esim. portaat oikein asennettu)					
Työskentelyssä huomioon otettavat asiat:	T	S	R	Riskin pienentämistoimenpiteet	Vastuuhenkilö(t) ja toteutusaikataulu
5S huomioitu töiden aikana (vapaat pelastustiet ja kulkutiet, sekä yleinen siisteys)					
Henkilösuojaimet					
Huomioi työskentely vaara-alueilla (varmista, ettei henkilöitä ole vaara-alueilla)					
Kaatuvat esineet ja kappaleet					
Lentävät ja sinkoutuvat osat					
Liukastuminen ja kompastuminen					
Paineilmatyökalut ovat kunnossa, huomio tuplasilmäsuojaus!					
Pyörivät ja liikkuvat osat (leikkautuminen/puristuminen)					
Sähköturvallisuus (työhön soveltuvat hyvä kunnoinen työvälineet, sähkönkäytönjohtaja, sähkötyöluvat)					
Terävät kulmat suojattu/huomioitu					
Työergonomia työskentelyn aikana (mm. polvisuojat, pehmikematto, käsintehtävät nostot ja työskentelyasento)					
Työkalut ovat kunnossa ja käyttötarkoitukseen sopivia					
Putoamissuojainten käyttö ja kunto (valjaat, köydet, oikea kiinnityspiste yms.)					
Liikkuminen ja nostot:	T	S	R	Riskin pienentämistoimenpiteet	Vastuuhenkilö(t) ja toteutusaikataulu
Esteetön kulku siirroissa ja nostoissa					
Kommunikointi töiden aikana (esim. tarvitaanko radiopuhelimia)					
Käyttötarkoitukseen sopivat ja tarkastetut nosto(apu)välineet					
Liikkuvat osat lukittu siirron ajaksi					
Muu liikenne ja tavarankuljetus					
Nostimen kuormanäytön näkyvyys/seuranta					

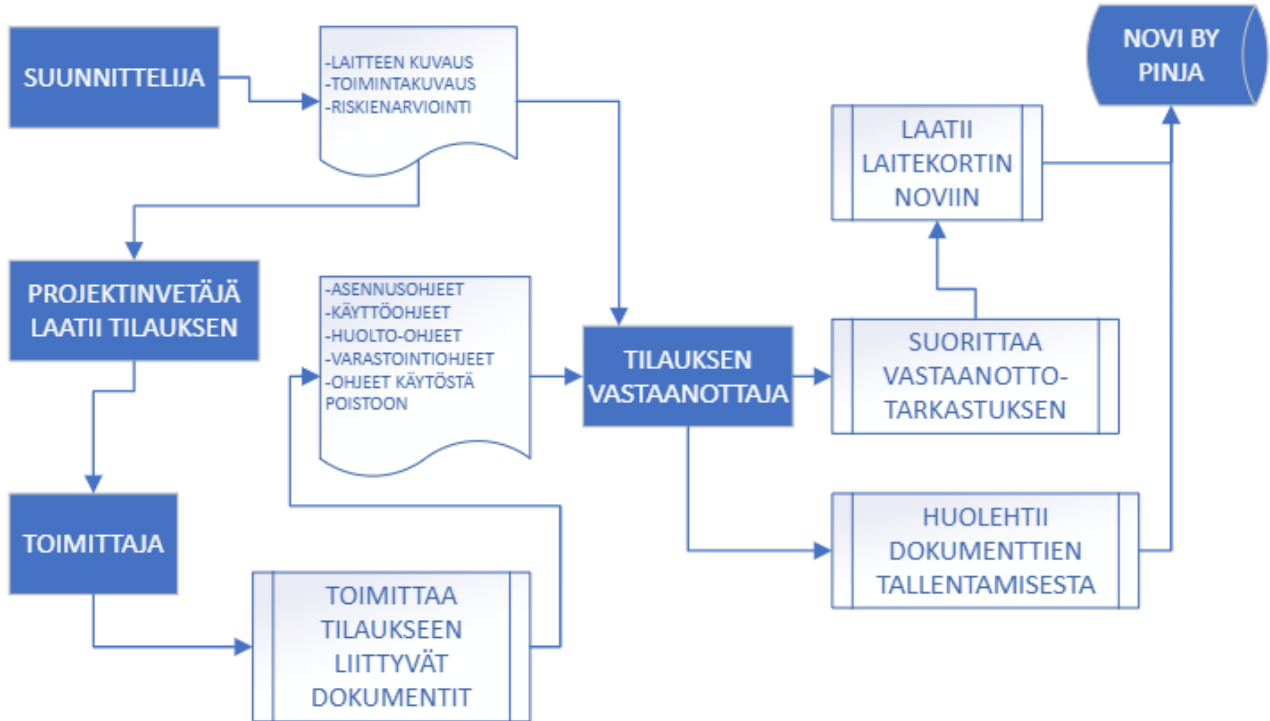
Oikea nostopiste (painopisteen hallinta, nostosuunnitelma)					
Tasoilla ei saa olla siirtämisen aikana henkilöitä tai putoavaa tavaraa					
Turvallinen ja esteetön työympäristö työskentelyn aikana (esim. jatkojohtojen, letkujen, työvälineiden ja -koneiden sijoitus)					
Työntekijän näkyvyys ja havaittavuus huoltotöiden aikana (kyltit, vilkkuvalot jne.)					
Työskentelyn jälkeen:	T	S	R	Riskin pienentämistoimenpiteet	Vastuuhenkilö(t) ja toteutusaikataulu
Käyttöönottotarkastus					
Vastaanottotarkastus					
Käyttäjäperehdytys (tarvittaessa)					
Sisteys ja puhtaus					
Merkinnot (konekilpi, CE-merkintä, laitteen paino)					
Muut asiat:	T	S	R	Riskin pienentämistoimenpiteet	Vastuuhenkilö(t) ja toteutusaikataulu
Paikka ja pvm:					
Tarkastaja (HSE-yhdyshenkilö tai valvoja):					
Tarkastajan puh.					
Hyväksytty/Hylätty					
Mahdollinen hylkäyksen syy					

Liite 4. Riskienarviointimatriisi liitteen 3 pohjaan

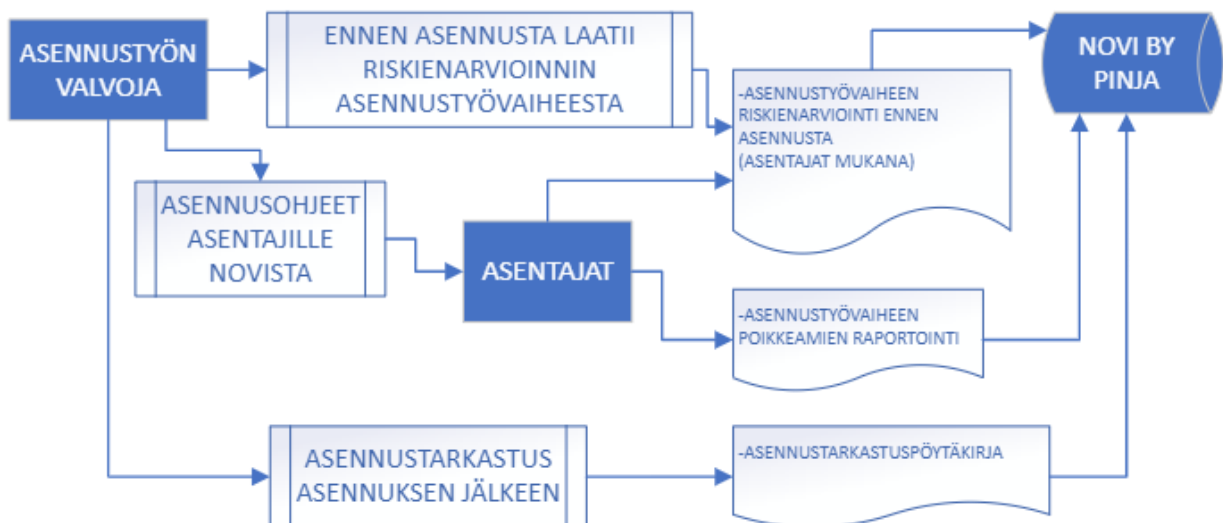
Riskimatriisi						
Ei-toivotun tapahtuman		Seurausten vakavuus, V				
Todennäköisyys, T	0. Ei kosketa	1. Vähäinen	2. Lievä	3. Huomattava	4. Vakava	5. Erittäin vakava
0. Ei kosketa	0 Ei kosketa					
1. Hyvin epätodennäköinen		1 Mitätön riski	2 Mitätön riski	3 Vähäinen riski	4 Vähäinen riski	5 Vähäinen riski
2. Epätodennäköinen		2 Mitätön riski	4 Vähäinen riski	6 Kohtalainen riski	8 Kohtalainen riski	10 Kohtalainen riski
3. Lievästi todennäköinen		3 Vähäinen riski	6 Kohtalainen riski	9 Kohtalainen riski	12 Merkittävä riski	15 Merkittävä riski
4. Melko todennäköinen		4 Vähäinen riski	8 Kohtalainen riski	12 Merkittävä riski	16 Merkittävä riski	20 Sietämätön riski
5. Hyvin todennäköinen		5 Vähäinen riski	10 Kohtalainen riski	15 Merkittävä riski	20 Sietämätön riski	25 Sietämätön riski
Riskin suuruuden arviointi						
		Määritelmä				
Tapahtuman todennäköisyys, T						
1. Hyvin epätodennäköinen		Vaaralle tai vaaratekijälle altistutaan harvemmin kuin kerran vuodessa.				
2. Epätodennäköinen		Vaaralle tai vaaratekijälle altistutaan muutamia kertoja vuodessa.				
3. Lievästi todennäköinen		Vaaralle tai vaaratekijälle altistutaan viikottain, vaaratilanteita on sattunut.				
4. Melko todennäköinen		Vaaralle tai vaaratekijälle altistutaan päivittäin, yksittäisiä tapaturmia on sattunut.				
5. Hyvin todennäköinen		Vaaralle tai vaaratekijälle altistutaan jatkuvasti, useita tapaturmia on sattunut.				
Seurausten vakavuus, V						
1. Vähäinen		FA, Ensiapu - lievä ja tilapäinen vaikutus terveyteen tai ympäristöön.				
2. Lievä		MT, Lääkinnällinen toimenpide - tilapäinen vaikutus terveyteen tai ympäristöön.				
3. Huomattava		LTI, 1 - 3 päivän sairauspoissaolo - lievä pitkäaikainen vaikutus terveyteen tai ympäristöön.				
4. Vakava		LT4, yli 3 päivän sairauspoissaolo - vakava pitkäaikainen vaikutus terveyteen tai ympäristöön, pysyvä vaikutus				
5. Erittäin vakava		Yli 30 päivän sairauspoissaolo, ammattitauti, vakava pysyvä vaikutus terveyteen tai ympäristöön, työkyvyttömyys,				
Riskin merkittävyyden arviointi						
Riskiluokka		Toimenpiteet				
1 - 2 Mitätön riski		Toimenpiteitä ei tarvita.				
3 - 5 Vähäinen riski		Erityisiä toimenpiteitä ei välttämättä tarvita. Tilannetta on seurattava, jotta riski pysyy hallinnassa.				
6 - 10 Kohtalainen riski		Riskiä on pienennettävä niin pieneksi kuin käytännössä mahdollista (ALARP = as low as reasonable practicable). Toimenpiteet on mitoitettava ja aikataulutettava. Tilannetta on seurattava, jotta riski pysyy hallinnassa. Mikäli riskiin liittyy erittäin haitallisia seurauksia, tarkempi lisäarviointi on tarpeen.				
11 - 19 Merkittävä riski		Riskin pienentäminen on välttämätöntä. Toimenpiteet on mitoitettava ja aikataulutettava mahdollisimman nopeasti, riskialtis toiminta on lopetettava hallitusti ja viivyttämättä eikä sitä saa jatkaa tai aloittaa, ennen kuin riskiä on pienennetty hyväksyttävälle tasolle.				
20 - 25 Sietämätön riski		Riskin pienentäminen on välttämätöntä. Toimenpiteet tulee aloittaa välittömästi. Riskialtis toiminta tulee keskeyttää eikä sitä saa aloittaa, ennen kuin riski on poistettu tai riskiä on pienennetty hyväksyttävälle tasolle.				

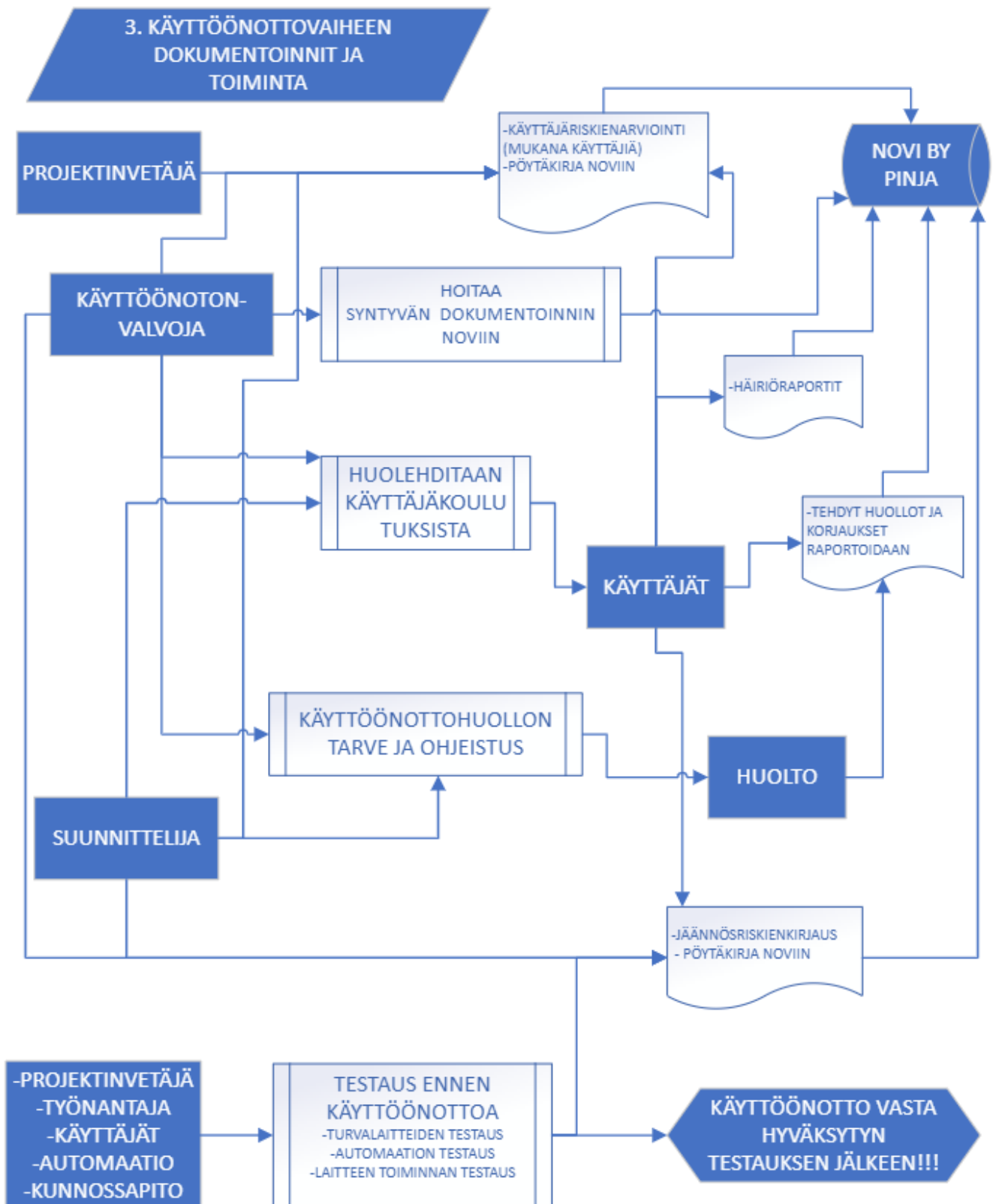
Liite 5. Vuokaavio koelaitoksen laitehallinnan toimintamallista

1. HANKINTAVAIHEEN DOKUMENTOINNIT

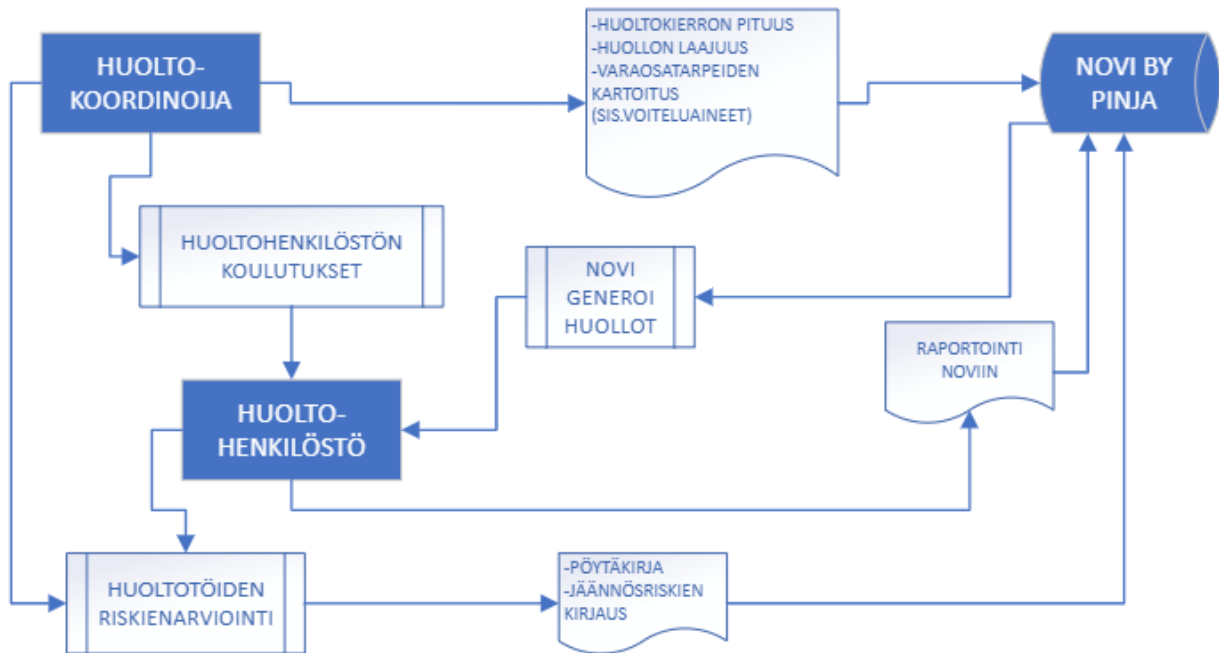


2. ASENNUSTYÖVAIHEEN DOKUMENTOINNIT

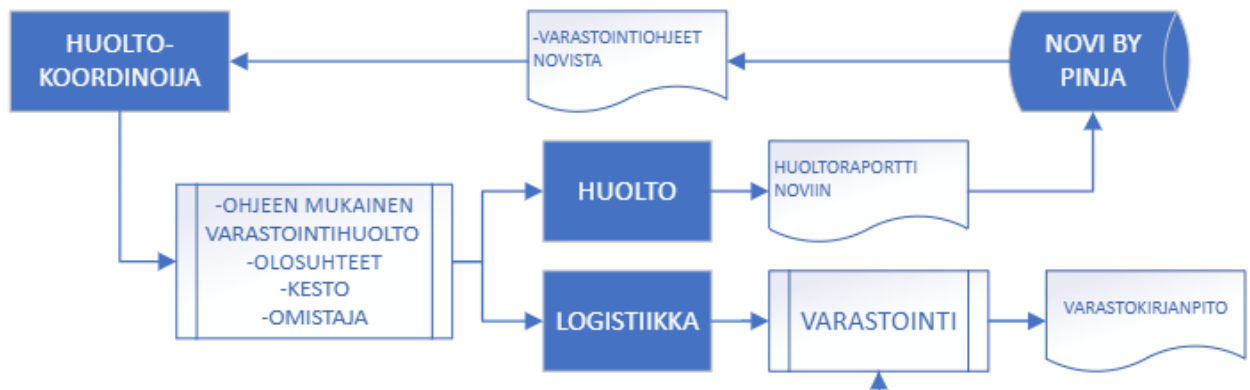




4. HUOLTOSUUNNITELMAN LAADINTA



5. VARASTOINTI



6. KÄYÖSTÄ POISTO (PYSYVÄ)

