

Ritjo Saukonoja

# Kunnossapidon valmistautuminen investoinnin käyttöönottoon

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinööriytyö

12.12.2016

Tekijä Otsikko	Ritjo Saukonoja Kunnossapidon valmistautuminen investoinnin käyttöönottoon
Sivumäärä Aika	34 sivua + 2 liitettä 12.12.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaajat	Kunnossapitopäällikkö Emmi Arimo, Neste Oyj Automaatiopäällikkö Marko Lehtinen, Neste Oyj Lehtori Jukka-Pekka Pirinen, Metropolia
<p>Insinööriyössä selvitettiin toimenpiteitä, joilla kunnossapito valmistautuu laitteen tai laitteiden käyttöönottoon ja kunnossapitoon. Tavoitteena oli laatia kunnossapidolle investointiprojekteihin työnkulkukaavio, josta selviää investointiprojektin aikana tehtävät kunnossapitovalmiutta parantavat toimenpiteet sekä ajankohta, jolloin toimenpide tulisi suorittaa. Insinööriyö tehtiin Neste Oyj:lle.</p> <p>Työssä käytetty materiaali koottiin haastatteleamalla kunnossapidon eri ammattialojen aluevastaavia ja työnjohtajia. Haastatteluissa esille nousseista valmistelevista toimenpiteistä koottiin työnkulkukaavio, jonka soveltumista kunnossapitotoimintaan testattiin kahdella erilaisella investointiprojektilla. Työnkulkukaavion testaaminen suoritettiin haastatteleamalla kunnossapidon edustajaa, joka oli osallistunut kyseiseen investointiprojektiin.</p> <p>Keskeisimmät kunnossapidon valmistelevat toimet liittyivät laitetietojen hallintaan kunnossapitojärjestelmässä, varaosien hankintaan, investointiprojektin eri suunnitelmien kommentointiin ja katselmointiin sekä kenttäkierroksiin. Näissä toimenpiteissä kunnossapidon huomio tuli keskittää laitteen tai laitteiden elinkaariajatteluun sekä kunnossapidettävyyteen.</p> <p>Neste Oyj:n kunnossapidon valmistautumisessa laitteiden kunnossapitoon oli havaittavissa suuria eroavaisuuksia eri kunnossapidon ammattialojen välillä. Osan kunnossapidon ammattialojen toiminta tähtäsi ennakoivaan kunnossapitoon, kun taas vastaavasti osalla ammattialoista toiminta painottui reagoivaan kunnossapitoon. Työnkulkukaavion käyttöönotto mahdollistaa parhaiden käytäntöjen kehittämisen kunnossapidon ammattialojen kesken sekä yhtenäistää eri ammattialojen toimintaa investointiprojekteihin liittyen.</p>	
Avainsanat	Kunnossapito, valmistautuminen kunnossapitoon, RCM

Author Title	Ritjo Saukonoja The Maintenance Department Preparation for Commissioning of Investment Project
Number of Pages Date	34 pages + 2 appendices 12 December 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Technology
Specialisation option	
Instructors	Emmi Arimo, Maintenance Manager, Neste Oyj Marko Lehtinen, Automation Manager, Neste Oyj Jukka-Pekka Pirinen, Senior Lecturer, Metropolia
<p>This study concerns measures with which maintenance is preparing the commissioning and the maintenance of a machine and equipment. The main goal was to create a workflow chart for use of the maintenance unit. The workflow chart shall represent measures which improve reliability of maintenance and a schedule for these measures. This study was commissioned by Neste.</p> <p>Background information for this thesis was gathered by interviewing regional managers and foremen from different areas of expertise in the maintenance unit of Neste Ltd. Preparatory measures which came up during the interviews were gathered to the workflow chart. Suitability of the workflow chart has been tested in two investment projects. The tests were executed by interviewing representatives from the maintenance unit, who had been working in the investment projects.</p> <p>The most essential preparatory measures of maintenance are related to device information management in computerized maintenance management system, procurement of spare parts, commenting and reviewing plans of investment projects and field inspections. In these listed measures the focus of maintenance shall be centered to equipment life-cycle and maintainability.</p> <p>In Neste Ltd there were major differences between maintenance unit departments in the maintenance's preparedness. The major finding was that some of the departments were proactive and others reactive in the scope of maintenance. The workflow chart enables to develop best practices and unify maintenance measure preparedness in investment projects between the maintenance departments.</p>	
Keywords	Maintenance, preparing for maintenance, RCM

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa	1
1.2	Tavoitteet	1
2	Investointiprojekti	2
3	Kunnossapito	4
3.1	Kunnossapidon määritelmä ja kunnossapitolajit	4
3.2	Vikaantuminen	6
3.2.1	Vikaantumisen vaiheet	6
3.2.2	Vikaantumismallit	7
3.3	Kunnossapitomallit	10
4	RCM, luotettavuuskeskeinen kunnossapito	11
4.1	Toimintojen ja vikojen mallinnus	11
4.1.1	Prosessilaitteiden toimintojen määrittäminen	12
4.1.2	Toimintahäiriön määrittäminen	12
4.1.3	Vikojen määrittäminen	13
4.1.4	Toimintahäiriön vaikutukset	13
4.1.5	Toimintahäiriön seuraukset	14
4.2	Kunnossapitomenetelmän valitseminen	14
4.2.1	Proaktiiviset toimenpiteet	15
4.2.2	Vaihtoehtoiset toimenpiteet	16
5	Insinööriyön toteutus	17
6	Haastattelujen havainnot	18
6.1	Kunnossapidon suhtautuminen kunnossapitovalmiutta parantaviin toimiin	18
6.2	Kunnossapidon valmistelevat toimet investointiprojektin aikana	19
6.2.1	Laitetietojen hallinta M+-kunnossapitojärjestelmässä	19
6.2.2	Laitetietojen vienti M+-kunnossapitojärjestelmään	19
6.2.3	Teknisten dokumenttien hallinta	20
6.2.4	Varaosien hankinta	21

6.2.5	Investointiprojektin kommentointi	22
6.2.6	Kenttäkierrokset	22
6.2.7	Koulutusten järjestäminen	23
6.2.8	Kunnossapidon osallistuminen investointiprojekteihin	24
6.3	Kunnossapidon suunnittelu	25
6.3.1	Kriittisyysluokittelu	26
6.3.2	Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)	27
6.3.3	Ennakkohuolto	27
6.3.4	Laitteiden kunnossapitovastuun määrittäminen	28
7	Kunnossapidon työkulkukaavio investointiprojekteihin	29
8	Työkulkukaavion auditointi	30
8.1	Soihutokaasujen talteenoton pumpun uusinta	30
8.2	Asfalteenin poistoyksikkö	30
8.3	Auditoinnin havainnot	32
9	Yhteenveto	33
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelupohja	
	Liite 2. Kunnossapidon työkulkukaavio investointiprojekteihin	

## Lyhenteet

EH	Ennakkohuolto. Ehkäisevän kunnossapidon muoto, jossa vikaantuminen pyritään estämään ennakoituilla huolloilla.
KNL	Tuotannon kokonaistehokkuus. Mittari, joka arvioi kunnossapidon tehokkuutta.
PSK	Prosessiteollisuuden standardoimiskeskus. Valmistelee kansainvälisistä kehysstandardeista kansallisia standardeja.
PF	Potential to Failure. Kuvaa laitteen vikaantumista oireilevasta viasta toiminta häiriöön.
RCM	Reliability Centered Maintenance. RCM on luotettavuus keskeinen kunnossapitomalli.
RTF	Run to Failure. Kunnossapidon käsite, jonka mukaan laitetta ajetaan käynnistyksestä vikaantumiseen ilman ehkäisevää kunnossapitoa.
SFS	Suomen standardisoimisliitto. Valmistelee kansainvälisistä kehysstandardeista kansallisia standardeja.
SPF	SmartPlant Foundation. SPF on dokumenttienhallintajärjestelmä.
VVA	Vika- ja vaikutusanalyysi. VVA on analyysi, jossa pohditaan vikaantumisen vaikutusta tuotteen laatuun, tuotantoon, turvallisuuteen ja ympäristöön.

# 1 Johdanto

## 1.1 Taustaa

Investointiprojektit painottuvat tulevan laitoksen tai laitteen mekaanisen valmiuden tuottamiseen. Tyypillisesti Neste Oyj:n kunnossapitoyksikkö (jatkossa kunnossapito) osallistuu investointiprojektin osallistuvan suunnittelun ryhmään, jonka ohjaamana kunnossapidon toimet painottuvat investointiprojektin tavoitteen mukaisesti laitoksen tai laitteen mekaanisen valmiuden tuottamiseen. Kunnossapidon tulisi investointiprojektin aikana tehdä samanaikaisesti myös valmisteluja, jotka tukevat kunnossapitoa laitoksen tai laitteen käyttöönoton jälkeen. Kunnossapitoa tukevassa organisaatiossa on koettu tarpeelliseksi kiinnittää lisää huomiota kunnossapitovalmiuteen jo heti investoinnin käyttöönoton jälkeen. Tästä syystä on päätetty tehdä insinööriyö aiheesta kunnossapidon valmistautuminen investoinnin käyttöönottoon.

Insinööriyö lähtee liikkeelle kuvaamalla investointiprojektin vaiheet ja kartoittamalla kunnossapidon teoriaa. Näin hahmottuvat lähtökohdat investointiprojekteista ja kunnossapidosta, joiden varaan insinööriyön toteutus ja päätelmät pohjautuvat. Insinööriyön aikana syntyvät dokumentit on tarkoitus saattaa kunnossapidon eri organisaatioiden tietoisuuteen tukemaan investointiprojektin aikana tehtäviä valmisteluja.

## 1.2 Tavoitteet

Insinööriyön tavoitteena on selvittää, mitä valmistelevia toimia tulee tehdä investointiprojektin aikana, jotta käyttöönottovaiheen jälkeen kunnossapito olisi mahdollisimman valmis laitoksen tai laitteen kunnossapitoon. Lisäksi selvitetään, missä vaiheessa investointiprojektia nämä valmistelut tulee tehdä ja kenen vastuulle tekeminen kuuluu. Tavoitteena on kytkeä tekemiset investointien työkulkukaavioihin ja tehdä kunnossapidolle vastaava työkulkukaavio investointiprojekteihin liittyen. Hyvän lopputuloksen ja mahdollisimman suuren hyödyn varmistamiseksi tarkoitus on kerätä mahdollisimman paljon tietoa ja aineistoa kunnossapidon valmistautumisesta investoinnin käyttöönottoon.

## 2 Investointiprojekti

Investointiprojektia edeltää aina idea tai ongelma. Investointiprojekti toteutetaan ratkaisuna idealle tai korjaavana toimenpiteenä ongelmaan. Investointiprojektin taustalla voi olla taloudellinen, strateginen tai kunnossapidollinen tahtotila. Investointiprojektin kulkua on kuvattu Nesteen Project Handbook -dokumentin avulla. Project Handbook -dokumentissa investointiprojekti on jaettu viiteen vaiheeseen. Dokumentissa jokaiselle vaiheelle on määritetty tavoitteet ja toimenpiteet sekä tahot, jotka suorittavat toimenpiteet. [1.] Investointiprojektin vaiheet ovat

- esiselvitys
- toteutettavuusselvitys
- projektin määrittely (suunnittelussa käytetään termiä perussuunnittelu)
- projektin toteutus
- lopputuloksen arviointi.

Esiselvitysvaiheen lähtökohtana on selvittää, onko investointiprojekti strategisesti, taloudellisesti tai teknisesti toteuttamiskelpoinen. Strategisen tarkastelun tavoitteena on selvittää investointiprojektin tuomat mahdollisuudet, kuten uuden tuotteen saaminen markkinoille, tuotantovolyymien kasvu tai uuden syöttölaadun käyttäminen. Tekninen lähestyminen kartoittaa eri tekniset lähestymistavat, joilla investointiprojekti olisi mahdollista toteuttaa. Teknisistä ratkaisuista laaditaan karkea kustannuslaskelma, jonka perusteella investointiprojektin kannattavuutta voidaan arvioida. Kustannuslaskelman marginaali on 40 % investointiprojektin kokonaiskustannuksista. Saatujen esiselvitysten perusteella arvioidaan, onko esiselvityksiä kannattavaa jatkokehittää. Esiselvitysvaiheen tekninen dokumentointi sisältää prosessikuvaukset, jotka sisältävät virtauskaaviot ja mahdollisten lisenssituotteiden arvioinnit. Teknisessä dokumentaatiossa on määritetty suunnittelun pohjatietona käytettävät tiedot syötöstä, kapasiteetista, mahdollisista kahdennusvaatimuksista, huollon käyttökatkoksista, tuotteista, sivutuotteista, käyttöhyödykkeistä jne.

Toteutettavuusselvityksen tavoitteena on selvittää esiselvitysvaiheen teknisistä lähestymistavoista kannattavin. Tarkasteluun voidaan ottaa muutama eri tekninen toteutustapa, joista valitaan kannattavin vaihtoehto. Toteutettavuusselvityksen tarkentuessa kustannusarvion marginaali parantuu 25 %:iin investointiprojektin kokonaiskustannuksista.



Tässä projektin vaiheessa tulee viimeistään olla varmuus investointiprojektin kannattavuudesta. Valitusta teknisestä toteutustavasta on tarkoitus tuottaa suunnittelun lähtötiedot perussuunnittelua varten.

Projektin määrittelyvaiheessa viimeistellään investointiprojektin tavoitteet ja laajuus. Prosessin lähtötietojen perusteella suoritetaan perussuunnittelu prosessille ja toteutukselle. Perussuunnittelussa syntyy huomattava määrä teknisiä dokumentteja, jotka määrittävät toteutettavan projektin. Esimerkkejä perussuunnittelussa tuotettavista dokumenteista on laitelista ja prosessin suunnittelun lähtötiedot, joiden perusteella projektin toteutusvaiheessa laaditaan esimerkiksi hankintamäärittelyt laitteille. Perussuunnitteluvaiheessa arvioidaan ja valitaan projektin suoritustapa. Tässä vaiheessa laaditaan yksityiskohtainen aikataulu ja kustannusarvio projektin suoritusvaiheesta. Määrittelyvaiheessa tilaaja katselmoi alustavat projektisuunnitelmat. Katselmoinnissa tilaaja tarkastaa investointiprojektin tavoitteiden ja lähtökohtien vastaavan tilaajan näkemystä. Tilaajan näkökulmasta on erittäin tärkeää kommentoida perussuunnittelun luonnoksia, jotta saavutetaan haluttu lopputulos. Perussuunnitteluvaiheessa kustannusarvion marginaali on tarkentunut 15 %:iin investointiprojektin kokonaiskustannuksista. Tässä vaiheessa muodostetaan projektiorganisaatio projektin suoritusvaiheeseen.

Projektin toteutusvaiheessa suoritetaan investointiprojektin toteutus. Eri prosessikokonaisuuksia koskevat suunnittelut, laitehankinnat, asennukset ja testaukset suoritetaan tässä investointiprojektin vaiheessa. Toteutusvaiheen voidaan ajatella koostuvan toteutussuunnittelusta, hankinnasta, rakennusvaiheesta sekä valmisteleavasta käyttöönotosta. Toteutussuunnittelussa laaditaan tarkemmat suunnitelmat prosessille, kuten putkistolle ja laitteiden sijoittelulle, suunnittelun lähtötietojen pohjalta. Lisäksi toteutussuunnittelussa laaditaan hankintamäärittely investointiprojektissa toteutettaville laitteille. Automaation näkökulmasta toteutussuunnittelu tarkoittaa säätö- ja logiikkakaavioiden laatimista. Hankintavaiheessa suoritetaan hankintaneuvottelut laite- ja järjestelmätoimittajien kanssa. Laite- ja järjestelmätoimittajat laskevat tarjoukset laitteille tai järjestelmille. Suunnittelijat arvioivat saadut tarjoukset tekniseltä ja taloudelliselta kantilta. Tyypillisesti tilaaja osallistuu laitetoimittajan tarjouksien arviointiin. Laitetoimittajien valitsemisen jälkeen ja kun vaadittavat hankintasopimukset ovat saatu päätökseen, siirrytään rakennusvaiheeseen.

Rakennusvaiheessa laitetoimittajat toimittavat sovitut laitteet. Rakennusvaiheessa suoritetaan laitetoimitusten lisäksi kaikki putkistoon, laitteisiin, sähköön ja automaatioon liittyvät asennukset. Laitetoimitukset voivat sisältää tehdas- ja laitostestauksia, joihin tyyppillisesti osallistuu suunnittelutoimiston ja tilaajan edustaja. Esimerkiksi automaatiojärjestelmän toimittaja suorittaa järjestelmälle kokoonpanon, järjestelmän konfiguroinnin ja sovellussuunnittelun. Tämän jälkeen automaatiojärjestelmä ja -sovellus tehdastetaan. Mikäli automaatiojärjestelmä läpäisee tehdastestin, siirretään järjestelmä jalostamolle ja suoritetaan kenttälaitteiden kytkennät ja muut liitynnät automaatiojärjestelmään. Toteutusvaiheen loppupuolella suoritetaan valmisteleva käyttöönotto, jossa varmistetaan laitteen tai laitoksen olevan suunnitelmien mukaisessa mekaanisessa valmiudessa. Toteutusvaihe sisältää laitteen tai laitoksen käyttöönotto- ja käynnistysvaiheen. Nämä vaiheet ovat kunnossapidon kannalta merkittäviä, koska laitteen tai laitoksen kunnossapitovastuu siirtyy näiden vaiheiden aikana investointiprojektilta kunnossapidolle.

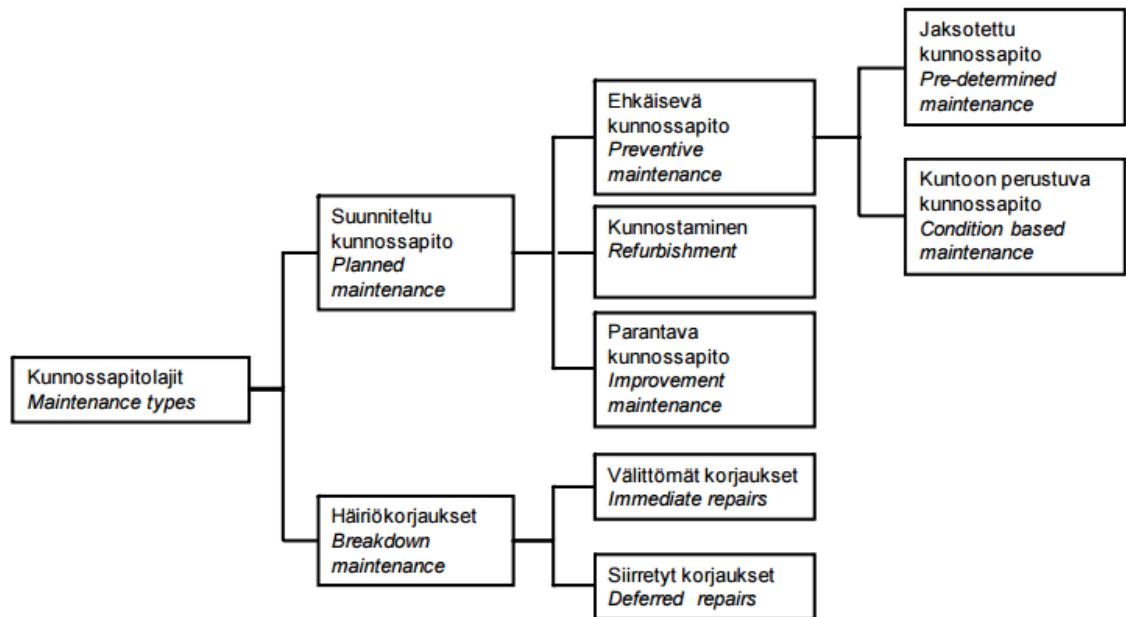
### **3 Kunnossapito**

#### **3.1 Kunnossapidon määritelmä ja kunnossapitolajit**

PSK 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. [2.]

Määritelmän mukaan kunnossapito pyrkii ylläpitämään laitteiden ja koneiden kuntoa, sekä mahdollisissa vikaantumisissa korjaamaan laitteen tai koneen toimintakuntoon. Toimet, joilla kunnossapito ylläpitää laitoksen kuntoa, voidaan jakaa erilaisiin kunnossapitolajeihin. PSK 6201 -standardissa kunnossapitolajit (kuva 1) on toiminnan suunnitelmallisuuden mukaan lajiteltu kahteen osaan, suunniteltuun kunnossapitoon sekä häiriöiden korjaukseen. Suunniteltu kunnossapito on kunnossapidon lähtökohta. Se sisältää ehkäisevän kunnossapidon, kunnostamisen ja parantavan kunnossapidon. Häiriökorjaus keskittyy vikaantuneen laitteen korjaamiseen.



Kuva 1. Kunnossapitolajit PSK 6201 -standardin mukaan. [2.]

Ehkäisevän kunnossapidon tarkoituksena on ylläpitää laitteiden toimintakuntoa. Alkavat viat pyritään havaitsemaan ennen kuin laitteen vikaantuminen tapahtuu. Alkava vika voidaan havaita esimerkiksi laitteen heikentyneestä suorituskyvystä. Jaksotettu kunnossapito kuuluu ehkäisevään kunnossapitoon. Jaksotetussa kunnossapidossa laite huolletaan suunnitellun välin mukaisesti. Suunniteltu huoltoväli voi määräytyä laitteen käyttö-tuntien, tuotantomäärän tai muiden yksiköiden huoltovälin mukaan. Jaksotettu kunnossapito tunnetaan yrityksissä erilaisina ennakkohuolto (EH) -ohjelmina. Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa laitteen kuntoa arvioidaan tarkastustoiminnalla tai kunnonvalvontalaitteilla. Kunnossapidettävän laitteen huoltotarve määräytyy kunnonvalvonnassa esiin tulleiden seikkojen, kuten laakereiden lämpötilan nousun tai värinän lisääntymisen mukaan.

Kunnostaminen tarkoittaa vaurioituneen osan korjaamista. Tyypillisesti kunnostustyö tehdään korjaamalla. Huomioitavaa on, että kunnostaminen ei ole vian ja mahdollisen tuotantohäiriön korjaamista, vaan kunnostaminen tehdään käytöstä poistuneelle laitteelle.

Parantavassa kunnossapidossa laitteen ominaisuuksia, kuten luotettavuutta tai suorituskykyä, parannetaan. Tarkoituksena ei ole muuttaa laitteen toimintoa, vaan poistaa mahdollisia suunnitteluvirheitä, joiden seurauksena laitteen käyntijaksot tai muu ominaisuus

ei ole toivotulla tasolla. [2.] Esimerkki laitteen ominaisuuksien parantamisesta on Porvoon jalostamolla erään istukkaventtiilin keraamisten sisärakenteiden materiaalin vaihtaminen erikoismetalliseokseen. Syy materiaalin vaihtoon johtui vääristä suunnittelun lähtötiedoista. Putkessa virtaavan aineen koostumus poikkesi suunnittelun lähtötiedoista, ja alun perin suunniteltu istukkaventtiilin sisämateriaali ei kestänyt kyseisellä putkisto-osuudella.

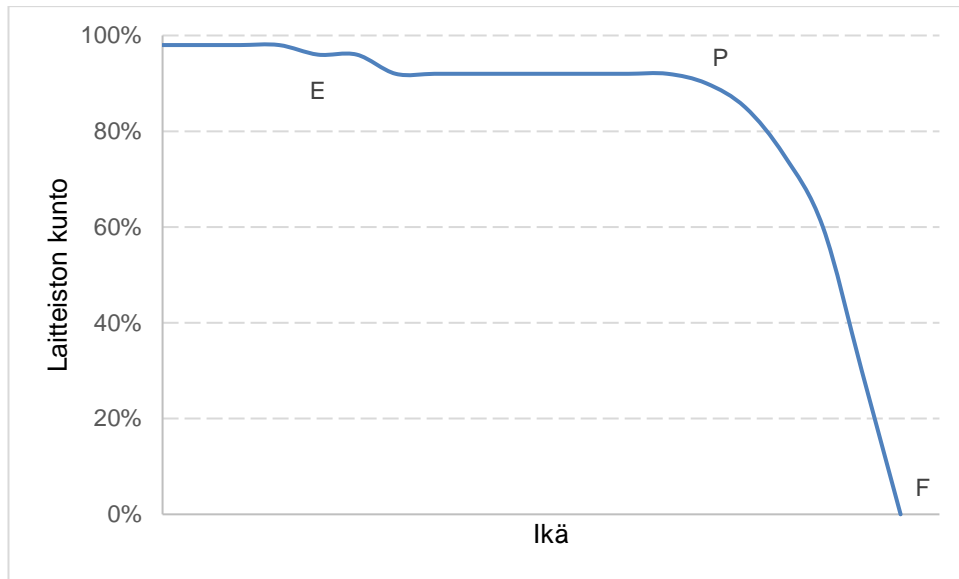
Häiriökorjauksen tarkoitus on saattaa vikaantunut laite takaisin toimintakuntoon. Häiriökorjaus on jaettu välittömään ja siirrettyyn häiriökorjaukseen. Välittömässä häiriökorjauksessa vika pyritään korjaamaan heti ja tavoitteena on saada vikaantunut laite mahdollisimman nopeasti takaisin tuotantoon. Siirretystä häiriön korjauksesta puhutaan silloin, kun vian korjausta ei tuotannollisista tai muista syistä voida aloittaa heti. [2.]

Vian syyn selvittämisestä ei ole PSK-standardeissa mainintaa. Tämä mielletään kuitenkin tärkeäksi osaksi kunnossapitoa. Kunnossapitoa ja laitteen huoltosuunnitelmaa voidaan kehittää, kun selvitetään vian syy sekä vikamuoto. Näin laitteen toimintavarmuus paranee ja tuotanto tehostuu. Vian syyn selvittämiseen voidaan käyttää erilaisia vika-analyyseja, kuten juurisyy-analyysiä. [3.]

## 3.2 Vikaantuminen

### 3.2.1 Vikaantumisen vaiheet

Laitteiden ja koneiden vikaantumisen eri vaiheita voidaan kuvata Potential to Failure (PF) -käyrän avulla. Tämän voisi suomentaa oireilevasta viasta rikkoutumiseen. PF-käyrän P-piste kuvaa hetkeä, jolloin vikaantuminen on havaittavissa. Käyrän F-piste kuvaa vastaavasti hetkeä, jolloin laite vikaantuu ja sen toiminnot loppuvat. Esimerkkinä käytetystä PF-käyrästä on havaittavissa eri vikatyyppisiä, kuten piilevä ja oireileva vika. PF-käyrästä voidaan myös havaita yhteys käytön ja laitteen tai koneen toimintaolosuhteiden vaikutuksista vikaantumiseen.



Kuva 2. Tyypillinen PF-käyrä. [4.]

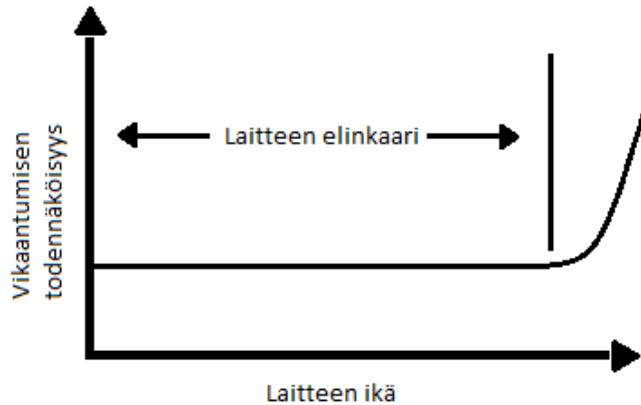
PF-käyrän pisteessä E laitteen toimintakunto laskee ja muodostuu piileviä vikoja. Piileviä vikoja ei suoranaisesti havaita ilman perusteellista tutkimusta, mutta viat vaikuttavat laitteen toimintaan. Pisteessä E piilevän vian syntyminen voi johtua hetkellisestä ylikuormituksesta tai toimintaympäristön muutoksesta, kuten hetkellisestä prosessin lämpötilan noususta. Syy ylikuormitukseen tai olosuhteiden muutokseen voi johtua käyttökäytännön tekemästä virheestä, jonka syyt vaihtelevat inhimillisestä virheestä tahalliseen ylikuormittamiseen. Joissain tapauksissa piilevä vika muodostuu laitteen tai koneen osien normaalista väsymisestä. [3, s. 70 - 74.]

PF-käyrän pisteessä P vika on kehittynyt oireilevaksi viaksi, jolloin laitteen toimintakunto alkaa huonontua selvästi. Oireilevat viat saattavat ilmetä laakereiden lämpötilan nousuna, tärinän lisääntymisenä tai mittalaitteilla mittauksen ryömimisenä ja niin edelleen. Ideaali tilanteessa oireileva vika havaitaan pisteessä P läheisyydessä, jolloin kunnossapitotoimet keretään suunnitella ja toteuttaa ennen pistettä F. Oireilevan vian kehittymisnopeus riippuu vian syntymekanismista ja saattaa vaihdella vuosista sekunnin murto-osiin. [3, s. 75.]

### 3.2.2 Vikaantumismallit






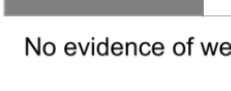
Luvussa 3.2.1 vikaantumisen vaiheet käytiin läpi perinteisen vikaantumismallin mukaan, jossa vikaantumisen todennäköisyys on laitteen tai koneen elinkaaren ajan lähes vakio.

Laitteen tai koneen saavuttaessa elinkaaren pään vikaantumisen todennäköisyys kasvaa huomattavasti. Ehkäisevän kunnossapidon menetelmät sopivat tämän vikaantumismallin laitteille ja koneille. Jaksotettu kunnossapito tulee ajoittaa laitteen tai sen osan elinkaaren loppuun, jolloin laitteen toimintakunto saatetaan alkuperäiseen tilaan ja laitteen elinkaari jatkuu. [5, s. 227 - 228.]



Kuva 3. Perinteinen vikaantumismalli. [3.]

Perinteisen vikaantumismallin käyttö yksistään on ongelmallista. Amerikkalaiset Nolan ja Heap havaitsivat vikaantumistutkimuksissa, että vikaantumismalleja on kuusi. He johdivat vikaantumismallit siviili-ilmailun ja USA:n laivaston vikahistoriatietojen pohjalta. [3, s. 77.] Yleinen ajatus on, että nämä kuusi vikaantumismallia vastaavat teollisuudessa esiintyvää vikaantumista tai ainakin vikaantumismalleja ja niiden jakaumaa voidaan pitää suuntaa antavana teollisuudessa. Vikaantumismallien perusteella laitteista ja koneista vain 2 - 17 % vikaantuu perinteisen vikaantumismallin mukaisesti. Ympäristössä, jossa laitteista ja koneista 17 % vikaantuu perinteisen mallin mukaisesti, vaikuttaa vahvasti ympäristön olosuhteet ja vikojen juuri syy on korroosiossa. Tällaisella vikaantumisella on nähtävissä selkeä yhteys aikaan. [5, s. 227 - 234.]

The six conditional failure probability patterns		UAL 1978	Broberg 1973	MSDP Studies 1983
	<b>A.</b>	4%	3%	3%
	<b>B.</b>	2%	1%	17%
	<b>C.</b>	5%	4%	3%
Evidence of wearout		11%	8%	23%
	<b>D.</b>	7%	11%	6%
	<b>E.</b>	14%	15%	42%
	<b>F.</b>	68%	66%	29%
No evidence of wearout		88%	92%	77%

Kuva 4. Nolanin ja Heapin vikaantumismallit. [3.]

Vikaantumismalleista A - C ovat ajasta sidonnaisia. Näiden osuus vikaantumisesta on 11 - 23 %. Lopuissa kolmessa (D - F) vikaantumismallissa vikaantuminen on satunnaista. Satunnaisen vikaantumisen osuus on 77 - 89 % vikaantumisista. Tämä tulee huomioida kunnossapitomallia laadittaessa. Tehokastapa hallita satunnaista vikaantumista on kriittisten laitteiden kunnonvalvonta ja jaksotettu kunnossapito ei-kriittisille laitteille. [5, s. 233.]

Vikaantumismallien mukaan 29 - 68 %:lla laitteista ja koneista esiintyy elinkaaren alussa vikaantumisia. Tyypillisesti tämä tarkoittaa laitteen vikaantumista 30 - 90 päivän kuluessa käynnistyksestä. Hyvä tapa välttää lastentauteja on panostaa ehkäisevään kunnossapitoon. Tosin paras tapa vaikuttaa laitteiden ja koneiden elinkaaren alkupään vikaantumiseen on suorittaa hyvin investoinnin aikaiset toimenpiteet, kuten suunnittelu, hankinta, asennus ja käyttöönotto. Huomiota tulee kiinnittää myös heti käynnistyksen jälkeen laitteiden ja koneiden hyvään ja tehokkaaseen operointiin. [5, s. 232 - 233.] Kunnossapito-organisaation on hyvä valmistautua laitteiden ja koneiden käyttöönottoon ja kunnossapitoon heti käynnistyksen jälkeen.

### 3.3 Kunnossapitomallit

Kunnossapidon tavoitteena on hyvä käyttövarmuus, kunnossapidettävyyys ja tehokkaan tuotannon varmistaminen [2]. Nämä tavoitteet saavuttaessaan tuotantolaitos saavuttaa hyvän käyttöasteen, ja tämä on peruslähtökohta kannattavalle yritystoiminnalle. Näihin tavoitteisiin päästäkseen kunnossapito-organisaatio tarvitsee kunnossapitostrategian, kunnossapitomallin.

Perinteinen kunnossapito koostuu pääsääntöisesti huollosta ja vikojen korjaamisesta. Laitteiden ja koneiden annetaan käydä, kunnes ne vikaantuvat. Vikaantumisen jälkeen laite korjataan tai vaihdetaan uuteen ja sama kierto toistuu. Englannin kielessä tällaista kutsutaan Run To Failure (RTF) -toimintamalliksi. Tämä kunnossapitomalli toimii hyvin laitteille, joiden häiriötila tai rikkoutuminen ei aiheuta suuria tuotannonmenetyksiä, tai laitteen toiminta ei vaikuta muiden laitteiden toimintaan.

Prosessiteollisuudessa, kuten öljynjalostuksessa, tällaista toimintamallia ei voida kunnossapidossa käyttää sellaisenaan. Yksittäisen laitteen vikaantumisella voi olla todella suuret taloudelliset, turvallisuuteen ja ympäristöön vaikuttavat seuraukset. Öljynjalostamon eri yksiköillä on suuri integraatioaste, jolloin yksittäisen yksikön vikaantuminen ja alasajo voi johtaa tuotantolinjan tai koko jalostamon alasajoon. Tällaisesta suunnittelemattomasta toiminnosta seuraisi huomattavat tuotannolliset tappiot. Jalostamalla käytetään haitallisia, myrkyllisiä ja erittäin myrkyllisiä aineita, jotka laitevian seurauksena vapautuessaan ympäristöön aiheuttavat huomattavan vaaran ihmisille ja ympäristölle. Näistä syistä johtuen kunnossapitomallin on pystyttävä ennaltaehkäisemään kriittisten laitteiden vikaantuminen tai ainakin saattamaan vian vaikutukset ja todennäköisyys yleisesti hyväksyttävälle tasolle. Luvussa 4 on esitelty nykyaikainen kunnossapitomalli, luottavuuskeskeinen kunnossapito, jonka avulla kunnossapidon tehokkuutta voidaan parantaa ja vikaantumisen todennäköisyyttä laskea.



## 4 RCM, luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, eli Reliability Centered Maintenance (RCM), on kunnossapitomalli, jolla luodaan tuotantolaitoksen laitteille ja koneille kunnossapito-ohjelma. Jokaiselle laitteelle määritetään sopivin kunnossapitomenetelmä. Mikäli laitteen toiminta säilyy vikaantumisesta huolimatta, soveltuu RTF-malli laitteen kunnossapitoon. Jos laitteen vikaantuminen aiheuttaa huomattavia tuotannon menetyksiä tai vikaantuminen aiheuttaa vaaraa ihmisille tai ympäristölle, on laitteen kunnossapidossa sovellettava ehkäisevää kunnossapitoa. Prosessin kannalta kriittiset laitteet voidaan joutua kahdentamaan, jotta laitteiden vikasietoisuus saadaan riittävälle tasolla. [3.]

RCM-mallin lähtökohtana on luokitella prosessin laitteet. Tällöin kunnossapidon resurssit kohdistetaan laitteille, jotka tarvitsevat eniten kunnossapitoa. Luokittelun perusteena voidaan käyttää kustannuksia, turvallisuutta, ympäristöä tai lopputuotteen laatua. Tavoitteena on selvittää laitteiden vikaantumismekanismit. Tämän avulla on mahdollista soveltaa oikeanlaista kunnossapitomenetelmää jokaiselle laitteelle. RCM-mallissa on todettu, ettei kaikelta vikaantumiselta voida välttyä tai kaikille laitteille ei löydy tehokasta ehkäisevää kunnossapitomenetelmää. Tällaiselle laitteelle tulee laatia toimintaohjeet vikaantumisen varalle. Tällöin vikaantumisen seurauksia saadaan pienennettyä. [3.]

### 4.1 Toimintojen ja vikojen mallinnus

RCM-mallissa jokaisen prosessilaitteen toiminnot, vikaantumismekanismit ja kyseistä vikaantumista parhaiten huomioiva kunnossapitomenetelmä määritellään. Prosessilaitteiden arviointi suoritetaan seuraavien seitsemän kysymyksen avulla:

- Mitä toimintoja laite suorittaa sen tämänhetkisessä toimintaympäristössä?
- Mitkä toiminnot jäävät tapahtumatta, kun laite rikkoutuu?
- Mitkä viat aiheuttavat laitteen vajaatoiminnan?
- Mitä vaikutuksia kullakin vikaantumisella on?
- Mitä vahinkoja aiheutuu eri vioista?
- Mitä voidaan tehdä, jotta jokainen vikaantuminen voidaan havaita riittävän ajoissa ja vikaantuminen voidaan estää?

- Miten toimitaan, jos vikaantumista ei voida estää? [3, s. 164.]

Ensimmäiset neljä kysymystä kartoittavat, mihin kunnossapitoa tulee keskittää. Viides kysymys määrittelee kohteen kriittisyyden. Viimeiset kaksi kysymystä auttavat löytämään tehokkaimman kunnossapitomallin.

#### 4.1.1 Prosessilaitteiden toimintojen määrittäminen

RCM-prosessin ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan laitteiden toiminnot. Laitteiden toiminnot sidotaan tuotantoympäristöön, jotta on mahdollista muodostaa mielikuva kunnossapidon vaatimuksista. Tyypillisesti laitteen käyttöhenkilökunta tuntee laitteen ominaisuudet ja ympäristön vaatimukset parhaiten, joten käyttöhenkilökunnan osallistuminen RCM-prosessiin on tärkeää. Toimintojen määrittämisessä määritellään prosessilaitteen toiminnot ja mahdolliset toiminnalliset rajat. [3, s. 164.]

Käytetään esimerkkinä säätöventtiiliä. Säätöventtiin tulee säätää virtausta asetusarvon mukaisesti. Venttiilille voidaan määrittää avautumisaika. Venttiin avautuminen kiinni-asennosta auki asentoon saa kestää esimerkiksi 10 sekuntia, ja ohjauksen vasteen tulee olla esimerkiksi kolme sekuntia.

#### 4.1.2 Toimintahäiriön määrittäminen

Toimintahäiriö-termiä käytetään, kun prosessilaitte ei kykene suorittamaan sille määritettyä toimintoa. Vikaantuminen on ainoa tapahtuma, joka estää laitteen suorittamasta sille määritetyn toiminnon. RCM-prosessissa määritellään, mitä muutoksia tuotantoprosessissa tai prosessilaitteessa tapahtuu laitteen vikaantuessa. [3, s. 165.]

Säätöventtiilillä on toimintahäiriö, mikäli venttiili on jumittunut, eikä kykene säätämään virtausta asetusarvon mukaisesti. Säätöventtiili voi olla myös vajaatoiminen, jolloin venttiin sisäinen kitka on kasvanut suureksi ja ohjauksen vaste on kasvanut yli kolmen sekunnin. Venttiili kykenee vielä säätämään virtausta asetusarvon mukaisesti, mutta ei täysin täytä määrittämisen mukaista toimintoa.

#### 4.1.3 Vikojen määrittäminen

RCM-prosessissa määritellään, missä tilanteessa laite voi vikaantua ja mitkä tekijät tai tapahtumat voivat vaikuttaa vikaantumiseen. Tarkoitus on listata kaikki mahdolliset viat, jotka voivat johtaa laitteen vikaantumiseen. Vikalistaan voi hakea tukea laitteiden vika-historiasta tai vastaavanlaisilta tuotantolaitoksilta, joissa on sattunut vikaantumisia ky-seisten laitteiden kanssa. Vikalistaan tulee sisällyttää myös mahdollisen ennakkohuolto-suunnitelman sisältämät viat, vaikka ne eivät olisi vielä realisoituneet. Lisäksi vikalistaan tulee ottaa mukaan mahdolliset kunnossapidon tai käyttöhenkilökunnan inhimillisestä vir-heestä tai väärinkäytöksistä johtuvat vikaantumiset. [3, s. 165.]

Säätöventtiilillä vikaantumisvaihtoehtoja on paljon. Jos säätöventtiili on ylimitoitettu, on virtausta vaikea saada vakiintumaan asetusarvoon. Tästä seuraa, että venttiili tekee pie-nellä toiminta-alueella jatkuvaa sahaavaa liikettä, joka aiheuttaa venttiilissä epätasaista kulumista. Kalvotoimisilla istukkaventtiileillä, joiden turvallinen toimisuunta on kiinni, huo-hotusputki saattaa olla liian lyhyt, jolloin talvisin kosteutta saattaa kertyä palautusjousien sekaan. Tämä aiheuttaa palautusjousiin korroosiota tai saattaa pahimmillaan jäätyä ja jumittaa venttiilin. Myös säätöventtiilin asennustapa saattaa vaikuttaa vikaantumiseen. Jos säätöventtiili asennetaan vaaka-asentoon, kohdistuu venttiilin karan rasius epätä-saisesti pesän tiivistyspintaa vasten. Tällöin tiivistyspinta kuluu epätasaisesti ja venttiili alkaa vuotamaan läpi ollessaan kiinni. Näiden lisäksi istukkaventtiileillä on huomattava määrä muitakin vikaantumisvaihtoehtoja. [6.]

#### 4.1.4 Toimintahäiriön vaikutukset

Vikalistan laatimisen jälkeen selvitetään vikojen vaikutukset. Vaikutusten selvitys teh-dään vikalistan jokaiselle vialle. Saatuihin arvioihin sisällytetään ne tiedot, joiden avulla voidaan arvioida vikojen seurauksia. RCM-prosessissa pohditaan erikseen vian aiheut-tamia vaikutuksia ja seurauksia. Vian vaikutusten arvioinnissa käsitellään seuraavia asi-oita:

- Mistä nähdään, että vikaantuminen on tapahtunut?
- Millaisia riskejä vikaantuminen aiheuttaa terveydelle tai ympäristölle?
- Miten vikaantuminen vaikuttaa tuotantoon tai toimintaan?
- Mitä konkreettisia vahinkoja vikaantuminen aiheuttaa?

- Mitkä ovat korjaustoimenpiteet? [3, s. 165.]

#### 4.1.5 Toimintahäiriön seuraukset

Vikaantumismahdollisuuksien lukumäärä on todella iso, ja jokaisella vikaantumisella on jokin vaikutus yrityksen toimintaan. Vikojen vaikutuksen kohteesta ja suuruudesta riippuen viat on luokiteltu neljään ryhmään:

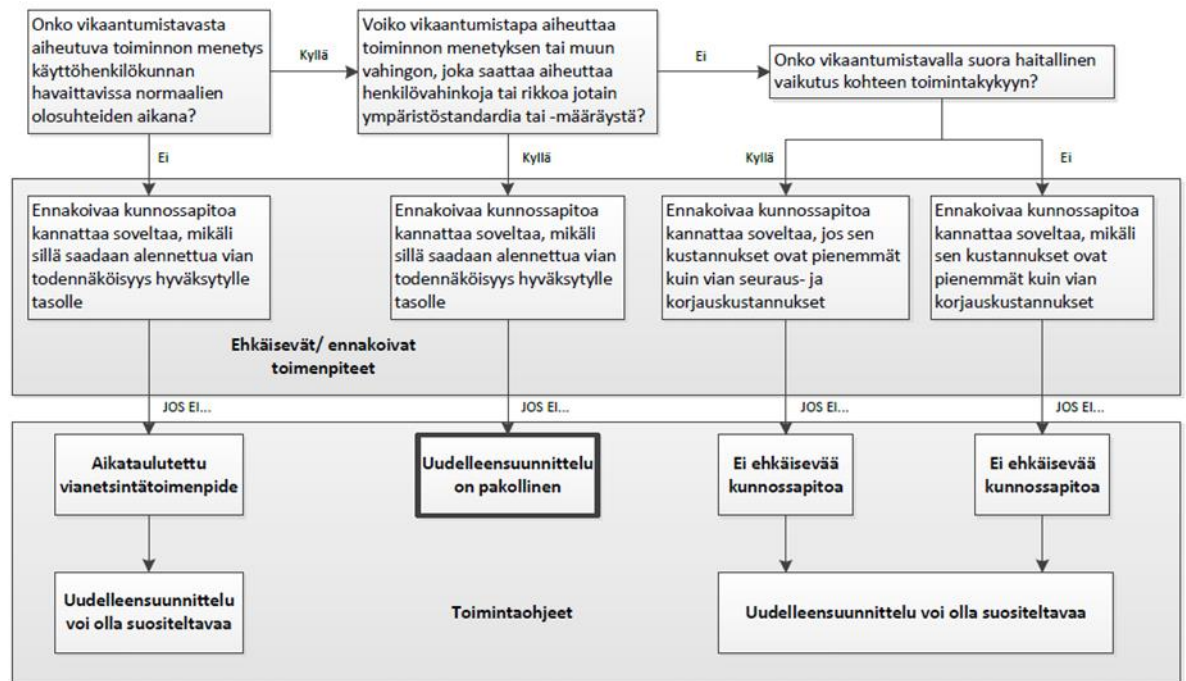
- Piilevät viat eivät vaikuta suoraan yrityksen toimintaan, mutta voivat käynnistää ketjureaktioita, jotka kasvaessaan muodostavat vikoja.
- Vialla on turvallisuusseurauksia, mikäli vika altistaa tapaturmalla. Vian aiheuttaessa päästöjä, jotka ylittävät säädökset, on vialla ympäristöseurauksia.
- Toiminnallisissa seurauksissa vika vaikuttaa tuotantoon, kuten lopputuotteen laatuun ja määrään.
- Ei-toiminnalliset seuraukset koostuvat laitteen korjauskuluista. Vika kuuluu tähän ryhmään, mikäli sillä ei ole vaikutusta aikaisempiin ryhmiin. [3.]

Vikojen ja seurausten luokittelu on ensiarvoisen tärkeää, koska nämä ryhmät toimivat pohjana kunnossapitomenetelmän valitsemisessa. Ryhmittelemällä viat ja niiden seuraukset saadaan kunnossapito keskitettyä toiminnan kannalta kriittisiin kohteisiin ja kunnossapidon resursseja saadaan vähennettyä kohteista, joissa kunnossapidon tarve on vähäisempi.

#### 4.2 Kunnossapitomenetelmän valitseminen

RCM-mallissa kunnossapitomenetelmät on jaettu kahteen ryhmään, proaktiivisiin toimenpiteisiin sekä vaihtoehtoisii toimenpiteisiin. Proaktiivisia toimenpiteitä tehdään ennen kuin laite vikaantuu. Näitä toimenpiteitä ovat jaksotettu korjaus ja uusiminen sekä kunnonvalvonta. Kunnonvalvontaan kuuluu myös ne tehtävät, jotka ovat käynnistyneet kunnonvalvonnan seurauksena. Vaihtoehtoisten toimenpiteiden käyttöön päädytään, mikäli laitteen kunnossapidossa ei ole mahdollista tai taloudellisesti kannattavaa käyttää ehkäisevää kunnossapitoa. [3, s. 166 - 167.]

RCM-prosessille on tyypillistä suoraviivainen vikaantumisten syiden ja laitekohtaisesti parhaiten soveltuvan kunnossapitomenetelmän määrittäminen. Kunnossapitomenetelmän valitsemisessa käytetään päätöksentekokaaviota.



Kuva 5. RCM-mallin päätöksentekokaavio. [3, s. 168.]

#### 4.2.1 Proaktiiviset toimenpiteet

Kunnonvalvonnasta käytetään RCM-termiä *scheduled on-condition task*, eli tarkastettava kohde on käynnissä tarkastuksen aikana. Kunnonvalvonnan tarkoitus on havaita alkava vika ennen kuin vika vaikuttaa huomattavasti koneen tai laitteen toimintaan. Alkava vika on kyettävä havaitsemaan niin aikaisessa vaiheessa, että korjaavat toimenpiteet keretään suorittamaan ennen laitteen rikkoutumista. RCM-mallin mukaan kunnonvalvonta voi perustua ihmisen aisteihin, kuten näkö ja kuulo, tai kunnonvalvontaa voidaan suorittaa kunnonvalvontalaitteilla. Ihmisen aisteihin perustuva kunnonvalvonta on lähes ilmaista, ja sitä tulisi RCM-mallin mukaan suorittaa normaalien työtehtävien aikana. Aisteihin perustuvan kunnonvalvonnan huonona puolena on, että yleensä vika on kerennyt kehittyä pitkälle enne kuin se on havaittavissa ihmisen aisteilla. Kunnonvalvontalaitteilla suoritettua laitteen toimintakunnon valvonnassa alkava vika havaitaan tyypillisesti vian alkuvaiheessa. Koneiden kunnonvalvontaa voidaan suorittaa erilaisilla koneen lämpötila- ja värinämittauksilla. Kunnonvalvonnassa voidaan käyttää myös voiteluöljyn likaisuuden analysointia. [3, s. 166–167.]

Jaksotettu korjaus tai jaksotettu uusinta vastaa hyvin läheisesti PSK 6201 -standardin ehkäisevää kunnossapittoa. Jaksotetussa korjauksessa vikaantumisen mahdollisuutta

pienennetään laitteen käytön ja olosuhteiden mukaan määräytyvällä aikataulutetulla kunnostuksella. Jaksotetun korjauksen toimenpiteitä ovat laitteen kunnan tarkastaminen, puhdistaminen, säätöjen virittäminen, öljyn vaihdot sekä muut vastaavat toimet. Jaksotetussa uusinnassa vikaantuminen pyritään estämään vaihtamalla laitteen osa tai koko laite uuteen, laitteen tullessa elinkaaren loppuun.

#### 4.2.2 Vaihtoehtoiset toimenpiteet

RTF-kunnossapidossa laitteelle ei tehdä ennakoivaa kunnossapitoa. Laite on normaalissa tuotantokäytössä, kunnes se vikaantuu. Vikaantumisen jälkeen laite korjataan ja otetaan takaisin tuotantokäyttöön. RTF soveltuu laitteille, joiden vikaantumisella ei ole suurta vaikutusta tuotantoon tai ympäristöön.

Laitteen uudelleensuunnitteluun päädytään, kun laitteen vikaantumisen todennäköisyyttä tai vian seurauksia ei saada muilla kunnossapidon keinoin laskettua yrityksen hyväksymälle tasolle. Uudelleensuunnittelu on kertaluontoista laitteen osien, rakenteiden tai toimintojen uusimista, joilla laitteen ominaisuuksia muutetaan toimintaympäristöön tai ajotapaan sopivaksi.

RCM-malli määrittelee vaihtoehtoisiin toimenpiteisiin myös vian etsimisen. Vian etsinnän tavoitteena on havaita piileviä vikoja. Vian etsintä poikkeaa kunnonvalvonnasta siinä, että vian etsinnän tarkoitus on havaita vika ennen kuin se on havaittavissa kunnonvalvonnan toimenpiteillä (katso Kuva 2). [3, s. 167.]

## 5 Insinööriyön toteutus

Insinööriyön tiedonkeruu työkulkukaaviota varten suoritettiin haastattelemalla Neste Oyj:n kunnossapidon eri ammattialojen henkilöitä. Haastateltavia henkilöitä valittiin kaksi jokaisesta kunnossapidon ammattialasta. Henkilöiden tehtävät kunnossapidossa vaihtelivat työsuunnittelijoista aluevastaaviin. Työsuunnittelijan tehtävät muodostuvat kunnossapitotöiden suunnittelusta, jossa pääpaino on työtehtävien priorisointi ja ennakkohuollon suunnitteleminen. Aluevastaava on vastuussa vastuualueensa ja ammattialaansa liittyvistä laitteista. Haastateltavat henkilöt valitsi jokaisen kunnossapitolinjan kunnossapitopäällikkö, jolla oli hyvä käsitys haastateltavien henkilöiden työkuormasta ja innokkuudesta osallistua toiminnan kehittämiseen.

Haastattelut rakentuivat haastattelupohjalle, jota käytettiin kaikissa haastatteluissa. Käytetty haastattelupohja on liitteenä 1. Haastattelupohjan mukaan haastatteluissa käytiin aluksi läpi investointiprojektin eri vaiheet. Haastatteluissa pyrittiin hahmottamaan mahdollisia haasteita, joita kunnossapidolla on ollut investoinnin käyttöönoton jälkeen. Esille nousseiden ongelmien jälkeen haastatteluissa pohdittiin, mitä valmistelevia toimia kunnossapidolla on investoinnin aikana, jotta jo havaituilta ongelmilta voitaisiin välttyä. Haastattelupohjan yksi kysymys käsitteli M+-kunnossapitojärjestelmää. M+-ohjelmisto oli otettu mukaan haastatteluun, koska kyseisellä ohjelmalla hallitaan laitteiden vikahistoriaa, varaosakantaa sekä ennakkohuoltoja. Näin ollen M+-kunnossapitojärjestelmä oli olennaista sisällyttää haastatteluihin. Haastatteluissa havaitut kunnossapidon valmistelevat toimet oli tärkeää saada sidottua investoinnin eri vaiheisiin. Haastattelupohjaan lisättiin aikaisempien haastattelujen esille nostamat kunnossapidon toimet, joita seuraavat haastateltavat saivat sijoittaa investoinnin eri vaiheisiin.

## 6 Haastattelujen havainnot

Tässä luvussa on esitelty kunnossapidon haastatteluista koottuja havaintoja. Havaintojen pohjalta on vertailtu ammattialakohtaisesti suhtautumista kunnossapidon toimintaan investoinnin aikana. Lisäksi luvussa on esitelty haastatteluissa keskeisiksi nousseet kunnossapitoa valmistelevat toimet, joita kunnossapidon tulisi suorittaa investointiprojektin aikana. Esitetyt toimenpiteet ovat kokemukseräisesti hyväksi havaittuja, niin kutsuttuja parhaita käytäntöjä. Haastatteluiden tarkoituksena oli koota kunnossapidosta parhaimmat toimintamallit investointiprojekteihin. Tässä luvussa esitetyt havainnot ovat lähteistä 7 - 19.

### 6.1 Kunnossapidon suhtautuminen kunnossapitovalmiutta parantaviin toimiin

Kunnossapidon eri henkilöiden suhtautumisessa kunnossapitovalmiutta parantaviin toimenpiteisiin investointiprojektin aikana on huomattavia eroja. Pieni osa kunnossapidon henkilöstöstä kokee, etteivät kunnossapitoa valmistelevat toimet kuulu kunnossapidolle. He ajattelevat, että projektiorganisaation tulee toimittaa uusi laite tai yksikkö avaimet käteen -periaatteella, ilman kunnossapidon puuttumista investointiprojektin toimintaan. Esimerkiksi suunnitelmien kommentoinnit tai 3D-mallien katselmoinnit koettiin paikoin investointiprojektin negatiivisena tarkkailuna. Hyvin suunniteltu ja toteutettu projekti on myös helposti ja kustannustehokkaasti kunnossapidettävissä. Tilaajan kunnossapidon tulee itse suunnitella ja toteuttaa uuden laitteen tai yksikön kunnossapito parhaaksi katsomallaan tavalla.

Valtaosa kunnossapidon henkilöstöstä kokee kunnossapidon valmistelevat toimet tärkeiksi, jotta kunnossapito alkaa toimia mahdollisimman hyvin heti laitteen käynnistyksen jälkeen. Varautumalla kunnossapitoon vältetään tilanteilta, joissa vikaantuneen laitteen kunnossapitoa ei ole suunniteltu ollenkaan. Suhtautumisero on vahvasti riippuvainen siitä, työskenteleekö henkilö päivittäisessä toiminnassaan investointiprojektien parissa. Esimerkiksi aluevastaavien suhtautuminen kunnossapidon valmistautumiseen oli erittäin positiivinen.



## 6.2 Kunnossapidon valmistelevat toimet investointiprojektin aikana

### 6.2.1 Laitetietojen hallinta M+-kunnossapitojärjestelmässä

Kunnossapidon suunnittelemisen ja vikaantumisen hallinnan kannalta on tärkeää hallinnoida laitetietoja sekä laitteiden vikahistoriaa. Uuden yksikön ollessa investointiprojektin kohteena aloitetaan laitetietojen hallinta luomalla laitehierarkia M+-kunnossapitojärjestelmään. Laitehierarkia luodaan päälaitteille, kuten venttiileille, pumpuille ja eri instrumenttiryhmille. Tämä selkeyttää laitetietojen rakennetta ja helpottaa laitetietojen ylläpitämistä. Uusille yksiköille täytyy lisäksi luoda omat kustannuspaikat, jotta kunnossapidon kustannusten seuranta ja taloudenhallinta mahdollistuu.

Haastattelussa kunnossapitoinsinööri Jonas Hamströmin kanssa pohdittiin, kenen vastuulla on laitehierarkian luominen. Käynnissä olevassa asfalteenin poistoyksikön investointiprojektissa laitehierarkian oli luonut Nesteen projektiorganisaatio. Nesteen laatuohjeen mukaan vastuu laitehierarkian luomisesta on laitehallinnan pääkäyttäjällä. Laitehallinnan pääkäyttäjä luo myös laitetiedoille tiedonsiirtopohjat. Hän voi käyttää apunaan tiedonsiirtopohjien luonnissa ammattialakohtaisia aluevastaavia tai muita asiantuntijoita. Laitehallinnan pääkäyttäjä vastaa ylemmän tason laitehierarkian ylläpidosta.

### 6.2.2 Laitetietojen vienti M+-kunnossapitojärjestelmään

Laitetiedot viedään Nesteen laatuohjeen mukaisesti M+-kunnossapitojärjestelmään kahdessa osassa. Laitteiden yleiset tiedot täytyy viedä yhden kuukauden kuluessa laitetilauksesta M+-kunnossapitojärjestelmään. Laitteiden teknisten tietojen tulee olla M+-kunnossapitojärjestelmässä luovutushetkellä, jotta laitetta tai yksikköä voidaan alkaa käynnistämään. Kuusi yhdestätoista haastatellusta pitää tärkeänä, että laitteiden yleiset tiedot viedään kunnossapitojärjestelmään heti laitehankintojen jälkeen. Tällöin laitteiden kunnossapitosuunnittelu ja varaosien hankinta voidaan aloittaa jo toteutusvaiheen alkupuolella. Haastatelluista kahdeksan yhdestätoista koki välttämättömäksi, että laitteiden tekniset tiedot löytyvät M+-kunnossapitojärjestelmästä viimeistään luovutusvaiheessa. Laitetietojen lisäksi laitteiden varaosalistojen tulee olla M+-kunnossapitojärjestelmässä ennen luovutusta kunnossapidettäväksi.

Laitetietojen viennissä M+-kunnossapitojärjestelmään käytetään laitehallinnan pääkäyttäjän luomaa Excel-pohjaa. Vastuu laitetietojen oikeellisuudesta ja viennistä kunnossapitojärjestelmään on monitahoinen. Lähtökohtaisesti suunnittelutoimiston suunnittelija vastaa laitetietojen hankinnasta. Laitetietojen luovutus tulee olla määritettynä laitteiden hankintamäärittelyssä. Suunnittelija hyväksyttää laitetiedot ammattialakohtaisesti aluevastaavalla, joka on vastuussa laitetietojen oikeellisuudesta. Hyväksynnän jälkeen suunnittelija vie laitetiedot M+-kunnossapitojärjestelmään. Laitetietojen siirron kokonaisuudesta vastaa investointiprojektin hankevastuinen, joka seuraa laitetietojen siirtymistä vaihe vaiheelta.

Haasteena laitetietojen viennissä M+-kunnossapitojärjestelmään on ollut tiedonsiirtopohja. Tiedonsiirtopohja sisältää kymmeniä tietoja, jotka eivät ole kunnossapidon kannalta olennaisia. Suunnittelijoilla on näiden tietojen hankkimiseen kulunut huomattava määrä aikaa. Tiedonsiirtopohjaa tulisi kehittää ja turhia tietoja jättää pois tiedonsiirtopohjasta. Laitehallinnan pääkäyttäjän ja aluevastaavien tulisi vähintäänkin isojen investointiprojektien kohdalla miettiä yhdessä tiedonsiirtopohjaa kunnossapidon näkökulmasta ja valita tarvittavat tiedot tämän mukaan.

### 6.2.3 Teknisten dokumenttien hallinta

Laitehankintojen yhteydessä laitetoimittajat toimittavat huomattavan määrän erilaisia teknisiä dokumentteja. Esimerkiksi venttiilitoimitusten hankintamäärittelyssä on maininta, jonka mukaan laitetoimittajan tulee toimittaa tekniset dokumentit paperisena. Tämän seurauksena venttiilien tekniset dokumentit päätyvät työsuunnittelijan hyllyyn, eikä niitä ole saatavana sähköisessä muodossa. Nesteellä ja Neste Jacobsin suunnittelutoimistolla on toimintamalli, jonka mukaan suunnittelijan tulee määrittää ne laitetoimittajan tekniset dokumentit, jotka siirretään investointiprojektin aikaisesta Found!-dokumenttien hallintajärjestelmästä Nesteen käyttämään SmartPlant Foundation (SPF) -dokumenttien hallintajärjestelmään. Kunnossapidon tulee sopia suunnittelijan kanssa, mitkä laitetoimittajan tekniset dokumentit kunnossapito haluaa sähköisenä. Tämän määrittelyn jälkeen kunnossapidon haluamat dokumentit määritetään siirrettäväksi SPF:iin. Lähtökohtana on, että teknisiin dokumentteihin liitetään metatietona kyseisen laitteen laitetunnus. Laitetunnuksella suoritettulla haulla tulisi löytyä kaikki kyseistä laitetunnusta koskevat tekniset dokumentit. Suunnittelutoimiston laatimat dokumentit viedään ilman erillistä määrittelyä SPF:iin investointiprojektin päätyttyä.

#### 6.2.4 Varaosien hankinta

Varaosien hankinnassa on ollut vaihtelevia käytäntöjä. Lähtökohtana on, että laitehankintojen yhteydessä vaatimusmäärittelyyn kirjataan varaosista maininta, jonka mukaan laitetoimittajan tulee ehdottaa varaosalistaa hankittavalle laitteelle. Tyypillisesti pyydetään varaosalistaa käynnistykseen sekä suunnitelmaa varaosien hankkimisesta viiden vuoden käyttöä varten. Kunnossapito valitsee hankittavat varaosat varaosaehdotuksen perusteella. Investointiprojektit eivät hanki varaosia, joten kunnossapidon tulee suorittaa varaosien hankinta. Erikoistilauksissa, kuten sähkömoottoritoimimisissa venttiileissä, on suosittu laitetoimittajan varaosalistan hyväksymistä sellaisenaan. Tätä on perusteltu muun muassa erikoistilauksien varaosien pitkällä toimitusajalla. Varaosien todellista tarvetta tulee pohtia, kun käytetään laitetoimittajan varaosalistaa. Laitetoimittajilla on taipumus myynnin edistämiseksi myydä varaosia tarpeettoman paljon tai liian kattava valikoima. Toisaalta laitetoimittajalla on paras tuntemus laitteen vikaantumisesta ja yksittäisten osien kestävydestä.

Toinen käytäntö on ollut hankkia varaosat kunnossapidon toimesta ilman laitetoimittajan laatimaa ehdotusta hankittavista varaosista. Tällöin kunnossapito valitsee hankittavat varaosat laite- ja osaluettelon perusteella. Käytäntö soveltuu erityisesti laitteille, jotka ovat hankintaosaston suosittelemien laitetoimittajien ja mallien mukaisia. Kunnossapidon suunnitelmassa hankittavat varaosat itse, tulee ensiksi tarkastaa, ettei vastaavaa varaosaa löydy varastosta. Mikäli vastaavaa varaosaa ei ole varastossa, avataan varasalle varastonimike sekä määritetään varastolle kappalemäärä, kuinka monta varaosaa tulee aina olla hyllyssä. Haasteena on, että samalle varasalle saattaa löytyä useampi varaosanimike. Tällöin varaosa hankitaan kahteen kertaan ja varaosiin sidotun pääoman arvo kasvaa. Lisäksi varaston hallittavuus vaikeutuu, kun identtisille osille on useampi varastonimike.

Hankittavien varaosien määrää tulee pohtia todellisen tarpeen ja laitteen kunnossapidon kannalta. Vanhahtavana ajatuksena kunnossapidossa on ollut, että hankitaan nyt jotain varaosia, koska aikaisemminkin on hankittu. Esimerkiksi ilmajäähdyttimien ruuvitulppia on hankittu 10 % laitteen ruuvitulppien kokonaismäärästä. Päätettäessä vaihtaa ruuvitulpat on luontevaa vaihtaa kaikki, koska osat ovat todennäköisesti kuluneet yhtä paljon. Tässä kohtaa herää kysymys, miksi ruuvitulppia ei ole hankittu suoraan täyttä määrää 10 %:n sijaan. Vastaavasti olisi voitu jättää hankkimatta kokonaan, koska kuitenkin joudutaan valmistajalta tilaamaan puuttuvat ruuvitulpat.

### 6.2.5 Investointiprojektin kommentointi

Investointiprojektin aikana on tärkeää kiinnittää huomiota katselmointiin ja kommentointiin perussuunnittelun ja toteutusvaiheen aikana. Haastateltavista kymmenen yhdestätoista piti kommentointia erittäin tärkeänä. Katselmukset ja kommentointi ovat tehokas tapa saada tilaajan vaatimusten mukaiset laitteet.

Perussuunnittelun ja toteutussuunnitelmien kommentoinneilla kunnossapidolla on mahdollisuus vaikuttaa investointiprojektin tekemisiin ratkaisuihin ja sitä kautta lopputulokseen. Lähtökohtaisesti laitteet hankitaan ja asennetaan tilaajan spesifikaatioiden mukaisesti. Tilanteissa, joissa spesifikaatiota ei pystytä laatimaan ilman tulkinnanvaraa tai muiden syiden takia on perusteltua poiketa spesifikaatiosta, joudutaan tekemään poikkeuksellisia ratkaisuja. Kunnossapidon on erityisen tärkeää kommentoida tällaisia ratkaisuja, koska laitteiden elinkaari ja kunnossapito jatkuu tyypillisesti kymmeniä vuosia projektin luovutuksen jälkeen. Kunnossapito tekee pienet tekniset muutokset -käytännön mukaiset toimet spesifikaatiopoikkeamille.

Kunnossapidon kaikilla ammattialoilla koettiin toteutusvaiheen aikaiset katselmoinnit tärkeäksi. 3D-mallin katselmoinneissa on hyvä kiinnittää huomiota laitteiden kunnossapidettävyyteen. Isojen venttiilien, lämmönvaihtimien ja pumppujen kohdalla on syytä tarkastaa, että laitteen ympärille on jäänyt riittävästi tilaa laitteen huoltoon tarvittaville apulaitteille, kuten erilaisille nostimille. Esimerkiksi lämmönvaihtimen putkiston uusinnassa vanha putkisto joudutaan vetämään ulos lämmönvaihtimesta nosturin tai erillisen ulosvetäjän avulla. Mikäli lämmönvaihtimen ympärille ei ole varattu riittävästi tilaa, on lämmönvaihtimen putkiston vaihto työläs tehdä. Lämmönvaihtimen ympärille joudutaan raivaamaan tilaa apulaitteelle. Tämä lisää kyseisen kunnossapitotyön kustannuksia. Eristepuolella 3D-mallin katselmointi ennen asennustöiden aloitusta on suositeltavaa. Usein putkistosuunnittelu ei ole huomionnut riittävästi putkien eristämistä.

### 6.2.6 Kenttäkierrokset

Kenttäkierroksia investointiprojektin aikana kannatti kahta lukuun ottamatta kaikki haastateltavat. Kenttäkierroksia haastateltavat ajoittivat toteutusvaiheen loppupuolelle, jolloin laitteet on jo asennettu laitepaikoille. Kenttäkierroksilla kunnossapidon tehtävänä on katselmoida asennustapaa ja -paikkaa sekä lopullista ratkaisua. Kenttäkierroksien aikana

suoritetut katselmoinnit helpottavat erityisesti niitä kunnossapidon ammattialoja, joille investointiprojektit luovuttavat laitteet investointiprojektin päätyttyä. Kenttäkierroksien aikana katselmoidut investointiprojektin osat ovat nopeampi tarkastaa luovutuskäytäntöjen aikana.

Kenttäkierrokset ovat jokaiselle kunnossapidon ammattialalle hyödyllisiä. Niiden aikana laitteiden ympäristöä on mahdollista havainnoida ja laatia alustavia suunnitelmia, kuinka laiteita tullaan kunnossapitamaan. Esimerkiksi huollon aikaisten telineiden tai huollossa tarvittavien apulaitteiden paikat on mahdollista suunnitella kenttäkierroksien aikana.

Sähkökunnossapidolla on käytäntönä käydä kenttäkierroksella suunnittelijan kanssa esisuunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi vanhojen keskuksien laajennusten yhteydessä käydään tarkastamassa, onko laajennus mahdollista. Erilaisten kaapelireittien tarkastelu kentällä on hyvin tyypillistä. Kenttäkierroksien aikana on hyvä käydä myös keskustelua, miten laite kannattaa asentaa ja mitä muita huomioita asiaan liittyy. Kunnossapidolla on vahva tuntemus alueesta, joten keskustelua hyvistä käytännöistä kannattaa käydä suunnittelijoiden kanssa.

#### 6.2.7 Koulutusten järjestäminen

Koulutusten järjestämistä uudesta laitteesta tai yksiköstä kannatti kahdeksan yhdestätoista haastateltavasta. Lisäksi hyödylliseksi koettiin uusia yksiköitä yleisellä tasolla käsittelevät koulutukset. Yksiköiden yleistietämys auttaa hahmottamaan yksittäisen yksikön vikaantumisen vaikutuksia muihin yksiköihin. Yleistason koulutuksessa selviää myös, minkä tyyliä aineita yksikössä käytetään. Mikäli yksikössä käytetään vahvoja liuottimia tai muita vaarallisia aineita, osaa kunnossapito varautua riittävällä suojarusteilla kunnossapitotöihin. Uusien laitteiden laitekoulutus nousi esille sähkökunnossapidon haastatteluissa. Esimerkiksi käytettäessä uuden laitetoimittajan katkaisijoita tai kytkimiä, on erittäin tärkeää, että kunnossapito saa riittävän koulutuksen laitteiden turvalliseen käyttöön. Lähtökohtaisesti uuden laitetoimittajan kohdalla hankintamäärittelyyn kirjataan maininta laitetoimittajan järjestämästä koulutuksesta hankittavalle laitteelle.

### 6.2.8 Kunnossapidon osallistuminen investointiprojekteihin

Kunnossapidon osallistumisella investointiprojekteihin tarkoitetaan tässä insinööriyössä niitä toimia, joita kunnossapito suorittaa valmistautuakseen laitteen tai yksikön kunnossapitoon. Kunnossapidon osallistumisessa investointiprojekteihin on ammattialoittain eroavia käytäntöjä. Kunnossapidon suorittamat kunnossapitovalmiuteen tähtäävät toimet investointiprojektin aikana koetaan hyödyllisiksi, mutta päivittäisen kunnossapidon ohella työntuntien löytäminen valmisteleviin toimiin on vähintäänkin haastavaa. Mekaanisessa kunnossapidossa ja yhteisissä toiminnoissa on koettu haastavaksi sovittaa investointiprojektien kommentointi ja muut valmistelevat toimet työkalenteriin. Vastaavasti sähkökunnossapidossa on kiinnitetty erityistä huomiota kunnossapidon osallistumiseen investointiprojekteihin. Investointiprojektin laajuudesta riippuen kunnossapidolle tulisi suunnitella työtunteja valmisteleviin toimiin muutamasta tunnista kokonaisiin työpäiviin. Näiden työtuntien aikana olisi mahdollista suorittaa kommentointia, kenttäkierroksia sekä muita kunnossapidon valmisteleviä toimia.

Sähkökunnossapito on kiinnittänyt erityistä huomiota yhteistyöhön suunnittelun ja kunnossapidon välillä. Sähkökunnossapidolla on kahden viikon välein tapaaminen Neste Jacobsin kanssa, jossa suunnittelijat esittelevät tulevat projektit kunnossapidolle. Tapaamisessa on mahdollista sopia yksittäistä investointiprojektia koskevat käytännöt sekä kunnossapidon osallistuminen kyseiseen investointiprojektiin. Lisäksi sähköpuolella on erittäin hyvä käytäntö, jonka mukaan sähköpuoli käy yhdessä suunnittelijoiden kanssa läpi kaikki heitä koskevat investointiprojektit niin kutsutussa ”skriinauspäälaverissa”. Päälaverissa kommentoidaan investointiprojektin alustavia suunnitelmia. Kunnossapidon aluetuntemuksella ja kokemuksella vältetään lähtökohtaisesti huonoja ratkaisuja. Kunnossapito kommentoi lisäksi investointiprojektin laitevalintoja, jotta tulevat laitevalinnat olisivat yhdenmukaisia jalostamon muiden laitteiden kanssa. Isompiin investointiprojekteihin sähkökunnossapito osallistuu jo esiselvitysvaiheessa ja pienempien investointiprojektien kohdalla sähkökunnossapito tulee mukaan esisuunnitteluvaiheessa. Toteutusvaiheeseen sähkökunnossapidosta osallistuu pääsääntöisesti yksi toimihenkilö ja vähintään yksi asentaja. On tärkeää, että asennuksia kentällä ja muuntamoilla seurataan ja tarkastetaan.

Projektien luovutuksessa haasteena on ollut luovutuksen vastaanottajan osallistumattomuus investointiprojektiin tai laitteiden teknisen tuntemuksen taso. Projektin luovutetaan tyypillisesti Nesteen käyttöosaston henkilökunnalle, joiden laitteiden tekninen tuntemus

vaihtelee. Ammattialakohtaisesti kunnossapidolla olisi paras käsitys laitteiden teknisistä vaatimuksista sekä kokemusperäistä tietoa, johon voisi verrata luovutettavan laitteen asennustapaa. Mikäli laitteen luovutustarkastuksessa ei havaita puutteita ja Nesteen henkilökunta on kuitannut laitteen hyväksytyksi, on käytön aikana ilmenneestä asennusvirheestä vaikeaa tai kyseenalaista reklamoida. Luovutuskäytännöt vaihtelevat kunnossapidon ammattialoittain. Muun muassa sähkökunnossapito suorittaa käyttöönnotetuille laitteille luovutustarkastuksen. Mekaanisella kunnossapidolla on ollut haasteita resursoida henkilöitä luovutukseen.

Ammattialakohtaisesti kunnossapidon resurssit ovat hyvin erilaiset. Tämä vaikuttaa vahvasti ammattialakohtaisesti kunnossapidon osallistumiseen investointiprojekteihin. Mekaanisessa kunnossapidossa työskentelee noin 20 henkilöä, kun taas automaatiokunnossapidossa työskentelee noin 100 henkilöä. Tosin automaatiokunnossapito koostuu useasta osa-alueesta, kuten instrumentoinnista, analysaattorikunnossapidosta sekä automaatiosovelluksen ja -järjestelmien kunnossapidosta. On luontevaa, että isosta kunnossapito-osastosta on helpompi kohdentaa työtunteja investointiprojekteihin. Lisäksi historialla on iso vaikutus kunnossapidon osallistumiseen investointiprojekteihin. Ennen Neste Engineering (nykyinen Neste Jacobs -suunnittelutoimisto) oli osa Neste Oyj:tä ja oli selkeää, että eri organisaatioilla oli omat tehtävät. Neste Engineering suoritti asennusvalvonnan, joten kunnossapidon ei ole tarvinnut huolehtia asennusvalvonnasta. Nykyään tilanne on toinen, sillä Neste Jacobs ja Neste ovat erilliset yhtiöt ja yhteistyö yritysten välillä vaihtelee. Osa investointiprojektien asennusvalvojista toimii edelleen vanhan mallin mukaisesti, jolloin asennusvalvontaa suoritetaan asiakkaan ja kunnossapidon näkökulmasta. Vastaavasti osa asennusvalvojista toteuttaa valvontaa suunnittelutoimiston näkökulmasta. Esimerkiksi vuonna 2015 olleessa suuressa huoltokatkoksessa rikki laitoksen sähköistyksen uusinnan asennusvalvontaan ei kiinnitetty riittävästi huomiota, joten huoltokatkos ja laitoksen uudelleen käynnistys viivästyivät. Asennusvalvonnan henkilöityminen korostaa kunnossapidon asennustarkastuksien merkitystä investointiprojekteissa.

### 6.3 Kunnossapidon suunnittelu

Laitteen kunnossapitosuunnitelman laatimisessa ilmeni vaihtelevia käytäntöjä. Mekaanisella puolella itse laitteille ei laadita varsinaista kunnossapitosuunnitelmaa. Lähtökohtai-

sesti mekaanisten laitteiden, kuten kolonnien ja putkistojen vikaantuminen on hyvin pitkälti riippuvainen suunnittelijan materiaalivalinnoista sekä laitteelle suunnitelluista paine- ja lämpötilaluokista. Sähköpuolella päälaitetyypeille on laadittu valmiit ennakkohuolto-ohjelmat, joihin uudet laitteet sijoitetaan. Esimerkiksi taajuusmuuttajien ennakkohuoltoväli määräytyy 6000 käyntitunnin mukaan. Erikoislaitteille sähkökunnossapito suunnitella yhdessä laitetoimittajan kanssa ennakkohuoltosuunnitelman.

Neste on aloittanut luotettavuutta käsittelevän projektin vuonna 2015. Projektin yhtenä tavoitteena on kehittää kunnossapitoa RCM-kunnossapitomallin suuntaan. Tämän myötä kunnossapidon suunnitteluun on kiinnitetty lisää huomiota investointiprojektien aikana. Luvuissa 7.3.1 - 7.3.2 käydään läpi investointiprojektin tuottamaa kriittisyysluokittelua sekä vika- ja vaikutusanalyysiä, joiden pohjalta kunnossapidon tulee suunnitella tärkeiden ja kriittisten laitteiden ennakkohuollot.

### 6.3.1 Kriittisyysluokittelu

Kriittisyysluokittelun tekeminen on tärkeää isoissa investointiprojekteissa, jotta kunnossapidon resurssit voidaan keskittää kriittisille ja tärkeille laitteille. Investointiprojekteissa kriittisyysluokitteluja tehdään käyttövarmuusinsinöörien vetämänä. Tavoitteena on viedä kriittisyysluokittelu osaksi projekti käytäntöjä siten, että heräte kriittisyysluokittelun tekemiseen tulee investointiprojekteilta. Kriittisyysluokittelu sijoittuu investointiprojektin perussuunnitteluun tai toteutussuunnitteluun. Kriittisyysluokittelu voidaan tehdä heti, kun projektin laitelista ja alustava prosessikuvaus on saatavilla. Kriittisyysluokittelussa laskeetaan laitteen vikaantumisväliä sekä vikaantumisen vaikutusta tuotantoon, lopputuotteen laatuun, turvallisuuteen ja ympäristöön. Vaikutusten painoarvokerrointa voidaan vaihdella sen mukaan, minkälaista yksikköä ollaan luokittelemassa. Esimerkiksi soihtujärjestelmän kriittisyysluokittelussa turvallisuuden merkitys korostuu.

Kriittisyysluokittelu käytäntö hakee vielä muotoaan investointiprojekteissa. Lähtökohtana kuitenkin on saada kriittisyysluokittelu osaksi isompia investointiprojekteja. Esimerkiksi automaatioissa isoksi investointiprojektiksi lasketaan investoinnit, jotka koskevat yli 25 laitetta. Pienemmille projekteille kriittisyysluokittelu tehdään osana pysyvää, viiden vuoden syklillä pyörivää kriittisyysluokittelua. Tarkoituksena on tehdä kriittisyysluokittelu kaikille jalostamon laitteille viiden vuoden välein. Uusien laitteiden ja yksiköiden kriittisyysluokittelussa haasteena on laitteiden vikahistorian puuttuminen. Tämän seurauksena uusien laitteiden kriittisyysluokittelu jää yleensä matalaksi.



Keväästä 2016 lähtien käyttövarmuusinsinöörit ovat vetäneet kriittisyysluokitteluja. Käyttövarmuusinsinöörit ovat esivalmistelleet kriittisyysluokittelut, jonka ansiosta kriittisyysluokittelujen laatimisesta on tullut sujuvampaa. Esivalmistelussa laitteiden tiedot kootaan M+-kunnossapitojärjestelmästä sekä määritellään laitteiden vikaantumisväli. Lisäksi esivalmistelujen aikana listataan laitteiden korjauskustannukset. Yksiköiden prosessiturvallisuudesta on käyty keskustelua prosessiturvallisuuden asiantuntijoiden kanssa. Tätä kautta saadut turvallisuusuhkat sekä niiden todennäköisyydet on tuotu mukaan kriittisyysluokitteluun.

### 6.3.2 Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)

Kriittisyysluokittelun perusteella kriittisille laitteille laaditaan vika- ja vaikutusanalyysi. VVA:lla helpotetaan laitteen ennakkohuoltosuunnitelman laatimista. Investointiprojekteihin on kehittymässä toimintamalli, jonka mukaan laitetoimittaja laatii kriittisille laitteille VVA:n. Laitetoimittajalla on paras osaaminen ja tuntemus toimittamistaan laitteista. Tällöin on luontevaa, että laitetoimittaja laatii VVA:n. Laitetoimittajan laatiman VVA:n arvioi käyttövarmuusinsinöörit. Tämä on tärkeää, koska haastateltavien kokemusten mukaan laitetoimittajat helposti päätyvät ylivoimittamaan kunnossapitotarpeen. VVA:n pohjalta kunnossapidon on mahdollista arvioida alustavaa ennakkohuollon tarvetta sekä pohtia, miten laitteita tulisi kunnossapitää.

VVA:n yksi kohta käsittelee laitteen toistuvia vikoja. Mikäli laitteella on vikaantuvuus, joka liittyy väärään materiaalivalintaan tai suunnitteluun, tulee laitteen vikaantuva osa suunnitella uudelleen. Tätä kautta pyritään pidentämään laitteen ennakkohuoltoväliä. Teknisen palvelun asiantuntijoiden tulisi kommentoida tällaisissa tapauksissa laitteen uudelleen suunnittelua.

### 6.3.3 Ennakkohuolto

Kunnossapidon suunnitteluun vaikuttaa hyvin paljon laitetyyppi. Kiinteille painelaitteille tehdään lakisääteisesti viiden vuoden välein määräaikaistarkastukset. Monimutkaisemille laitteille, kuten kompressoreille, tulee määrittää yksityiskohtaiset ennakkohuoltotyöt M+-kunnossapitojärjestelmään. Ennakkohuoltotyöt tulee vaiheistaa, jotta työn suorittaminen selkeytyy. Tällä hetkellä ei laadita vaiheistettuja ennakkohuoltotöitä M+-kunnossapitojärjestelmään, johtuen kunnossapitojärjestelmän teknisistä haasteista. Esimerkiksi

määrätyn tyyppiselle lämmönvaihtimelle voitaisiin määrittää vaiheittaiset kunnossapito-ohjeet, jonka mukaan kaikki jalostamon vastaavanlaiset lämmönvaihtimet huollettaisiin. Tällöin yhtä vakiotyömäärittelyä voitaisiin käyttää ennakkohuoltosuunnitelmana jokaiselle kyseistä vakiotyömäärittelyä vastaavalle laitteelle.

Kiinteille laitteille ennakkohuoltoväli määräytyy viiden vuoden tarkastusvälin mukaan. Pyörivien laitteiden ennakkohuoltoväli voisi määräytyä esimerkiksi käyttötuntien tai kunnonvalvonnan mukaan. Kompessoreille on tällä hetkellä määritelty A-, B- ja C-huollot. Käytännössä kompressoreille voisi olla yksi vakiotyömäärittely ja riippuen huollosta (A, B vai C) tehtäisiin vakiotyömäärittelystä määrätyt kohdat. Vakiotyömäärittely itsessään ei ota kantaa huoltoväliin, joten riippuen prosessiolosuhteista ja muista tekijöistä aluevastaavat ja työnsuunnittelijat voisivat määrittää laitteen huoltovälin.

RCM-mallissa uuden laitteen tai laitteiston kunnossapidon mitoittaminen on hankalaa, koska kokemuspohjaa laitteen vikaantumisesta ei ole. Hyvän lopputuloksen tavoittelu täytyy aloittaa joltakin tasolta. Kunnossapidon taso ei välttämättä osu heti kohdalleen, mutta laitteen elinkaaren edetessä laitteen kunnossapitoa tulee kehittää. Käyttövarmuusinsinöörit auttavat laitteiden ennakkohuoltosuunnitelmissa alkuun, mutta kunnossapidon suunnittelun pääpaino tulee olla kunnossapidon työnsuunnittelijoilla ja aluevastaavilla. Mikäli laitetoimittaja ei laadi investointiprojektin aikana VVA:ta tai sitä ei ole muusta syystä johtuen saatavilla, tulee laitteen kunnossapitoa suunnitella esimerkiksi laitteen manuaalin pohjalta. Laitemanuaaleissa on tyypillisesti kuvattu laajasti laitteen toimintaa ja huoltoa.

#### 6.3.4 Laitteiden kunnossapitovastuun määrittäminen

Haastateltavista kuusi yhdestätoista määrittäisi laitteiden kunnossapitovastuun investointiprojektin aikana. Kunnossapitovastuut määräytyvät hyvin pitkälti ammattialakohtaisesti. Tilanteissa, joissa investointiprojekti toimittaa vanhasta laitekannasta poikkeavia laitteita, kunnossapitovastuu tulee määrittää viimeistään perussuunnitteluvaiheessa. Tällöin kunnossapidossa tiedetään, kuka suorittaa investointiprojektin kommentoinnin. Pääsääntöisesti kunnossapitovastuun määrittäminen on selkeää ja kunnossapidossa oleva käytäntö toimii hyvin. Käytetään esimerkkinä erillislogiikka, joka ei ole tavanomainen investointiprojektissa toimitettava laite, ja sen kunnossapitovastuun määrittämien ei

ole yksiselitteinen. Erillislogiikoissa kunnossapitovastuu kuuluu automaatiokunnossapidolle, mutta sähköpuolella on osaamista logiikoista. Näin ollen sähkökunnossapito huoltaa erillislogiikat, mutta niiden kunnossapitovastuu säilyy automaatiokunnossapidossa.

## **7 Kunnossapidon työnkulkukaavio investointiprojekteihin**

Kunnossapidon työnkulkukaavio on laadittu haastatteluiden havaintojen perusteella. Työnkulkukaavio on ajallisesti rajattu toteutettavuusselvityksestä käyttöönottoon, koska esiselvitysvaiheeseen kunnossapito ei pääsääntöisesti osallistu. Työnkulkukaavio yllä-laidassa on investointiprojektin vaiheet ja kunnossapidon suorittamat valmistelut on sijoitettu investointiprojektin eri vaiheisiin. Valmistelevat toimet on laadittu ja yksi valmistelevat toimi sisältää otsikon sekä lyhyen sanallisen kuvauksen. Kunnossapidon työnkulkukaavio investointiprojekteihin on liitteenä 2.

Työnkulkukaavio lähtee liikkeelle ajatuksesta, jossa toteutettavuusselvitysvaiheessa kunnossapito määrittää ne toimet, joilla laitteen kunnossapitoon ja eheään elinkaareen valmistaudutaan. Määrittämisessä tulisi listata ammattialakohtaisesti kunnossapidon valmistelevat toimet sekä henkilö, joka kunnossapidosta suorittaa nämä valmistelut. Lisäksi tulisi nimetä henkilö, joka fasilitoi investointiprojektin aikaisia toimia. Alustavana ajatuksena on ollut, että käyttövarmuusinsinööri toimisi investointiprojektin aikaisena fasilitoijana. Käyttövarmuusinsinöörit osallistuvat jokaisen investointiprojektin kriittisyysluokitte- lujen laatimiseen, joten heillä on kunnossapidon ammattialojen yli yhteistyötä sekä laaja hahmotus investointiprojektin kokonaisuudesta. Toinen taho, joka toimii jokaisen kunnossapidon ammattialan yhdistäjänä, on kunnossapidon osastopäällikkö. Huomioiden osastopäällikön toimenkuvan on käyttövarmuusinsinööri luontevampi vaihtoehto fasilitoimaan kunnossapidon valmistelevia toimia.

Työnkulkukaaviossa jokaisen vaiheen loppuun on esitetty porttitarkastelua. Tässä koh- taa fasilitoijan tulisi tarkastaa, että kyseiseen investointiprojektin vaiheeseen määritetyt valmistelevat toimet on suoritettu. Mikäli jokin valmisteleva toimenpide on jätetty teke- mättä, kirjataan ylös syy, joka on johtanut toimenpiteen tekemättömyyteen. Jokaiseen investointiprojektin vaiheeseen on lisäksi sisällytetty seuraavan investointiprojektin vai- heen valmistelevien toimien suunnittelu. Tällöin kunnossapito on valmistautunut suori- tamaan valmistelevia toimenpiteitä ja mahdollisesti määrittänyt ajankohdan, jolloin suun- nitelmia kommentoidaan tai varaosa-asioita käsitellään.

## 8 Työnkulkukaavion auditointi

Työnkulkukaavion soveltumista kunnossapitotoimintaan tarkasteltiin kahdella eri investointiprojektilla. Tarkastelun kohteiksi valittiin tämän insinööriyön kirjoitushetkellä rakennusvaiheessa oleva asfalteenin poistoyksikön investointiprojekti sekä soihtukaasujen talteenoton pumpun uusinta. Soihtukaasujen talteenoton pumppu-uusinta suoritettiin huoltokatkoksessa vuonna 2015. Työnkulkukaaviossa esitettyjä valmistelevia toimenpiteitä verrattiin niihin toimenpiteisiin, joita kunnossapito on suorittanut investointiprojektien aikana.

### 8.1 Soihtukaasujen talteenoton pumpun uusinta

Soihtukaasusäiliön pisanerotuksessa käytetty pumppu uusittiin suuressa huoltokatkoksessa vuonna 2015. Huoltokatkoksessa yhdellä konekunnossapidon asiantuntijalla oli valvottavana useita pumppu-uusintoja. Kunnossapito kommentoi investointiprojektin suunnitelmia suunnittelutoimiston dokumenttienhallintajärjestelmän avulla. Muuten kunnossapito ei suorittanut valmistelevia toimenpiteitä ennen rakennusvaihetta. Rakennusvaiheessa kunnossapito hankki pumpun varaosat laitetoimittajan suositusten mukaisesti. Lisäksi rakennusvaiheessa kunnossapito kävi kenttäkierroksella havainnoimassa pumpun asennusta. Kenttäkierroksen havaintojen perusteella suoritettiin muutoksia asennuksissa. Pumpun asennuksia käytiin vielä kertaalleen kommentoimassa ennen luovutustarkastusta.

### 8.2 Asfalteenin poistoyksikkö

Toteutettavuusselvitysvaiheessa kunnossapidon toiminta oli hyvin yhteneväinen työnkulkukaavion kanssa. Kunnossapito kommentoi investointiprojektin eri toteutusvaihtoehtoja. Varsinaista kenttäkierrosta kunnossapito ja suunnittelija eivät tehneet, koska kyseessä on niin kutsuttu green field -projekti, eli investointiprojekti toteutetaan tyhjälle maa-alueelle. Tällöin vanha asennuskanta ei tule aiheuttamaan yllättäviä kustannuksia. Nesteellä käytetään osallistuvan suunnittelun periaatetta, jonka mukaan loppukäyttäjä, tässä tapauksessa tilaaja osallistuu suunnitteluun. [22.] Toteutettavuusselvitysvaiheessa investointiprojektin hankevastuinen muodosti osallistuvan suunnittelun ryhmän. Osallis-

tuvan suunnittelun ryhmän tehtävänä on ohjeistuksen mukaan muun muassa kommentoida investointiprojektin ratkaisuja sekä tarkastaa asennuksia. Osallistuvan suunnittelun ryhmä päätti sijoittaa kolme henkilöä kunnossapidon eri ammattialoista päätoimiseksi kyseiseen investointiprojektiin. Tällainen toimintamalli vastaa hyvin työnkulkukaaviossa mainittua kunnossapidon roolin määrittämistä.

Perussuunnitteluvaiheessa kunnossapidosta nimetyt kolme henkilöä osallistuivat aktiivisesti perussuunnittelun kommentointiin. He istuivat perussuunnitteluvaiheen ajan Neste Jacobsin suunnittelutoimiston tiloissa, jolloin investointiprojektin suunnittelijoiden ja kunnossapidon välinen vuorovaikutus toimi erittäin hyvin. Tällainen toimintamalli kommentointiin on harvinainen, koska se sitoo erittäin paljon kunnossapidon resursseja. Kyseinen investointiprojekti on katsottu Nesteelle strategisesti merkittäväksi, joten siihen on resursoitu paljon työtunteja kunnossapidosta. Työnkulkukaaviossa on mainittu kunnossapitovastuun määrittäminen perussuunnitteluvaiheessa uusille laitetypeille. Asfaltteihin erotusyksikköön tulee pelletointikoneita, joita vastaavia laitteita ei ole aikaisemmin käytetty jalostamolla. Pelletointikoneiden kunnossapitovastuusta on käyty keskustelua perussuunnitteluvaiheesta lähtien. Hankintavaiheessa laitekokonaisuuden varmistuttua pelletointikoneiden kunnossapitovastuu annettiin pyörivien laitteiden kunnossapidolle. Kunnossapitovastuun määrittäminen oli tiedostettu haastavaksi, joten siihen oli varauduttu ja asiasta käytiin keskustelua.

Kunnossapitosuunnitelman laatiminen on ajoitettu työnkulkukaaviossa hankintavaiheeseen. Kyseisessä investointiprojektissa varsinaisia kunnossapitosuunnitelmia ei ole laadittu, ainakaan pyöriville laitteille. Kunnossapitosuunnitelman laatiminen ei ole yksiselitteinen tehdä, koska laitteiden vikaantumisesta ei juurikaan ole tietoa. Tosin laitteiden vikaantumista voitaisiin peilata jo olemassa olevaan laitekantaan. Laitteiden kunnossapidettävyyttä on pohdittu laitevalintojen kommentoinneissa, joten tältä osin laitteiden kunnossapitoa on suunniteltu. Laitevalintojen kommentointiin ja tekniseen vertailuun osallistui kunnossapidon edustajia. Rakennusvaiheessa on kuitenkin tullut esille tilanteita, joissa laitevalintojen kommentoinneissa painotetut asiat eivät ole täysin toteutuneet laitehankinnoissa. Tämä voi johtua siitä, että eri tahot suorittavat laitetoimittajien kanssa hankintaneuvottelut ja tekniset vertailut. Lisäksi kustannukset ja muut syyt ovat voineet vaikuttaa kunnossapidon kommenttien osittaiseen sivuuttamiseen.

Rakennusvaiheessa kunnossapidon toiminta on pääosin vastannut työnkulkukaaviota. Investointiprojektiin nimettyjen kunnossapidon edustajien lisäksi osan kunnossapidon

ammattialojen aluevastaavat ja työnjohtajat ovat suorittaneet kiitettävästi kenttäkierroksia ja tarkastuksia. Tarkastuksissa on havaittu puutteita ja niistä on annettu korjauskehotoja. Tämä tulee helpottamaan osaluovutuksia rakennusvaiheen päätyttyä. Lisäksi lähtökohtaisesti huonoilta asennustavoilta vältytään. Auditoinnissa nousi esille, että laitetoimittajan teknisistä dokumenteista ei ole käyty keskustelua suunnittelun ja kunnossapidon välillä. Keskustelulle olisi tarvetta, koska tällä hetkellä Nesteen dokumenttienhallintajärjestelmään on siirtymässä vanhan kaavan mukaiset laitetoimittajan tekniset dokumentit. Laitetoimittajan teknisten dokumenttien lisäksi investointiprojektin aikana tuotetut selvitykset tulisi siirtää dokumenttienhallintajärjestelmään. Tällöin laitteen käytön aikana kunnossapidon ei mahdollisesti tarvitse toteuttaa samasta asiasta uutta selvitystä.

### 8.3 Auditoinnin havainnot

Investointiprojektit, joilla tarkasteltiin työnkulkukaavion soveltumista kunnossapitoon, olivat hyvin erilaisia. Toinen investointiprojekti oli kooltaan pieni ja vastaavasti toinen poikkeuksellisen suuri. Tällöin kunnossapidon resurssien käyttö ja valmistelevat toimet olivat hyvin eri laajuisia. Investointiprojektien laajuuden vaihtelut korostavat kunnossapidon roolin määrittämisen merkitystä investointiprojekti kohtaisesti. On tärkeää pohtia kunnossapidon näkökulmasta, kuinka paljon resursseja aiotaan kyseiseen investointiprojektiin käyttää.

Työnkulkukaavioon merkitty pienet tekniset muutokset -menettely koettiin turhaksi kunnossapidon näkökulmasta. Mikäli investointiprojektissa poiketaan spesifikaatiosta, joutuu suunnittelutoimisto perustelemaan suunnitelmiaan, miksi näin on toimittu. Lisäksi kunnossapidon ammattialasta riippuen spesifikaatiopoikkeamia saattaa tulla huomattava määrä. Esimerkiksi eristyspesifikaatiosta poiketaan asfalteenin poistoyksikön kohteissa investointiprojektissa lukuisia kertoja. Pienet tekniset muutokset -menettely veisi kunnossapidolta huomattavan määrän työtunteja, jotka voisi käyttää vaihtoehtoisien ratkaisujen kehittämiseen spesifikaatiopoikkeamille.

Ajatus seuraavan vaiheen suunnittelusta koettiin hyväksi työnkulkukaaviossa. Tällöin kunnossapidossa on varauduttu seuraavaan investointiprojektin vaiheeseen ja mahdollisesti sovittu ajankohta, jolloin valmisteluja tehdään. Tällöin olisi hankala perustella jo-

tain tekemätöntä asiaa sillä, että asiaan havahduttiin liian myöhään. Erilaisia kunnossapidon suorittamia tarkastuksia on myös hyvä suunnitella ja sopia hyvissä ajoin. Kokonaisuudessaan työnkulkukaavio koettiin auditoinneissa hyväksi, koska siinä on vaihteittain selkeät tehtävät, jotka tulisi suorittaa tai ainakin pohtia, soveltuvatko ne kyseiseen investointiprojektiin. Työnkulkukaavion avulla on mahdollista yhtenäistää kunnossapidon toimintamalleja. Työnkulkukaaviota käytettäessä on tärkeää muistaa huomioida investointiprojektin laajuus.

## 9 Yhteenveto

Insinööriyö toteutettiin haastattelemalla Nesteen kunnossapidon aluevastaavia sekä työnjohtajia kunnossapidon varautumisesta investoinnin käyttöönottoon. Haastatteluiden avulla sai kattavan kuvan kunnossapidon toiminnasta investointiprojekteissa. Haastattelujen perusteella kunnossapidon investointiprojektikäytännöissä on suuria vaihtelevia ammattialoittain. Haastatteluista tuli vaikutelma, jonka mukaan kunnossapidon toiminta henkilöityy. Osa kunnossapidon henkilökunnasta haluaa kehittää kunnossapidon toimintaa ja tuoda kunnossapidon näkökulmaa investointiprojekteihin. Vastaavasti osa kokee, että toimintamalli on riittävän hyvä ja asiat ovat ratkenneet aina tavalla tai toisella. Erityisesti sähkö- ja automaatiokunnossapidon toiminta teki vaikutuksen insinööriyön tekijään.

Kunnossapidon ammattialat ovat luonteeltaan erilaisia, mikä osittain selittää ammattialakohtaisia eroavaisuuksia investointiprojektikäytännöissä. Esimerkiksi mekaanisten laitteiden vikaantuminen on hyvin erilaista, kuin sähkö- tai automaatiojärjestelmien. Lämmönvaihtimen vikaantumiseen vaikuttaa virtaavan aineen lämpötila sekä rikki- tai vetypitoisuus. Automaatiojärjestelmän vikaantumiseen vaikuttaa tyypillisesti erilaiset sähköiset häiriöt sekä elektroniikkakomponenttien vikaantuminen. Vastaavasti pyörivien laitteiden vikaantumiseen voi vaikuttaa väärän voiteluöljyn käyttö tai huolimattomasti tehty linjaus. Näin ollen kunnossapidon eri ammattialojen kunnossapitovaatimukset ovat erilaisia ja sitä kautta myös ammattialojen osallistuminen investointiprojekteihin on vaihtelevaa. Kunnossapidon resursseissa on ammattialakohtaisesti myös vaihtelua, mikä rajoittaa osaltaan mahdollisuutta vaikuttaa laitteen kunnossapitoon, sen elinkaaren alkumetreillä.

Kunnossapidon haastattelujen havainnoista koottiin työnkulkukaavio. Työnkulkukaavioiden käyttämiseen sisältyy haasteita. Työnkulkukaaviot laatii tavanomaisesti henkilö, joka

ei päivittäin työskentele kunnossapitotöiden parissa. Tästä seuraa, että kaaviot ovat teoreettisia eivätkä välttämättä jalkaudu käytäntöön kunnossapidossa. Työntekijöitä voi olla haastavaa saada sitoutumaan työnkulkukaavioon, joka teoriassa toimii hyvin, mutta käytännön haasteiden vaikutuksesta ei sovellu ongelmitta kunnossapitoon. Käytännön haasteet voivat liittyä kunnossapidon resursointiin, vaihteleviin johtamiskäytäntöihin tai muihin syihin.

Insinöörityön suurin hyöty on haastatteluiden avulla kerätyissä parhaissa käytännöissä. Haastatteluiden havainnot osiossa esitetyt kunnossapidon valmistelevat toimet ovat nousseet esille useassa haastattelussa ja käsittelevät investointiprojekteissa havaittuja ongelmakohtia. Nämä parhaat käytännöt ovat lähtökohtaisesti tuttuja jokaiselle kunnossapidossa työskentelevälle. Ajatuksena on terävöittää laitteiden elinkaariajattelua ja aloittaa laitteiden kunnossapito jo investointivaiheessa. Tässä onnistuminen vaatii tarpeen mukaan panostusta myös kunnossapidon päällikkötasolla, esimerkiksi riittävien resurssien takaamisena. Olennaista on tunnistaa investoinnin laajuus ja vaikutus kokonaisuuteen, jotta kunnossapidon resurssit osataan kohdistaa oikein.



## Lähteet

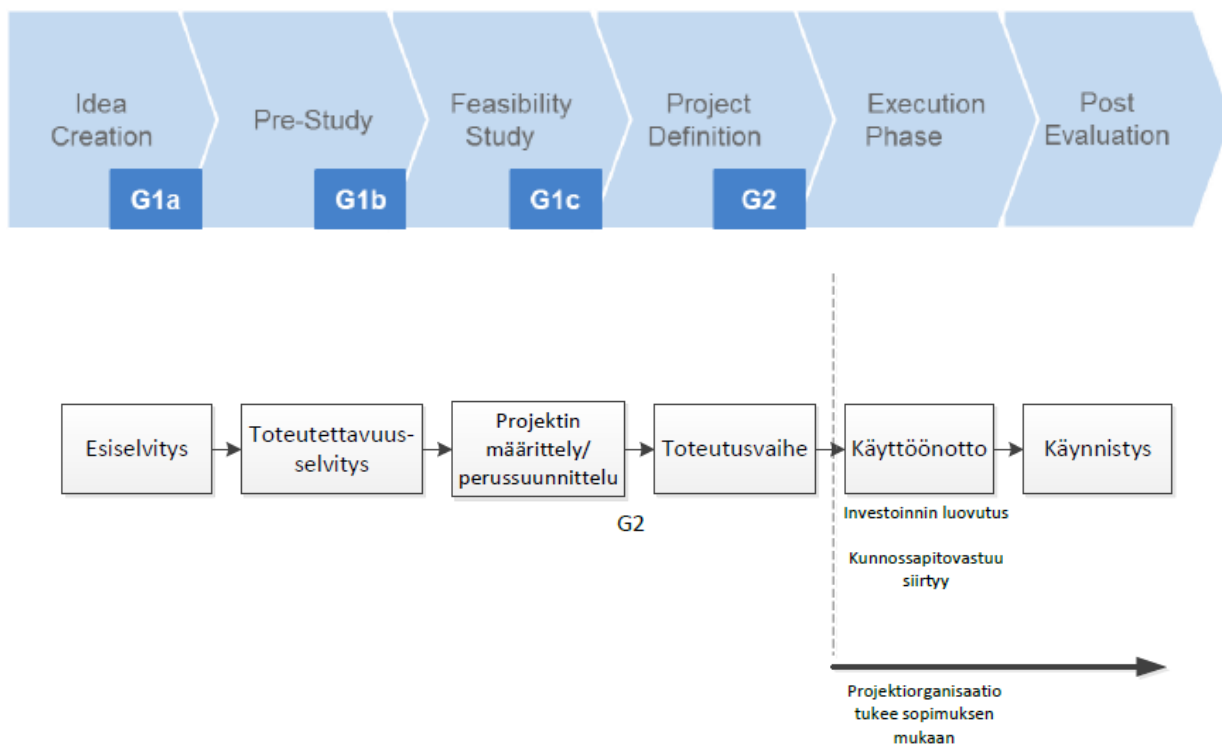
- 1 Jokinen, Petri. 2015. Project Handbook for Plant Investment Projects. Koulutusdokumentti. Neste Oyj.
- 2 PSK 6201 -standardi. 2011.
- 3 Järviö, Jorma. 2012. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy.
- 4 Tehosta vikaantumisen seuranta. 2013. Promaint-kunnossapitoyhdistys. Verkko-dokumentti. <<http://www.promaintlehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Tehosta-vikaantumisen-seuranta>>. Luettu 6.10.2016.
- 5 Moore, Ron. 2004. Making Common Sense Common Practice models for manufacturing excellence. Kolmas julkaisu. Burlington, USA. Elsevier Inc.
- 6 Otranen, Petteri. 2016. Työnsuunnittelija, Neste Oyj, Porvoo. Keskustelut kesällä 2016.
- 7 Hamström, Jonas. 2016. Kunnossapitoinsinööri, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 11.10.2016.
- 8 Sorvari, Aksu. 2016. Teline- ja eristysaluevastaava, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 18.10.2016.
- 9 Halonen, Mika. 2016. Kunnossapitoinsinööri, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 21.10.2016.
- 10 Askola, Petri. 2016. Kunnossapitomestari, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 12.10.2016.
- 11 Timonen, Jyrki. 2016. Aluevastaava, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 24.10.2016.
- 12 Otranen, Petteri. 2016. Työnsuunnittelija, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 27.10.2016.
- 13 Heikkilä, Mika. 2016. Työnsuunnittelija, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 1.11.2016.
- 14 Savolainen, Ilkka. 2016. Varastotoimintojen esimies, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 3.11.2016.
- 15 Heikkilä, Ville. 2016. Käyttövarmuusinsinööri, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 8.11.2016.

- 16 Viinikainen, Ville-Veikko. 2016. Käyttövarmuusinsinööri, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 8.11.2016.
- 17 Vepsäläinen, Pasi. 2016. Automaatiotyönjohtaja, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 9.11.2016.
- 18 Parhamaa, Pasi. 2016. Kunnossapitoinsinööri, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 14.11.2016.
- 19 Naumanen, Misa. 2016. Kunnossapitopäällikkö, Neste Oyj, Porvoo. Haastattelu 17.11.2016.
- 20 Ylitalo-Kallio, Päivi. Osallistuva suunnittelu. 2012. Verkkodokumentti. <[https://wiki.metropolia.fi/download/attachments/30268653/ITIMS53\\_kirjoitelma\\_PD\\_paiviyk.pdf?version=1&modificationDate=1342507461000](https://wiki.metropolia.fi/download/attachments/30268653/ITIMS53_kirjoitelma_PD_paiviyk.pdf?version=1&modificationDate=1342507461000)>. Luettu 25.11.2016.

## Haastattelupohja

Nimi:

Tehtävä ja kunnossapidon organisaatio:



Mitä haasteita kunnossapidolla on ollut aikaisemmissa investoinneissa käyttöönoton jälkeen?:

-

Mitä kunnossapitovalmiutta nostavia tehtäviä kunnossapidolla on investoinnin aikana?:

-

Mitkä asiat tai kunnossapidon valmistelevat toimet ovat kunnossapidon näkökulmasta onnistuneet investointiprojekteissa?:

-

Mitkä asiat tai kunnossapidon valmistelevat toimet ovat kunnossapidon näkökulmasta epäonnistuneet investointiprojekteissa?:

-

Mitä M+-kunnossapitojärjestelmässä on oltava tehtynä, jotta kunnossapitovalmius olisi mahdollisimman hyvä? Mitä tehtäviä NJ:llä ja muilla toimijoilla on M+ liittyen? Mitä tehtäviä kunnossapidon on tehtävä M+ liittyen?:

-

Miten sijoittaisit seuraavat kunnossapidon valmistelevat toimet investoinnin eri vaiheisiin? Mitä tietoja tarvitaan, jotta toimenpide voidaan suorittaa?:

**kunnossapitosuunnitelma (EH, budjetti, yms.)**

**laitetietojen vienti M+ tietokantaa**

**laitteet ja niiden kunnossapitovastuu on määritetty**

**kenttäkierros suunnittelijan ja kunnossapidon toimesta**

**koulutusten järjestäminen**

**varaosien hankinta**

**katselmukset**

**kommentointi (myös laitetoimittajan tekniset dokumentit)**

Onko huomioita tai kommentteja aikaisemmassa kysymyksessä esitettyihin valmisteleviin toimiin?:

-

## Kunnossapidon työkulkukaavio investointiprojekteihin

Kunnossapidon työkulkukaavio investointiprojekteihin						
Toteutettavuus selvitys		Perussuunnittelu		Toteutusvaihe		Ennen luovutusta
				hankinta	rakennusvaihe	
				toteutussuunnittelu		
<p><b>Kommentointi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toteutettavuus selvityksen kommentointi</li> </ul>	<p><b>Kommentointi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perussuunnittelun kommentointi</li> </ul>	<p><b>Kommentointi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toteutussuunnittelun kommentointi</li> </ul>	<p><b>Kommentointi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laitteiden hankintojen kommentointi [aluevastaava]</li> </ul>	<p><b>Kommentointi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asennusten tarkastukset ja kommentointi</li> </ul>	<p><b>Laitteiden teknisten tietojen hyväksyminen</b> [aluevastaava]</p>	<p><b>Laitteiden teknisten tietojen hyväksyminen</b> [aluevastaava]</p>
<p><b>Kenttäkierrros</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunnossapito ja suunnittelija käyvät tarkastamassa kohteen. Huomio vanhoihin laitteisiin, kaapelireitteihin yms.</li> </ul>	<p><b>Kunnossapitovastuun määrittäminen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uusille laitetyyppille tulee määrittää kunnossapitovastuu, jotta kunnossapidossa tiedetään kenen tulee kommentoida yms. [kunnossapitopäällikkö]</li> </ul>	<p><b>Katselmointi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3D-mallin katselmointi. Huomioi kunnossapidettävyyttä [työsuunnittelija, johtaja]</li> </ul>	<p><b>Laitteet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laitteiden yleisen tietojen hyväksyminen [aluevastaava]</li> </ul>	<p><b>Katselmointi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asennuksissa huomio kunnossapidettävyyteen ja asennustapaan</li> </ul>	<p><b>Osaluovutukset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armattalakohtaisen osaluovutusten suorittaminen</li> </ul>	<p><b>Osaluovutukset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armattalakohtaisen osaluovutusten suorittaminen</li> </ul>
<p><b>Kunnossapidon roolin määrittäminen investoinnissa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Listataan toimet, joilla valmistaudutaan laitteiden kunnossapitoon niiden koko elinkaaren ajalle. Lisäksi nimitetään henkilö, joka projektin aikana fasilitoi toimia.</li> </ul>	<p><b>Seuraavan vaiheen suunnittelu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toteutussuunnitteluvaiheen valmistelevien toimien suunnittelu</li> </ul>	<p><b>PTM-käsittely</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PTM-käsittely, mikäli poiketaan spesifikaatiosta</li> </ul>	<p><b>Varaosat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Varaosalistan kommentointi. Mikäli projekti ei hanki varaosia, niiden tilaaminen laite- ja osaluovutuksen perusteella. [aluevastaava]</li> </ul>	<p><b>Kenttäkierrros</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alueeseen ja laitteisiin tutustuminen. Hyvä suunnitella kunnossapitoa paikan päällä, esim. tähän asennetaan telineet huollon aikana yms.</li> </ul>	<p><b>Koulutus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uusien laitetyyppien tai mallien kohdalla on hyvä pohtia koulutuksen tarvetta laiteohjaintajan kanssa.</li> </ul>	<p><b>Koulutus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uusien laitetyyppien tai mallien kohdalla on hyvä pohtia koulutuksen tarvetta laiteohjaintajan kanssa.</li> </ul>
<p><b>Seuraavan vaiheen suunnittelu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perussuunnitteluvaiheen valmistelevien toimien suunnittelu</li> </ul>	<p><b>Seuraavan vaiheen suunnittelu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PTM-käsittely, mikäli poiketaan spesifikaatiosta [kunnossapitopäällikkö]</li> </ul>	<p><b>Seuraavan vaiheen suunnittelu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hankintavaiheen valmistelevien toimien suunnittelu</li> </ul>	<p><b>Varaosat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Varaosalistan kommentointi. Mikäli projekti ei hanki varaosia, niiden tilaaminen laite- ja osaluovutuksen perusteella. [aluevastaava]</li> </ul>	<p><b>PTM-käsittely</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PTM-käsittely, mikäli poiketaan spesifikaatiosta</li> </ul>	<p><b>Laittoimittajan tek.dok. listaus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunnossapito käy suunnittelijan kanssa läpi, mitkä laiteohjaintajan tekniset dokumentit kunnossapito haluaa SPF:ään</li> </ul>	<p><b>Laittoimittajan tek.dok. listaus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunnossapito käy suunnittelijan kanssa läpi, mitkä laiteohjaintajan tekniset dokumentit kunnossapito haluaa SPF:ään</li> </ul>
<p>Porttiarkastelu •</p>	<p>Porttiarkastelu •</p>	<p>Porttiarkastelu •</p>	<p>Porttiarkastelu •</p>	<p>Porttiarkastelu •</p>	<p>Porttiarkastelu •</p>	<p>Porttiarkastelu •</p>

### VALMISTELEVAT TOIMET