



Karelia-ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)

# Tarkkailujärjestelmä osana yrityksen kunnossapitoa

Antti Papinniemi

Opinnäytetyö, toukokuu 2023

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2023  
Konetekniikan koulutus

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

Tekijä(t)  
Antti Papinniemi

Nimeke  
Tarkkailujärjestelmä osana yrityksen kunnossapitoa

Toimeksiantaja  
Stora Enso Oyj Enocell

#### Tiivistelmä

Opinnäytetyössä selvitettiin, voiko ehkäisevää kunnossapitoa kohdentaa prosessilaitteesta tehtyjen ennalta määrättyjen havaintojen perusteella. Opinnäytetyön perusteena käytettiin käyttövarmuuteen vaikuttamista ehkäisevän kunnossapidon oikea-aikaisella toiminnalla. Lisäksi opinnäytetyötä tuki tarve selvittää, minkälaisia havaintoja ehkäisevässä kunnossapidossa olisi syytä käyttää.

Opinnäytetyön aikana perehdyttiin Stora Enso Oyj Enocellin tehtaan kunnossapito-organisaatioon seuraamalla sen päivittäistä toimintaa. Perehtymisen avulla luotiin käsitys tutkittavasta aihe-alueesta sekä toimeksiantajan toiminnasta. Tämä tuki opinnäytetyön suorittamista.

Tuloksena opinnäytetyöstä tuotettiin määritelmä tarkkailujärjestelmästä, ehdotettiin uusia tarkkailujärjestelmiä ja arvioitiin niiden saattamista osaksi toimeksiantajan käyttöä. Myös käyttövarmuuteen vaikuttamista tarkasteltiin. Saavutettujen tulosten perusteella vastattiin asetettuun tehtävään. Tulokset toimivat lähtökohtana mahdollisesti myöhemmälle tutkimukselle ottaa tarkkailujärjestelmä ehkäisevän kunnossapidon käyttöön.

Kieli  
suomi

Sivuja 58  
Liitteet 3  
Liitesivumäärä 24

Asiasanat  
Kunnossapito, käyttövarmuus, tarkkailu



THESIS  
May 2023  
Degree Programme in Mechanical Engineering

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author (s)  
Antti Papinniemi

Title  
Monitoring System as Part of Company Maintenance

Commissioned by  
Stora Enso Oyj Enocell

#### Abstract

The aim of this thesis was to study whether preventive maintenance could be targeted based on observations of the process equipment. The basis of this thesis was to influence to reliability using correct timely actions of preventive maintenance. In addition, the thesis sought to identify the types of observations that should be utilized in preventive maintenance.

During the thesis, the maintenance organisation of the Stora Enso Enocell factory was familiarized with by observing its daily operations. Based on that, an understanding was created of the researched subject area and the client's operations.

The outcome of the thesis resulted in the definition of a monitoring system, proposal of new monitoring systems and an estimate of their use in the client company. The influence on operational reliability was also considered. These results supported the aim of thesis and serve as the starting point for further study on implementing these monitoring systems.

Language  
Finnish

Pages 58  
Appendices 3  
Pages of Appendices 24

Keywords  
maintenance, monitoring, dependability

# Sisältö

1	Johdanto .....	5
1.1	Kunnossapito .....	5
1.2	Opinnäytetyön aihe .....	6
1.3	Stora Enso Oyj Enocell .....	6
1.4	Toimeksianto .....	7
1.5	Rajaus .....	8
1.6	Tavoitteet .....	9
2	Kirjallisuuskatsaus .....	10
2.1	Käyttövarmuus ja käytettävyys .....	10
2.2	Toimintavarmuus .....	12
2.3	Kunnossapidettävyys .....	14
2.4	Kunnossapitovarmuus .....	15
2.5	Aikakäsitteet .....	15
2.6	Ehkäisevä kunnossapito .....	17
2.7	Ennakkohuolto ja sen ajoitus .....	19
2.8	Diagnostiikka .....	21
3	Toiminnallinen osuus .....	23
3.1	Työvaiheet .....	23
3.2	Tiedon kartoitus ja työvaiheiden suorittaminen .....	23
4	Opinnäytetyön tulokset .....	25
4.1	Tarkkailujärjestelmän määrittelmä .....	25
4.2	Käyttövarmuus ja tarkkailujärjestelmä .....	26
4.3	Kunnossapidon kohdentaminen .....	27
4.4	Tarkkailujärjestelmät .....	29
4.4.1	Laitteen käyttötiedot .....	29
4.4.2	Vika- ja kunnossapitoilmoitukset .....	30
4.4.3	Kunto työn jälkeen .....	31
4.5	Arvio tarkkailujärjestelmien toteuttamisesta .....	32
5	Pohdinta .....	32
	Lähteet .....	34

## Liitteet

- Liite 1      Triggerin määrittelmä
- Liite 2      Triggeriehdotukset
- Liite 3      Arviointi triggeriehdotuksista

# 1 Johdanto

## 1.1 Kunnossapito

Tuotteen valmistukseen tarvitaan tuotantolaitteisto. Prosessiteollisuudessa tuotantolaitteita ovat ne kaikki laitteet, jotka osallistuvat prosessiin. Prosessin lopputuloksena on valmis tuote. Prosessilaitteita, kuten myös prosesseja, on erilaisia riippuen niille määrätystä tehtävästä.

Tehtävän suorittamiseksi laitteen on oltava tilassa, jossa se pystyy suorittamaan tehtävänsä. Tapa, jolla prosessissa olevaa laitetta pidetään kyseisessä tilassa, määräytyy kunnossapitosuunnitelman ja -strategian mukaan. Näitä sääntöjä noudattamalla laite pidetään toiminnallisessa tilassa ja vältetään sen toimintakelvottomuus. Konkreettisine keinoina tässä käytetään kunnossapitotoimia. (SFS-EN 13306, 2017, 12.)

Standardin SFS-EN 13306:2017 mukaan kunnossapitotoimet ovat ehkäiseviä tai korjaavia. Erona näiden kahden toimen välillä on vikaantumisen havaitseminen. Ehkäisevässä kunnossapidossa vikaantuminen ei ole vielä aiheuttanut laitteen toimintakelvottomuutta. (SFS-EN 13306, 2017, 12.)

Toimenpiteiden tarkempi kohdistaminen riippuu puolestaan kunnossapitoa suorittavasta organisaatiosta. Perusteena toimenpiteiden kohdistamisessa voidaan käyttää havaintoja laitteesta. Havainnoimisen lisäksi laitteelle aikaisemmin valitut triggerit voivat olla myös yhtenä perusteena kunnossapitotoimien valinnan päättämisessä.

Triggerit ovat eräänlaisia automaattisia ilmoituksia ja havaintoja laitteesta, joita seuraamalla saadaan tietoa laitteen suorituskyvystä tai sen heikentymisestä ja mahdollisesta alkavasta vikaantumisesta. Ilmoitukset ohjaavat ehkäisevän kunnossapitotoimien valintaa, jonka seurauksena toimien kohdistaminen on johdonmukaista sekä perusteltua.

## 1.2 Opinnäytetyön aihe

Opinnäytetyön aiheena on pohtia kohdassa 1.1 esitettyjä ehkäisevän kunnossapidon triggereitä, eli ilmoituksia, ja kunnossapitotoimien oikein kohdistamista. Kirjallinen osuus opinnäytetyössä pohjautuu käyttövarmuuteen vaikuttamiseen toimintavarmuuden, kunnossapidettävyyden ja kunnossapitovarmuuden avulla. Oikein kohdistetut toimenpiteet kunnossapidossa vaikuttavat laitteen käyttövarmuuteen. Tässä triggereillä on suora vaikutus. Toiminnallisessa osuudessa pohditaan toimeksiantajan jo olemassa olevia havainnointitapoja. Lisäksi käsitellään uusien triggereiden luomista ja niiden käytön arviointia kunnossapidon toiminnan tukena.

Tähän mennessä toimeksiantajayrityksellä on ollut kaksi triggeriä: aika ja öljyanalyysi. Laitteelle on sovittu aikajakso, jonka perusteella suoritetaan valittu ehkäisevä kunnossapitotoimi, kuten esimerkiksi ennakkohuolto. Öljyanalyysin perusteella voidaan laitteen voiteluöljy palauttaa raja-arvoihin puhdistamalla tai öljynvaihdoilla, mikäli analyysi antaa siihen viitteitä.

Muita triggereitä ei toimeksiantajalla ole ollut käytössä. Opinnäytetyössä on tarkoitus tuottaa kyseisiä triggereitä. Työn tuloksena luodut triggerit voivat soveltua myös korjaavaan kunnossapidon kohdistamisen perusteeksi. Ensisijaisesti opinnäytetyö keskittyy kuitenkin ehkäisevään kunnossapitoon.

## 1.3 Stora Enso Oyj Enocell

Toimeksiantajana opinnäytetyölle toimii Stora Enso Enocellin sellutehdas. Stora Enso konsernina toimittaa uusiutuvia tuotteita useille eri teollisuudenaloille. Yritys toimii Suomessa ja Euroopassa, mutta sillä on myös tuotantoyksiköitä useissa maanosissa. Yrityksen toiminta on siis hyvin kansainvälistä. Konsernissa on noin 21 000 työntekijää. Stora Enson liikevaihto vuonna 2022 oli 11,7 miljardia euroa. (Stora Enso 2023.)

Joensuun Uimaharjulla sijaitsee Stora Enso Oyj:n Biomaterials divisioonan tuotantoyksikkö Enocell. Samalla tehdasalueella sijaitsee Uimaharjun saha ja Enocellin sellutehdas. Sellutehdas on toiminut vuodesta 1967 alkaen ja tuottaa tänä päivänä havupuusellua 630 000 tonnia vuodessa. Sivutuotteina syntyy mäntyöljyä ja tärpättiä. Tehtaalla on oma voimalaitos, joka polttoaineenaan käyttää puunkäsittelyssä syntynyttä kuorta. Voimalaitos tuottaa sähköä yli tehtaan oman tarpeen ja siksi ylimääräinen sähkö myydään valtakunnan verkkoon. Tehtaalla työskentelee pääsääntöisesti yli 300 henkilöä. Lisäksi Enocellin tehdas työllistää Pohjois-Karjalan yrityksiä ja toimijoita alueellaan. (Tervetuloa Enocelliin 2022.)

#### **1.4 Toimeksianto**

Stora Enso Oyj Enocellin tehtaan kunnossapito on jaettu operatiiviseen ja kehityksestä vastaavaan organisaatioon. Operatiivinen organisaatio keskittyy suorittamaan vikakorjauksia, mutta valmistele ja suunnittelee myös osaltaan tulevia vuosi- ja tuotantolinjaseisakkien aikaisia töitä.

Opinnäytetyö sijoittuu kunnossapidon kehityksestä vastaavaan organisaatioon. Kehitysorganisaation vastuualueeseen kuuluu koko tehdasalueella suoritettava ehkäisevä ja ennakoiva kunnossapito. Toimenpiteinä tämä sisältää esimerkiksi laitteiden ennakkohuollot, voitelut, kunnonvalvontamittaukset ja määräaikaivaihdot. Kehitysorganisaation tehtävänä on siis suorittaa prosessilaitteille suunnitellut ennakkohuollot.

Kunnossapidon kehitysorganisaatio keskittyy nimensä mukaisesti kehittämään sellutehtaan mekaanista kunnossapitoa. Opinnäytetyön tavoite on toimintaa kehittävää ja siksi toimeksiantajana toimii edellä mainittu organisaatio. Tämän takia opinnäytetyö on tuloksestaan riippumatta kunnossapitoa kehittävää selvitystyötä.

Toimeksiantaja on pitkään etsinyt keinoja, joilla se pystyisi tarkemmin kohdistamaan ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteitä ja seuraamaan niiden toteutumista. Muun muassa triggereiden käyttö on pohdituttanut organisaatiota.

Laajempaa selvitystä, mitä nämä triggerit voisivat olla, ei ole aikaisemmin tehty. Tarve kyseiselle selvitystyölle on siis ilmeinen.

Selvityksellä toimeksiantaja haluaa parantaa omaa käyttövarmuuttaan ja vähentää turhaan tehtyä ehkäisevää kunnossapitotyötä. Turhalla työllä tarkoitetaan ehkäisevien toimenpiteiden väärin kohdistamista, kuten tarpeettomia määräaikaisvaihtoja. Myös vikakorjausten vähentäminen on toimeksiantajan tavoitteena. Laitteiden aikataulutettu vaihtaminen suunnitellusti seisakkien aikana on tavoiteltu vaihtoehto häiriökorjauksen sijaan.

Esimerkiksi öljynvaihto ja aika ovat yleisesti käytettyjä triggereitä kunnossapitotoimien oikeinkohdistamisessa. Öljynvaihto toimenpiteenä voidaan suorittaa tietyn aikajaksojen välein, mutta sen oikein jaksottaminen on tärkeää. Toimenpiteen voi siis suorittaa liian usein, tai liian aikaisin. Tuloksena voi olla turhaan käytettyjä resursseja, tai laitteen mahdollinen vikaantuminen. Toinen näistä triggereistä, eli aika, ohjaa ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteiden kohdistamista.

Tämänkaltaisia triggereitä on toimeksiannossa tarkoitus selvittää ja pohtia muita ilmoituksia, eli triggereitä, pelkän ajan lisäksi. Näiden ilmoitusten luominen sekä niiden mahdollinen hyödyntäminen Enocellin tehtaassa käytössä on osa toimeksiantoa. Talouteen ja kannattavuuteen liittyvät kysymykset jäävät opinnäytetyön rajauksen ulkopuolelle.

Lisäksi toimeksiantajan kesken on sovittu perehtymisestä kunnossapidon kehitysorganisaation toimintaan Enocellin tehtaalla. Opinnäytetyö suoritetaan siis osaksi paikan päällä tietoa keräten sekä organisaatioon tutustuen.

## **1.5 Rajaus**

Opinnäytetyön viitekehyksenä käytetään vaikuttamista käyttövarmuuteen, joka puolestaan vaikuttaa laitteen luotettavuuteen. Käyttövarmuus koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapitovarmuudesta ja kunnossapidettävyydestä. Edellä



mainitut käsitteet vaikuttavat osaltaan käyttövarmuuteen, ja siksi ne kuuluvat opinnäytetyön rajauksen sisäpuolelle, ja siksi niitä tullaan opinnäytetyössä pohtimaan.

Kunnossapitovarmuus vaikuttaa siis osaltaan luotettavuuteen, mutta opinnäytetyössä rajataan pois laatuun vaikuttaminen kunnossapitovarmuuden kautta. Kuitenkin käyttövarmuuteen viitataan ja esitetään siihen vaikuttavia tekijöitä.

Teoreettinen rajaus käsittelee sitä, mistä käyttövarmuus koostuu, ja mikä tähän vaikuttaa. Erityisesti opinnäytetyö keskittyy triggereiden hyödyntämiseen ja yleiseen toimintatapaan, jolla päätetään ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteistä nojaten teoreettiseen tietoon.

Toimeksiantajan asettama rajaus opinnäytetyölle keskittyy mekaanisen kunnossapidon toimintaan. Rajaukseen kuuluu tarkastella ja pohtia ainoastaan mekaanisen kunnossapidon sisäistä toimintaa. Automaatio ja sähkökunnossapito ovat rajauksen ulkopuolella eikä niiden toimintaa käsitellä tässä opinnäytetyössä. Lisäksi opinnäytetyö ei ota kantaa Stora Enso Enocellin hallintoon tai yleiseen toimintakulttuuriin.

Rajauksen yhteydessä mainitaan lisäksi toimeksiantajan osuus ympäristöön vaikuttamisessa. Vaikutus syntyy kunnossapidon toimenpiteiden oikein kohdistamisesta. Esimerkiksi öljynvaihtotyöstä syntyy turhaa ongelmajätettä, jos kyseinen työ ei ole perusteltu. Tällöin opinnäytetyöllä ja kunnossapitotoimien tarpeellisuudella voi olla suurikin merkitys. Myös taloudellinen näkemys kyseisessä esimerkissä on oleellinen. Taloudellisiin asioihin ja ympäristöön vaikuttaminen ei kuitenkaan kuulu opinnäytetyöhön.

## **1.6 Tavoitteet**

Opinnäytetyön tavoitteena on vastata Enocellin asettamaan toimeksiantoon. Tavoitteena toimeksiannossa on triggereiden tunnistaminen, niiden luominen sekä mahdollinen suositus käyttämisestä kunnossapidon tukena jatkossa.

Opinnäytetyön tavoitteena on myös perustella triggereiden merkitys käyttövarmuuteen ja tuoda esille näiden vaikutus ehkäisevän kunnossapidon toimintaan.

Asetetussa tavoitteessa on lisäksi mahdollisuus siihen, että luodut triggerit kunnossapidon tueksi eivät sovellu Enocellin käyttöön. Tällöin on kuitenkin vastattu esitettyyn kysymykseen ja tuotettu tietoa toimeksiannon mukaisesti. Vaikka tulos olisi mainitun kaltainen, se ei vaikuta opinnäytetyön arviointiin toimeksiantajan puolesta. Ei ole kuitenkaan poissuljettu, että otettaisiin joitakin triggereitä toimeksiantajan käyttöön jo selvitystyön aikana.

Opinnäytetyön konkreettisia tavoitteita on puolestaan tuottaa toimenpiteitä, suosituksia, kehotuksia, tai keinoja, joilla pystytään kohdistamaan ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteitä sekä perustelemaan niiden tarpeellisuutta. Näin ollen opinnäytetyölle asetettu toimeksianto tulisi suoritetuksi. Myös laitekohtaisen käyttövarmuuden parantuminen on suotava tulos.

Opinnäytetyön teoreettisen osuuden tavoitteena on tuoda esille käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät ja kuinka niihin pystytään vaikuttamaan triggereiden avulla. Lisäksi kirjallisessa osiossa esitetty tieto antaa laajemman kuvan kunnossapidon ja ehkäisevän kunnossapidon toiminnasta sekä niiden merkityksestä.

## **2 Kirjallisuuskatsaus**

### **2.1 Käyttövarmuus ja käytettävyys**

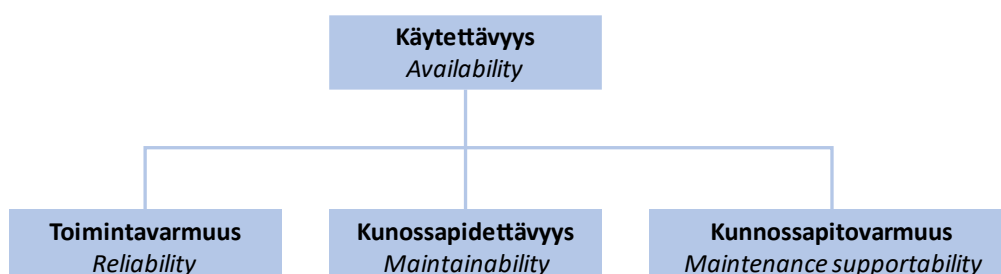
Käyttövarmuudella tarkoitetaan luotettavuutta tai käytettävyttä (eng. dependability). Käyttövarmuutta on käytetty kuvastamaan tuotteen tai palvelun aikaliitännäisiä laatuominaisuuksia. Se on kuitenkin kohteen kyky toimia sillä vaaditulla tavalla, joka siltä on kunakin hetkenä vaadittu. (Järviö & Lehtiö 2017, 54.)

Käyttövarmuuden ominaispiirre sisältää käytettävyyden ja siihen vaikuttavat tekijät (toimintavarmuus, korjattavuus, kunnossapidettävyyden, kunnossapitovarmuus) ja, jossain tapauksissa kulutuskestävyys, taloudellisuus, eheys, turvallisuus (safety), turvaaminen (security) sekä käyttöolosuhteet (Järviö & Lehtiö 2017, 54).

Järviön ja Lehtiön tavoin standardi SFS-EN 13306 (2017, 6) määrittelee käsitteen 'käyttövarmuus' samantyyllisesti:

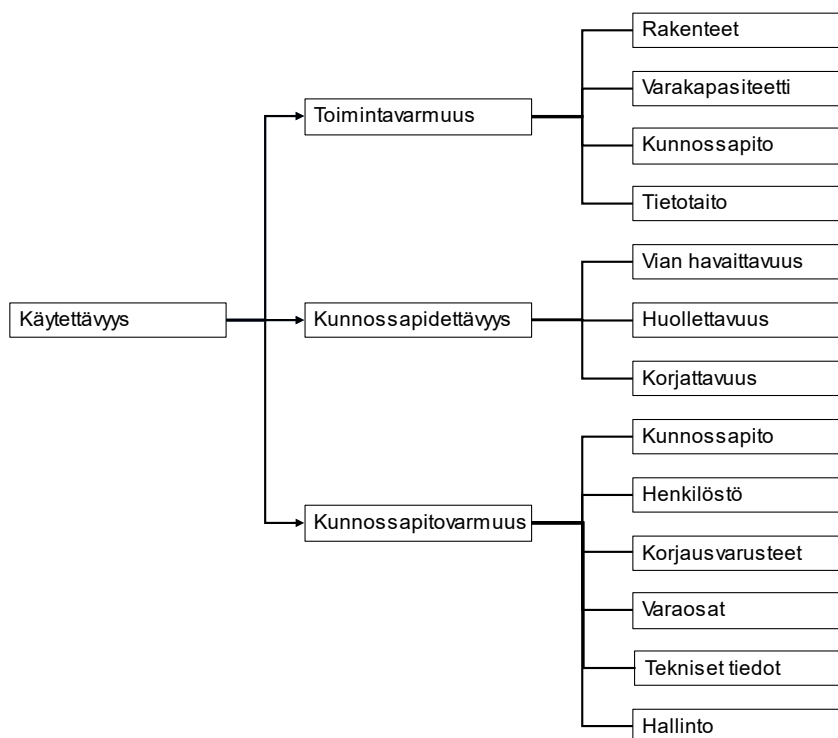
Kyky toimia vaaditulla tavalla – – Käyttövarmuus sisältää käytettävyyden, turvallisuuden (safety), turvaamisen (security), kestävyuden, taloudellisuuden ja niihin vaikuttavat tekijät (toimintavarmuuden, kunnossapidettävyyden, kunnossapitovarmuuden, käyttöolosuhteet ja käyttötavan). – – Käyttövarmuutta käytetään yleisterminä kohteen aikasidon naisille laatuominaisuuksille. (SFS-EN 13306, 2017, 6.)

Käyttövarmuuteen vaikuttaa siis toimintavarmuus, kunnossapidettävyyden ja kunnossapitovarmuus, mutta niiden lisäksi muut tekijät, kuten turvallisuus. Kohteen käytettävyyden (eng. availability) puolestaan tarkoittaa sen kykyä olla siinä tilassa, jossa se pystyy suorittamaan tehtävänsä, ja jossa ulkoiset resurssit ovat saatavilla. Kyky riippuu laitteen toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä, korjattavuudesta ja kunnossapitovarmuuden yhteisvaikutuksesta. Käytettävyyden käsitteenä on siis ainoastaan kunnossapidon resursseista riippuvainen. Kuviossa 1 havainnollisesta käytettävyyden vaikuttavat tekijät. (Järviö & Lehtiö 2017, 54.)



Kuvio 1. Luotettavuuden havainnollistaminen (mukaillen Järviö & Lehtiö 2017, 54).

Käytettävyyden vaikuttavien tekijöiden ymmärtämiseksi Risto Heinonkoski (2004, 37) esittää kuviossa 2 käytettävyyden jakomallin.



Kuvio 2. Käytettävyuden jakomalli (mukaillen Heimonkoski 2004, 37).

Laitteen käyttövarmuuteen vaikuttaa monia tekijöitä. Tarkastelua voi tehdä useasta eri lähtökohdasta. Laitteen, kuten säätöventtiilin, käyttövarmuuteen vaikuttaa sen valmistuksen laatu. Laitteelle suoritettut testit ennen asennusta eivät välttämättä ole tapahtuneet prosessiolosuhteissa. Erittäin tärkeänä osana käyttövarmuutta on laitteen valinta ja sen mitoitus. Valinnassa laitteelle asetetaan tietyt lähtövaatimukset, kuten prosessiolosuhteet. Käyttöönoton yhteydessä asennus sekä kytkentä vaikuttavat osaltaan käyttövarmuuteen. Asennusasento täytyy olla laitteelle suunniteltu ja käyttöönnotossa on noudatettava valmistajan ohjeita. Lisäksi prosessista tai ulkoisista lähteistä aiheutuneet rasitukset sekä muut häiriöt vaikuttavat osaltaan käyttövarmuuteen. (VTT 1999.)

## 2.2 Toimintavarmuus

Toimintavarmuudella tarkoitetaan vaadittua ajanjaksoa, jonka aikana laitteen on suoritettava sille määrätty tehtävä. On kuitenkin huomioitava, että laitteen on oltava vaaditussa tilassa, jossa sen oletetaan toimivan kyseisen ajanjakson.

Ajanjakson sijaan yksikkönä voidaan käyttää käytön määrää. Käsite tunnetaan englanniksi nimellä reliability. Toimintavarmuus koostuu taulukossa 1 esitetyistä tekijöistä. (Järviö & Lehtiö 2017, 54–55.)

Toimintavarmuus (mittarit: vikaväli, MTBF, jne.)	
Konstruktio	Lähtötiedot, materiaalit, mitoitus, laitesuunnittelu
Luontainen toimintavarmuus	kohteen suunnittelussa ja valmistuksessa määräytynyt toimintavarmuus
Rakenteellinen kunnossapidettävyys	Vian etsinnän ja korjauksen helppous
Asennus	Tekninen suorittaminen, luovutus, käyttöopastus, kunnossapito-suunnitelmat, dokumentaation sovittaminen käyttäjän tarpeisiin
Käyttöomaisuudesta huolehtiminen (tarve, toteutus)	Ehkäisevä kunnossapito, kunnon-valvonta, kunnossapidon suorittaminen
Käyttö	Osaaminen, koulutus, työturvallisuus, motivaatio
Tuotantokyvyn varmentaminen	Saatavuus, valintatapa

Taulukko 1. Toimintavarmuus ja siihen vaikuttavat tekijät (Järviö & Lehtiö 2017, 55).

Standardi SFS-EN 13306 (2017, 7) huomioi toimintavarmuuden määrittelyssä lisäksi myös luottamuksen ja olosuhteet.

Kohteen toimintavarmuusennuste ilmaisee luottamuksen kohteeseen arvioituna vertailukelpoisten kohteiden havaitun toimintavarmuuden ja kohteen todellista tilaa koskevan tiedon perusteella – – Määrätyt olosuhteet voivat sisältää ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteitä sekä erilaisia käyttötapoja ja käyttöolosuhteita. (SFS-EN 13306, 2017, 7.)

Toimintavarmuutta mitataan keskimääräisellä vian esiintymisellä suhteessa aikaan, tai aikaväliä korjauksesta seuraavaan korjaukseen. Tämä tunnetaan myös termillä 'keskimääräinen toiminta-aika'. Teollisuudessa toimintavarmuudesta puhuttaessa käytetään lyhennettä MTBF (mean time between failure, tai mean time before failure). (Heinonkoski 2004, 204.)

## 2.3 Kunnossapidettävyys

Kunnossapidettävyys (eng. maintainability) tarkoittaa kohteen kykyä olla palautettavissa, tai pidettävissä siinä tilassa, jossa se pystyy suorittamaan tehtävänsä tietyissä käyttöolosuhteissa, mikäli sen kunnossapito suoritetaan tietyissä olosuhteissa, sekä tietyin resurssein ja menetelmin. (Järviö & Lehtiö 2017, 55.)

Mittaukset ja tilatiedot toimivat kunnossapidettävyyttä kuvastaessa (SFS-EN 13306, 2017, 7). Taulukossa 2 esitetään kunnossapidettävyyteen liittyviä tekijöitä.

Kunnossapidettävyys (mittarit: korjausaika, MTTR, reagointiaste)	
Vian havaittavuus	Vian osoittamismahdollisuus, testaukset (OP/FUC) Instrumentointi/autom. kunnonvalvonta Proaktiivinen toiminta
Huollettavuus	Luontainen kunnossapidettävyys Laitestandardisointi, modulaarisuus Luoksepäästävyys, reititettävyys, ohjeistus
Korjattavuus	Dokumentaation ja varaosien saatavuus Luoksepäästävyys Purkaminen, kokoaminen, testaus, säätäminen Standardityökalujen käyttö Työturvallisuus Raportointi, dokumentaation päivitys

Taulukko 2. Kunnossapidettävyys ja siihen vaikuttavat tekijät (Järviö & Lehtiö 2017, 56).

Kunnossapidettävyyteen liittyy lisäksi muita käsitteitä, jolla viitataan PSK 6201:2011 -standardiin. Käsitteistä nostetaan esille muun muassa itsediagnostiikka. Itsediagnostiikka tarkoittaa laitteelle suunniteltua laitteistoa, tai ohjelmistoa, joka automaattisesti testaa ja vika-analysoi laitetta, joko ajoittain tai jatkuvasti. (Järviö & Lehtiö 2017, 59.)

## 2.4 Kunnossapitovarmuus

Kunnossapito-organisaation kyky kohdentaa tukitoimenpiteitä tarvittavaan paikkaan kunnossapitotoimenpiteiden suorittamiseksi vaadittaessa on perustana kunnossapitovarmuudelle. Käsitteestä käytetään englanniksi nimeä supportability. Taulukossa 3 esitetään tähän vaikuttavat tekijät. Mittareina voidaan käyttää logistisia viiveitä ja saatavuutta. (Järviö & Lehtiö 2017, 56.)

Kunnossapitovarmuus (mittarit: logistiset viiveet, saatavuus)	
Hallinto	Organisaatio, avainhenkilöt, ohjausjärjestelmä, -mittaristo Toiminnanohjausjärjestelmä (CMMS)
Rutiinit, systeemit	"Maintenance master plan" Yhteistyö/tiedonsiirto käytön ja kunnossapitäjän välillä Toimittajayhteistyö, -politiikka
Dokumentaatiot	Piirustukset, ohjeet, vikahistoriat Saatavuus, ylläpito
Korjausvarusteet	Vakiotyökalut, koneet, erikoistyökalut Sijainti
Varaosat, materiaalit	Vaihto- ja varaosat, materiaalit, tarvikkeet Sijainti, saatavuus Logistiikka
Kunnossapitäjät	Määrä, sijainti, tavoitettavuus Ammattitaito, ylläpito ja kehittäminen, moniosaaminen Motivaatio

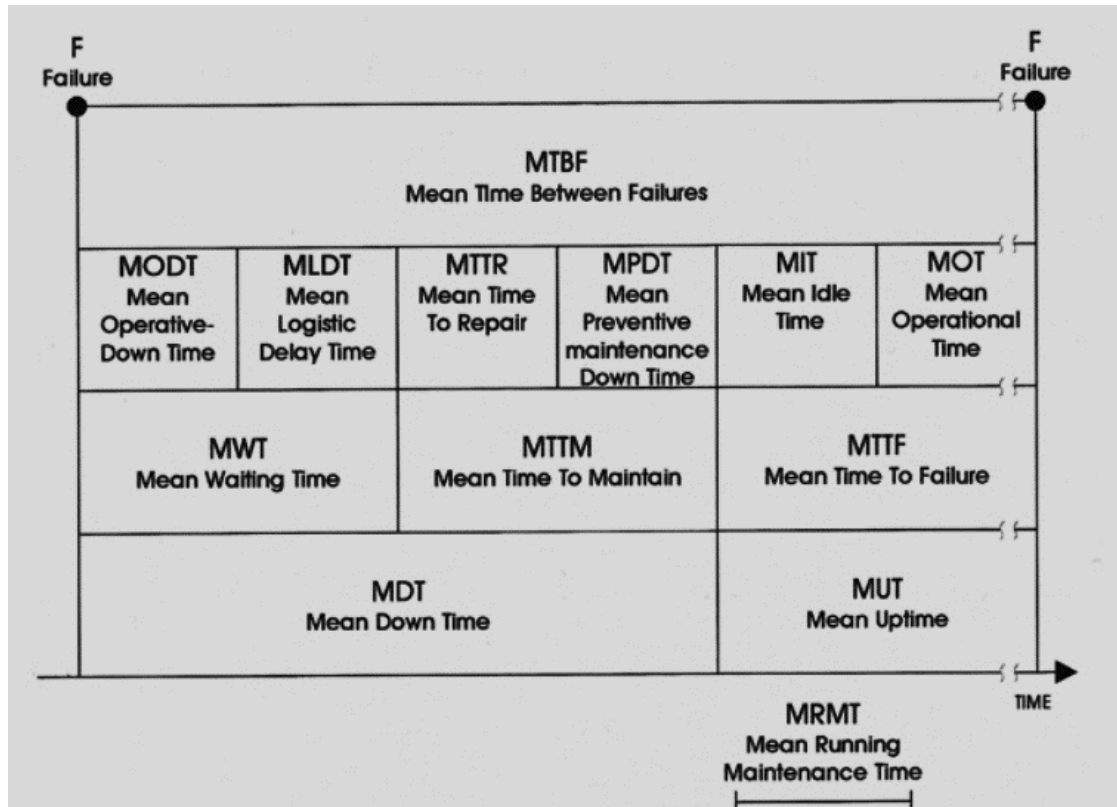
Taulukko 3. Kunnossapitovarmuus ja siihen vaikuttavat tekijät (Järviö & Lehtiö 2017, 56).

Myös standardi SFS-EN 13306 (2017, 6) esittää kunnossapitovarmuuden seuraavasti: "kunnossapito-organisaation kyky asettaa käytettäväksi oikeita tukitoimenpiteitä tarvittavaan paikkaan, jotta vaadittava kunnossapitotoimenpide voidaan suorittaa vaadittaessa".

## 2.5 Aikakäsitteet

Aikaisemmin mainittujen toimintavarmuuden, kunnossapidettävyyden ja kunnossapitovarmuuden mittaamisessa käytettyjen aikakäsitteiden sijoittuminen

laitteen vikavälille on esitetty kuviossa 3. Kuviossa havainnollistettujen aikakäsitteiden suomenkieliset nimet on esitetty alemassa taulukossa 4.



Kuvio 3. Kunnossapitoon liittyvien aikamäärittelyjen kaavio (Opetushallitus 2023).



<b>F</b>	keskeytyksen aiheuttaja, vika tai vaurio (Failure)
<b>MTBF</b>	keskimääräinen vikaväli (Mean Time Between Failures)
<b>MODT</b>	keskimääräinen käytöstä johtuva viiveaika (Mean Operative-Down Time)
<b>MLDT</b>	keskimääräinen logistinen viiveaika (Mean Logistic Delay Time)
<b>MTTR</b>	keskimääräinen vian korjausaika (Mean Time To Repaire)
<b>MPDT</b>	keskimääräinen pysäytyksen vaatima huoltoaika (Mean Preventive Maintenance Down Time)
<b>MIT</b>	keskimääräinen tyhjäkäyntiaika (Mean Idle Time)
<b>MOT</b>	keskimääräinen tuotantoaika (Mean Operational Time)
<b>MWT</b>	keskimääräinen odotusaika (Mean Waiting Time)
<b>MTTM</b>	keskimääräinen kunnossapitoaika (Mean Time To Maintain)
<b>MTTF</b>	keskimääräinen vikaantumisaika (Mean Time To Failure)
<b>MDT</b>	keskimääräinen seisokkiaika (Mean Down Time)
<b>MUT</b>	keskimääräinen käyttökelpoisuusaika (Mean Up Time)
<b>MRMT</b>	keskimääräinen käytönaikainen huoltoaika (Mean Running Maintenance Time)

Taulukko 4. Käytettyjen aikamäärittelyjen suomenkieliset nimitykset (Opetushallitus 2023).

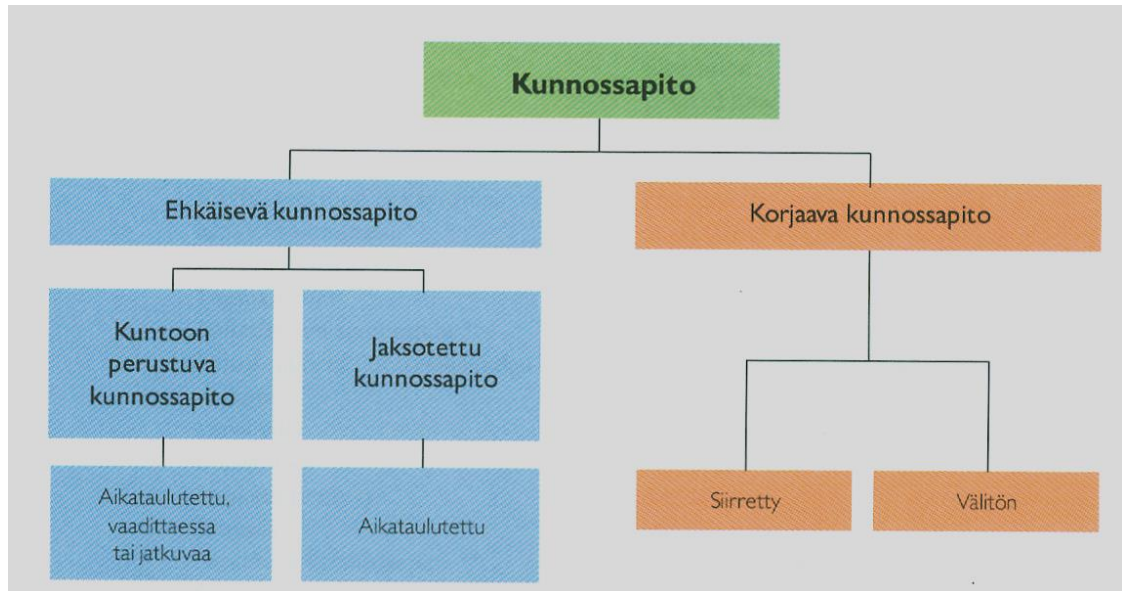
## 2.6 Ehkäisevä kunnossapito

Standardi määrittelee, että ehkäisevän kunnossapidon ”tarkoituksena on arvioida ja/tai vähentää kohteen heikentymistä ja vikaantumisen todennäköisyyttä” (SFS-EN 13306, 2017, 13).

PSK 6201 -standardin mukaan ”ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen” (Järviö & Lehtiö, 2017,99).

Kunnossapitolajien jaottelussa käytetään vian havaitsemista. Jos vika laitteessa on havaittu, on sen jälkeen tehtävä kunnossapito luonteeltaan korjaavaa. (SFS-EN 13306, 2017, 23.)

Järviö ja Lehtiö (2017, 46) käyttävät jaosta ilmaisua proaktiivinen-reagoiva. Jako ehkäisevän ja korjaavan kunnossapidon välillä on kuvion 4 mukainen.



Kuvio 4. Kunnossapitolajit (Järviö & Lehtiö 2017, 46).

Proaktiivisuudella tarkoitetaan tapahtumaa ennakoivaa toimintaa, tai siihen valmistautumista, kun taas reagoimisessa joudutaan toimimaan tapahtuman jälkeen ja sen sanelemana. Tapahtumana voi käyttää esimerkiksi laitteen vikaantumista.

Kuitenkin vikaantumisen jälkeen tehtäviä toimenpiteitä voidaan pitää osana ehkäisevää kunnossapitoa. Toimenpiteitä ovat esimerkiksi vian etsintä ja selvitys, uudelleensuunnittelu, sekä laitteen käyttäminen vikaantumiseen asti. Näiden valintaa tehtäessä on kuitenkin syytä pohtia niiden tarpeellisuutta. Pohdinnassa huomioidaan laitteen vikaantumisen todennäköisyyden ja sen iän välinen suhde, mutta myös vikaantumisen ilmenemisen jälkeinen tapahtumakulku. (Leskelä 2000, 52–53.)

Ehkäisevässä kunnossapidossa säännöllisinä toimenpiteinä käytetään Järviön ja Lehtiön (2017, 100) mukaan:

- vikaantumisen syiden havainnointia ja tarkkailua
- laitteelle suoritettut toimenpiteet sen pitämiseksi toimintakelpoisena kuten voitelut, liitosten kireys ja ympäristön siisteys.
- vikaantumisen alkuvaiheen havaitseminen ja korjaus ennen koneen pysähtymistä.

Tehokas ehkäisevä kunnossapito voi olla merkittävässä roolissa tavoitellun käytettävyyden saavuttamisessa sen takia, että oikein kohdistettuna ehkäisevällä kunnossapidolla on hyödyttävä vaikutus toimintavarmuuteen ja käytettävyyteen. Oikea ehkäisevä kunnossapitotoimenpide voi olla päätekijä laitteen, tai sen osan pitämiseksi toimintakunnossa. Korjausajan (MTTR) vähentämisessä toimenpiteillä on tärkeä rooli. Keinoina ajan vähentämisessä käytetään jaksollista kunnonvalvontaa. (Smith & Hinchcliffe 2004, 55–56.)

Ennustava kunnossapito on laitteen kuntoon perustuvaa kunnossapitoa, joka on osa ehkäisevää kunnossapitoa. Siinä keskimääräisen vikaantumisaikaan perustuvan tilaston perusteella tehtävään toimenpiteiden ajoituksen sijaan tarkkailaan laitteen kuntoa, tehokkuutta, tai jotain muuta viitettä todellisen vikaantumisaian määrittämiseksi. (Mobley 2002, 5.)

Kuntoon perustava kunnossapito on siis yksi osa ehkäisevää kunnossapitoa. Siinä seurataan aktiivisesti laitteen suorituskykyä, tai muita parametreja ja toimintaan niistä saatujen havaintojen vaatimalla tavalla. Tämä sisältää kunnonvalvonnan, tarkastukset ja käyttötietojen tarkastelun, mutta myös kaikki muut asiaan liittyvät kunnossapitotoiminnot. (Mikkonen 2009, 100.)

Jaksottainen korjaus ja jaksottainen uusiminen ovat ennakoivan kunnossapidon tehtäviä silloin, kun kunnonvalvonnassa laitteelle ei ole määritettävissä tiettyä vikaantumistapaa. Tehtävät voidaan kuitenkin suorittaa vain, jos laite on pysähdyksissä, ja ovat siksi tuotantoon vaikuttavia. Ne sitovat myös kunnossapidon resursseja. (Pohjasto 2000, 83.)

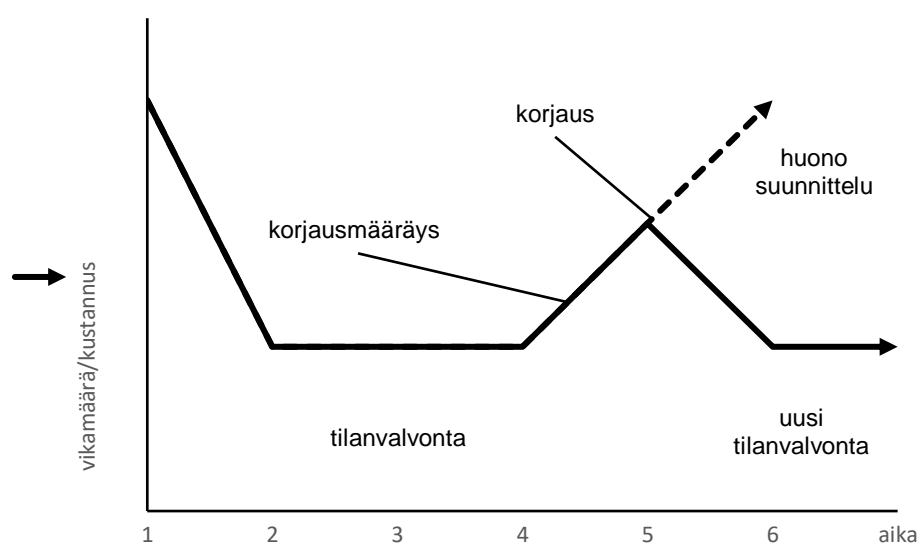
## **2.7 Ennakkohuolto ja sen ajoitus**

PSK 6201:2011 standardin mukaan huolto on ”jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet”. Huollolla pyritään ylläpitämään laitteen käyttöominaisuuksia, palauttamaan sen toimintakyky tai välttämään sen vaurioituminen. Huoltoon liittyvät tehtävät ovat

osittain päällekkäisiä ehkäisevän kunnossapidon tehtävien kanssa. (Järviö & Lehtiö 2017, 49–50.)

Ehkäisevälle kunnossapidolle on useita määritelmiä, mutta kaikki siihen kuuluvat huolto-ohjelmat ovat aikasidonnaisia. Huollot perustuvat siis kuluneeseen aikaan tai käyttötunteihin. Laitteen korjaukset tai uusinnat ajoitetaan keskimääräisen vikaantumisaajan (MTTF) mukaisesti. (Mobley 2002, 3.)

Ennakkohuolto ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteenä ei ole helppo toteuttaa, sillä sen oikean ajankohdan määrittäminen on haastavaa. Huollon ei tule tapahtua liian aikaisin, mutta ei myöskään liian myöhään. Tämän kyseisen ajankohdan hahmottamisessa Heinonkoski on käyttänyt kuviota 5 vikamäärän ja kustannusten suhdetta ajan funktiona. (Heinonkoski 2004, 145–147.)



Kuvio 5. Oikean korjausajan määrittäminen (mukaillen Heinonkoski 2004,147).

Ennakkohuoltohetken määrittämisen tavoitteena on saada kuviossa 5 esitetty käyrä pysymään mahdollisimman pitkään vakiona. Kun havaitaan käyrän kääntymisen kasvuun, ajoitetaan ennakoitu korjaus. Välillä 1–2 ilmenee laitteessa ”lapsen tauteja” heti käyttöönoton jälkeen. Tällöin laitteelle määritellään myös sen suorituskyky, toiminta-arvot ja ennakkohuolloissa käytetyt kunnossapidon mittausmenetelmät. Välillä ilmenee mahdolliset oireet, jotka myöhemmin tulevat esille laitteen ikääntyessä. Välillä 2–4 mittauksilla verrataan senhetkistä

suorituskykyä, käytettävyyttä ja kunnossapidonmittauksia käyttöönoton aikaisiin tuloksiin. Tuloksia verrattaessa huomataan, että korjaustoimenpide olisi syytä suorittaa. Välin 4–5 aikana tehdään päätös korjaukseen ryhtymisestä. (Heinonkoski 2004, 146–147.)

Kunnossapidon ammattitaito korostuu kuvion 5 välillä 4–5, sillä ennakoivan kunnossapidon ennustus laitteen tulevasta käyttöajasta on erittäin tärkeää. Jos korjausta siirtää myöhemmälle, voi laite vikaantua pahemmin, jolloin aikaisemmin suunniteltu korjaustoimenpide ei enää ole riittävä. Liian aikaisen korjauksen suorittaminen voi olla myös kohtalokasta. Esimerkkinä tästä on laitosseisäkin ajoittaminen. Laite olisi voinut kestää seuraavaan suunniteltuun seisakkiin asti, jolloin korjauksen olisi voinut hyvin suorittaa. On siis haastavaa tietää tarkasti, mikä ajanhetki on täsmälleen oikea suorittaa korjaus laitteelle, ja tässä kunnossapidon rooli korostuu.

## 2.8 Diagnostiikka

Diagnostiikalla tarkoitetaan laitteen sisällä olevaa automaattista järjestelmää, joka havaitsee itse laitteessa olevan tai alkavan vian. Itsediagnostiikassa valmiiden mallien pohjalta laite voi suorittaa omatoimisesti testejä. Testien löydösten perusteella voidaan esittää diagnoosi viasta. Tekninen diagnostiikka auttaa siis havaitsemaan vikaantumista ja tätä kautta vaikuttaa ehkäisevän kunnossapidon huoltojen kohdentamisessa. Alun perin diagnostiikan menetelmät ovat olleet tarkastusluetteloita, joita on käytetty lentokoneiden huoltamisessa. Myöhemmin teollisuus on ominut luetteloiden lisäksi muun muassa laitteiden, kuten vaihteistojen kuuntelun ja hälytystaulukot. (Heinonkoski 2004, 134.)

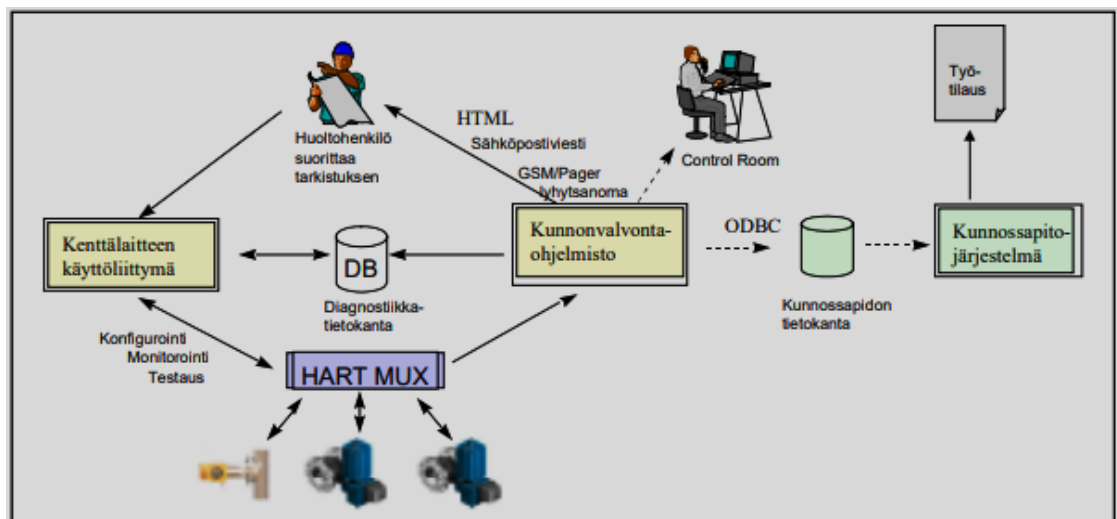
Heinonkoski (2004, 134) esittää seuraavan luettelon erilaisista diagnostiikassa käytetyistä menetelmistä:

- vikatiedot
- havainnoiminen
- raja-arvoseuranta
- parametriestimointi ja -identifiointi

- hahmontunnistus
- signaalianalyysi
- vikapuutaulukko
- tilastomatematiikka
- luotettavuusteorian mukaiset laskelmat.

Ehkäisevän kunnossapidon tukena käytetyt tietokoneohjelmistot muodostavat riskin silloin, jos ohjelmiston kehottamia neuvoja toteuttaa ajattelematta luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa. Päätöksen teko vaatii kuitenkin ihmisen kokemusta ja tietämystä, jonka tukena ohjelmisto toimii. (Smith & Hinchcliffe 2004, 233.)

Automaattiset kunnonvalvontaohjelmistot tuottavat tietoa ja siirtävät sitä huoltoon suorittavalle henkilöstölle. Yksi tapa laitteen diagnostiikkatiedon hallitsemiseksi ja siirtämiseksi kunnossapitäjälle on esitetty kuvassa 1. Digitaalinen tilatieto antaa paljon mahdollisuuksia, kuten kunnonvalvonta etäyhteyden avulla. Ongelmana on tuotetun tiedon karsiminen ja muuttaminen siihen muotoon, että se on tarvitsijan kannalta yksinkertaista ja yksiselitteistä. (VTT 1999.)



Kuva 1. Konsepti diagnostiikkatiedon siirtämiseksi (VTT 1999).

PSK 6201:2011 standardin määritelmä kunnossapidettävyydestä kattaa myös itsediagnostiikan. Standardin mukaan ”itsediagnostiikka on suunniteltu ominaisuus, joka tarkoittaa automaattista, jatkuvaa tai ajoittaista testaamista ja vian

analysointia varten kohteeseen sisäänrakennettua laitteistoa tai ohjelmistoa”. Tarkoituksena on siis auttaa kunnossapitoa vian havainnoimisessa ja sitä kautta jatkotoimenpiteiden päättämisen tukena. (Järviö & Lehtiö 2017, 59.)

### **3 Toiminnallinen osuus**

#### **3.1 Työvaiheet**

Opinnäytetyön toiminnallinen osuus suoritettiin jakamalla se kolmeen eri vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa tarkoituksena oli määrittellä, mitä tarkoitetaan käsitteellä triggeri. Vaiheen tavoitteena oli myös selvittää, minkälainen vaikutus triggerillä on käyttövarmuuteen, viitaten samalla niiden perusteltuun tarpeeseen. Lisäksi tämän vaiheen aikana valittiin opinnäytetyön nimi eri vaihtoehtoista.

Toisessa toiminnallisen osuuden vaiheessa tuotettiin aiempaan määrittelyyn nojaten tarkkailujärjestelmiä, eli triggeriehdotukset. Ehdotuksista laadittiin lyhyt, sanallinen kuvaus. Nämä ehdotukset olivat suuntaa antavia, eikä niiden esittelyssä otettu tarkempaa kantaa toteutettavuuteen käytännössä.

Viimeisessä toiminnallisen osuuden vaiheessa pohdittiin ja arvioitiin tarkkailujärjestelmien tarkempaa sekä konkreettisempaa toteutettavuutta. Tätä arviota perusteena käyttäen tuotettiin lopullinen suositus tarkkailujärjestelmien, eli triggerien, käyttämisestä. Suositus muotoiltiin raportiksi ja toimitettiin toimeksiantajalle tarkoituksenaan vastata asetettuun tehtävään.

#### **3.2 Tiedon kartoitus ja työvaiheiden suorittaminen**

Työvaiheiden aikana perehdyttiin Enocellin kehitysorganisaation toimintaan seuraamalla sen päivittäisiä työtehtäviä sekä niiden suorittamista. Työtehtäviä suorittivat asentajat omatoimisesti. Asentajien työskentelyn seuraaminen ja

keskustelu edesauttoivat lähtökohtaisesti vieraan organisaation toiminnan hahmottamisessa. Triggerin määrittelyä varten käytiin keskustelua ehkäisevästä kunnossapidosta vastanneiden henkilöiden kanssa. Keskustelua käytiin myös muiden päivittäisessä kunnossapidossa toimivien ja käyttövarmuutta seuraavien henkilöiden kanssa.

Perehtymisen ja siitä seuranneiden keskusteluiden avulla hahmottui, mitä yksittäisten triggerien pitäisi, tai tulisi pitää sisällään. Triggerin yksiselitteisen kuvan luomiseksi tuotettiin triggerin määritelmä (liite 1). Määritelmän sisällöstä keskusteltiin kehitysorganisaatiossa ja se sai hyväksynnän sellaisenaan.

Tehtävänannon mukaisesti opinnäytetyön tavoitteena oli vastata kysymykseen, mitä triggeriä voisi ehkäisevällä kunnossapidolla olla käytössä. Tästä syystä tarvittiin työkalu, jolla uusia triggeriehdotuksia voitaisiin karkeasti arvioida. Näitä varten luotiin vuokaavio (liite 1). Vuokaavion tarkoituksena oli rajata kysymysten avulla soveltumattomien triggerien pääsyä osaksi kunnossapidon käyttöä. Kaavion tarkoituksena oli myös jäädä kehitysorganisaation käyttöön.

Liitteen 1 määritelmän avulla pystyttiin tuottamaan soveltuvat tarkkailujärjestelmät, eli triggeriehdotukset (liite 2). Ne pitivät sisällään kuvauksen tarkkailujärjestelmästä ja siitä, kuinka se tulisi toimimaan. Myös lyhyt perustelu tämän käyttämisestä esitettiin kyseisessä vaiheessa.

Tarkkailujärjestelmien (liite 2) soveltuvuutta osaksi tarkempaa suunnittelua arviointiin liitteen 1 määrittelyn yhteydessä luodulla vuokaaviolla. Mikäli tässä vaiheessa ehdotuksen soveltuvuutta ei olisi tarkasteltu, olisi sen tarpeellisuus voitu myöhemmin kyseenalaistaa.

Ehdotusten (liite 2) soveltuvuuden arviointi oli osaltaan suuntaa antava. Todellista tarkkailujärjestelmän toimivuutta ei pystytty todistamaan ilman laajempaa järjestelmän kokeilua. Samalla pystyttiin havainnoimaan vuokaaviossa esitettyjä kysymyksiä sekä niiden rajauskeskeisyyttä. Vuokaavion tarkoituksena on lisäksi auttaa toimeksiantajaa myöhemmin uusien triggeriehdotusten soveltuvuuden arvioinnissa.



Toiminnallisen osuuden viimeisessä vaiheessa arvioitiin tarkemmin tuotettujen tarkkailujärjestelmien käyttöönottamista (liite 3). Arvio toimi pohjana lopulliselle suositusraportille, joka palautettiin toimeksiantajalle opinnäytetyön päätteeksi. Samalla luovutettiin toiminnallisen osuuden aikana syntyneet tulokset (liitteet 1–3).

Liitteen 3 arvioinnissa pohdittiin, miten aikaisemmin ehdotetut tarkkailujärjestelmät, eli triggerit, voitaisiin toteuttaa ja millaisia vaatimuksia niillä on. Arviointi keskittyi lähinnä toimeksiantajan jo käytössä oleviin tietoteknisiin ohjelmistoihin.

Opinnäytetyön tavoitteena ei ollut saattaa tarkkailujärjestelmiä käyttöön. Tämän takia toiminnallisen osuuden työvaiheissa ei suoritettu tarkkailujärjestelmien koekilua.

Tarkkailujärjestelmien, eli triggeriehdotusten, arvioinnissa on osana yksityiskohdaisempi tarkastelu, jossa otettiin kantaa niille asetettuihin ehtoihin (liite 3). Ehtojen asettamisen yhteydessä pohdittiin muun muassa triggeri-ilmoituksen täyttäviä arvoja.

## **4 Opinnäytetyön tulokset**

### **4.1 Tarkkailujärjestelmän määritelmä**

Tuloksena opinnäytetyön toiminnallisesta osuudesta on raportinomaisen kuvaus tarkkailujärjestelmästä. Triggerin määritelmä liitteessä 1 vastaa siinä esitettyihin kysymyksiin ja pyrkii luomaan yksiselitteisen käsityksen tarkkailujärjestelmästä. Määritelmän mukaan käsitteellä triggeri tarkoitetaan seuraavaa:

Ennalta asetettuja ehtoja tarkkaileva järjestelmä, jonka tehtävänä on viestittää raja-arvon ylityksestä kunnossapidolle, ja joka vastaa tähän päättämällä suoritettavista kunnossapidoimenpiteistä (Liite 1).

Yksinkertaisuudessaan liitteen 1 määritelmää voidaan tulkita siten, että triggeri tarkkailee jotakin ja tunnistaa muutoksen, sekä ilmoittaa siitä eteenpäin. Ehtona triggerille voidaan pitää mitä tahansa, mitä pystytään tarkkailemaan ja sille voidaan asettaa tietty raja. Rajan, eli arvon, saavuttaminen täytyy olla tunnistettavissa. Aiheutunut ilmoitus välitetään puolestaan kunnossapidolle joko automaattisesti tai triggeriä tarkasteltaessa. Oletuksena on kuitenkin ilmoituksen selkeys ja asetetun rajan selkeä saavuttaminen. Triggerillä tarkoitetaan tarkkailujärjestelmää.

Tarkkailujärjestelmän käyttämisen perusteena, liitteen 1 määritelmän mukaan, on ehkäisevän kunnossapidon oikea-aikaisuus. Tarkkailujärjestelmän aiheuttama ilmoitus kertoo kunnossapidon tarpeesta. Se siis havainnoi laitteen sen hetkistä kuntoa. Kuten määritelmässä esitetään, tarkkailujärjestelmän ehdot ovat rajaamattomat. Tämän mahdollisuuden takia tarkkailujärjestelmäksi voi soveltua melkein mikä tahansa, kunhan se täyttää määritelmän.

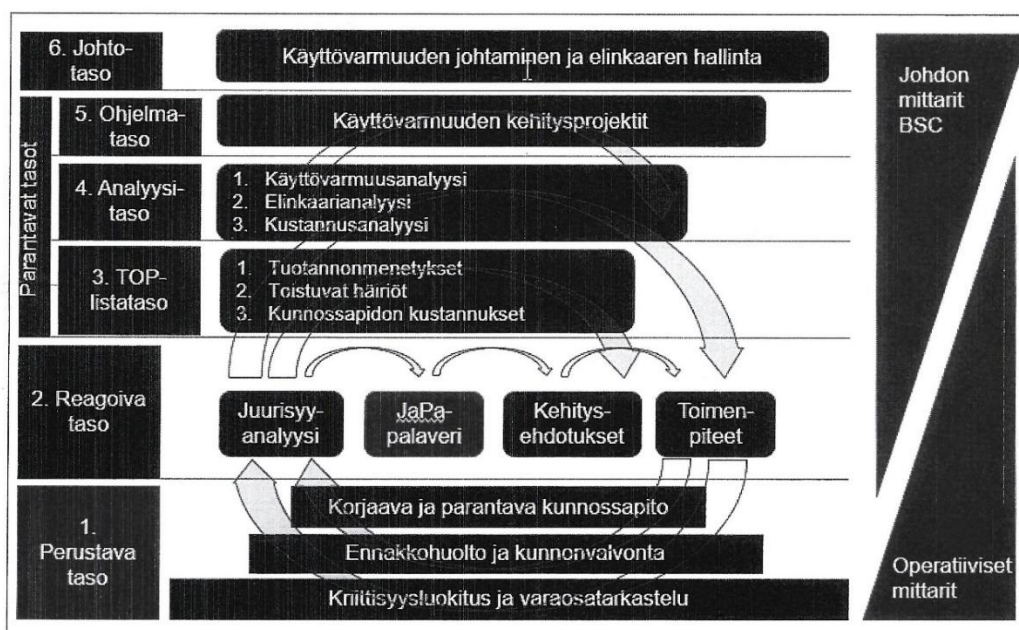
Uusia tarkkailujärjestelmiä suunniteltaessa on edellä mainitusta ominaisuudesta johtuen vaikea rajata ja tulkita sen soveltuvuutta määritelmän mukaiseen käyttöön. Tätä varten tuotettu vuokaavio liitteessä 1 tarkkailujärjestelmäehdotuksen soveltuvuudesta auttaa arvioimaan aikaisessa vaiheessa, onko uusi ehdotettu tarkkailujärjestelmä mahdollisesti sellainen, että sen suunnitteluun kannattaisi käyttää enemmän resursseja.

Liitteen 1 vuokaaviossa esitetyt kysymykset ovat muotoiltu siten, että ne mahdollistavat erilaisten tarkkailujärjestelmäehdotusten arvioinnin. Liian rajaava kysymysluettelo saattaisi poissulkea uusien tarkkailujärjestelmien soveltuvuuden kokonaan. Tästä syystä vuokaaviossa on huomioitu kysymykseen kielteisesti vastaamisen mahdollisuus uudelleen tarkastelun avulla.

## **4.2 Käyttövarmuus ja tarkkailujärjestelmä**

Tarkkailujärjestelmän vaikutus käyttövarmuuteen vaatii tarkastelua kunnossapidon kannalta. Kyseessä on siis kunnossapidolle suunnattu järjestelmä.

Toimeksiantaja on katsonut käyttövarmuuden koostuvan useasta eri tasosta. Samalla tasolla vaikuttavien tekijöiden yhteisvaikutus luo osakokonaisuuden laitteen käyttövarmuudelle. Laitteen tarkastelussa huomioidaan muun muassa vikaantumiset, tuotanto- ja kustannusmenetykset. Kunnossapidon käyttövarmuustoiminnan havainnollistamiseksi toimeksiantaja on käyttänyt kuviota 6.



Kuvio 6. Kuvaus käyttövarmuustoiminnasta (Stora Enso Enocell)

Tarkkailujärjestelmän sijoittaminen kuvioon 6 on hankalaa. Hankaluus sijoittamisessa johtuu siitä, että se kuuluu osaksi ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteiden päättämistä, mutta soveltuu myös parantavan tason työkaluksi. Lisäksi tarkkailujärjestelmä voisi sijoittua korjaavan ja parantavan kunnossapidon käyttöön. Kuvion kannalta tarkkailujärjestelmää tarkasteltaessa, sijoittuu se useampaan eri tasoon ja näin ollen on yksi tekijä osana laajempaa kokonaisuutta käyttövarmuudessa.

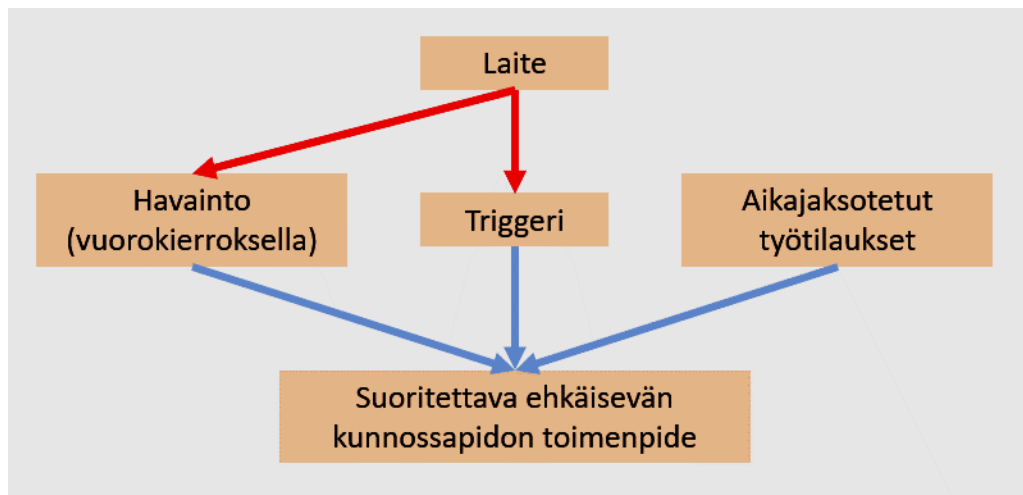
### 4.3 Kunnossapidon kohdentaminen

Ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteistä päätettäessä on toimeksiantaja tähän asti käyttänyt aikaa ja öljyanalyysiä. Triggerin on mielletty toimivan

eräänlaisena huomiona, joka kertoo kunnossapidon tarpeesta. Myös triggerin määritelmä (liite 1) tulkitsee käsitettä samalla tavalla.

Liitteen 1 määritelmän mukaan triggeri on asetettuja ehtoja tarkkaileva järjestelmä. Ehtojen tulisi täytyä silloin, kun laitteelle on kunnossapidon mielestä tehtävä jotakin. Toisin sanoen, asetettujen ehtojen olisi siis oltava viitteitä siitä, milloin kunnossapidon on katsottu olevan välttämätön laitteelle. Kuten määrittelyssä todetaan, triggeri valvoo laitteen kuntoa, mutta sitä ei voi pitää puhtaasti laitteen kunnonvalvontajärjestelmänä, sillä myös kunnossapidon toimintaa tarkkaileva järjestelmä täyttää määrittelyn ehdot.

Triggerin sijoittuminen kunnossapidon kehitysorganisaatiossa tehtiin opinnäyte-työntekijän esityksestä. Sijoittumisesta osaksi ehkäisevän kunnossapidon toimintaa, jota organisaatio suorittaa, on havainnollistettu kuviossa 7.



Kuvio 7. Triggerin sijoittuminen ehkäisevässä kunnossapidossa.

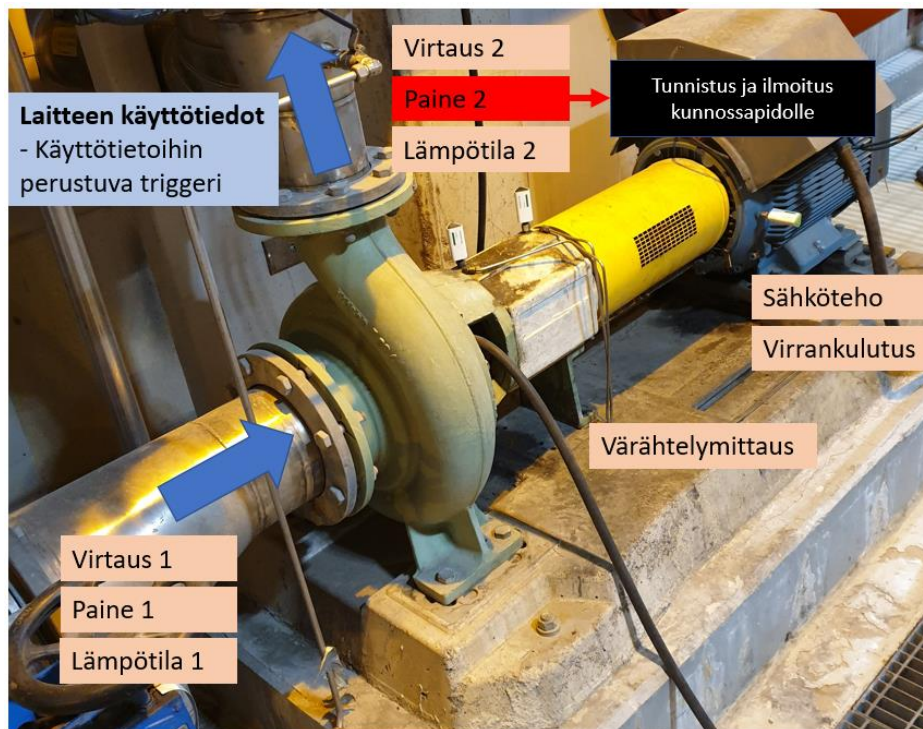
Kuviossa 7 on havaittavissa, että triggeri toimii yhtenä perusteena ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteiden suorittamisessa. Muita perusteita triggerin ohella ovat asentajien tekemät havainnot osana päivittäistä tehdaskierrostoimintaa sekä kunnossapidon tietojärjestelmän säännöllisesti aikajaksotetut työtilaukset.

## 4.4 Tarkkailujärjestelmät

### 4.4.1 Laitteen käyttötiedot

Näkyvimpänä toiminnallisen osuuden tuloksena voidaan pitää kolmea ehdotettua tarkkailujärjestelmää. Nämä tarkkailujärjestelmät, eli triggerit, on esitetty liitteessä 2, jossa todetaan myös ehdotusten soveltuvuus.

Ensimmäiseksi triggeriksi liitteessä 2 esitetään laitteen käyttötietoihin perustuva tarkkailua. Triggerin toiminnan havainnollistamista ja sen tarkkailemaa ehtoa on esitetty kuvassa 2.



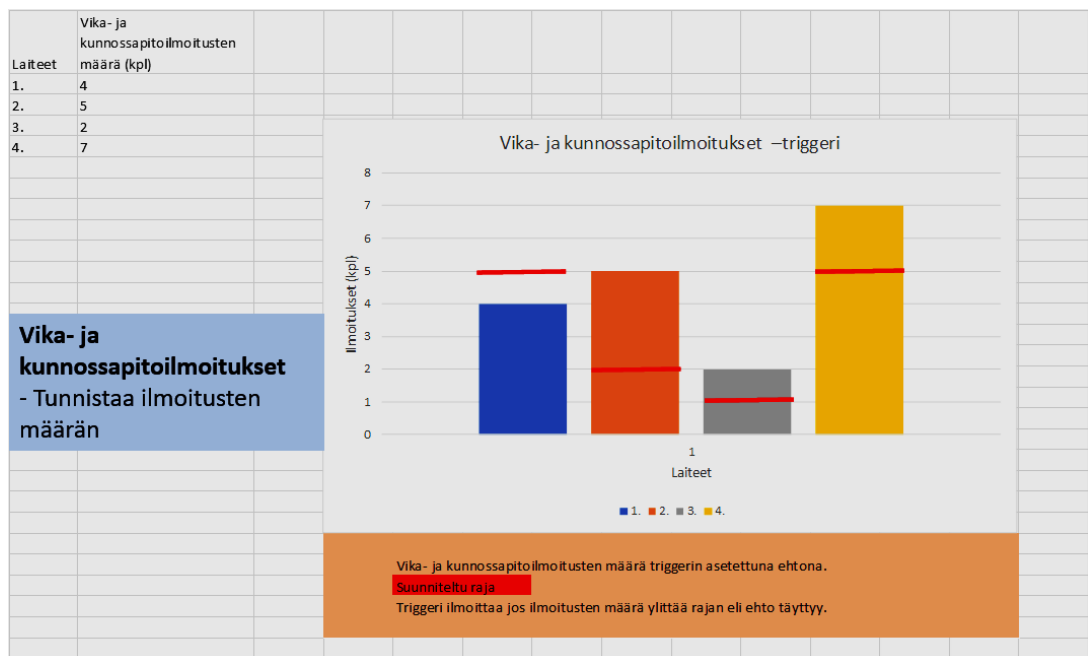
Kuva 2. Laitteen käyttötiedot –triggeri.

Liitteen 2 ehdotuksen mukaan triggeri tulisi tarkkailemaan laitteen sähköisiä käyttötietoja. Ehtona triggerille toimisi digitaalinen tieto laitteen toimintaympäristöstä, kuten lämpötila. Tarkkailtavalle suurelle asetettaisiin tietty arvo, jonka ylittyessä triggeri tunnistaisi tämän ja tuottaisi ilmoituksen.

Triggeri toimisi ehdotuksen mukaisesti erityyppisille laitteille. Yhdellä laitteella voi olla useita tarkkailtuja käyttötietoja. Lisäksi triggerin avulla pystytään painottamaan laitteen kriittisyysluokittelun vaatimaa ehkäisevää kunnossapitoa. Sähköisesti tapahtuva havainnointi laitteen kunnosta nopeuttaa kunnossapidon toimintaa.

#### 4.4.2 Vika- ja kunnossapitoilmoitukset

Triggeriehdotuksien (liite 2) toisena ehdotettuna triggerinä on laitteesta kerätyt vika- ja kunnossapitoilmoitukset. Ilmoitusten määrä viittaisi laitteen toimintaympäristön, kunnan tai kunnossapidon muutokseen. Kuvassa 3 on havainnollistettu vika- ja kunnossapitoilmoitus –triggeriä.



Kuva 3. Vika- ja kunnossapitoilmoitukset –triggeri.

Liitteen 2 ehdotuksen mukaan ilmoitukset toimisivat triggerin tarkkailemana ehtona. Puolestaan triggeri-ilmoituksen aiheuttamana rajana toimisi vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrä. Ehto on kaikille laitteille sama, mutta asetettu raja ilmoitusten määrässä voi olla laitekohtainen. Triggerin avulla voidaan painottaa eri laitteita toimeksiantajan kunnossapitostrategian mukaisesti. Kuvassa 3

esitetään esimerkkinä neljä eri laitetta ja niille asetetut triggeri-ilmoituksen aiheuttavat rajat.

Triggeriehdotuksessa (liite 2) esitetty vika- ja kunnossapitoilmoitukset –triggeri toimisi omalla ilmoituksellaan perusteena kunnossapidon toimenpiteiden kohdistamiselle. Tätä pidettäisiin parempana vaihtoehtona kuin pelkästään aikaansidottu kunnossapidon toiminta. Lisäksi triggerin yhtenä etuna on nostaa esille laitteita, jotka eivät ole ehkäisevän kunnossapidon piirissä.

#### 4.4.3 Kunto työn jälkeen

Kolmantena tarkkailujärjestelmänä liitteen 2 triggeriehdotuksen mukaisesti esitetään laitteelle kohdistuneen työtilauksen yhteydessä suoritettua arviota sen nykyisestä kunnosta. Valittaessa laitteen kunto tietyn kuvauksen mukaisesti, triggeri tunnistaisi asetetun rajan mukaisen arvion ja ilmoittaisi siitä. Triggeri olisi näin ollen osa työtilausta. Kunto työn jälkeen –triggeriä havainnollistetaan kuvassa 4.

**Kunto työn jälkeen**  
- Arvio laitteen kuntoa, johon se jäi työtilauksen jälkeen

**Kunto työn jälkeen –triggeri**

Laitteen nykyinen kunto	
Nro.	Kuvaus
1	Laite uusittu kokonaan tai osittain
2	Toimintakelpoinen
3	Heikentynyt
4	Vikaantunut

Työtilauksen jälkeen samalla kun muutetaan sen tilaa, arvioidaan mikä on laitteen kunto työn jälkeen ja kestääkö se seuraavaan seisakkiin asti.

Kuva 4. Kunto työn jälkeen –triggeri.

Triggeri tarkkailisi laitteen kunnossapitoimenpiteen tarpeellisuutta. Sen tarkoituksena on tuoda esille, tarvitseeko laitteeseen kohdistaa uusia toimia ennen

suunniteltua seisakkia. Tällöin se toimisi perusteena kunnossapidon kohdentamisessa.

Liitteessä 2 esitetty tarkkailujärjestelmä toisi kunnossapitoon osallistuneen henkilön osaksi laitteen käytettävyyttä arvioitaessa. Tämän takia ehdotuksessa käytetään triggeristä ilmaisua osallistava. Perusteluna voidaan pitää työtilauksen yhteyttä laitteeseen kohdistuneeseen kunnossapitoon.

#### **4.5 Arvio tarkkailujärjestelmien toteuttamisesta**

Toiminnallisen osuuden viimeisessä vaiheessa liitteessä 3 arvioitiin tarkemmin kolmea triggeriehdotusta. Vaiheen tuloksena toimii kyseinen arvio näistä kolmesta esitetystä triggeristä. Arvio on luonteeltaan asiakirjatyyppinen.

Arvioinnissa (liite 3) esitetään kolmen tarkkailujärjestelmän vaatimukset, jotka pitävät sisällään ehtojen yksityiskohtaisemman kuvailun, raja-arvojen asettamisen, ilmoitusten tyyppin sekä suuntauksen ja käyttöönottamisen mahdollistavat ohjelmistot. Samalla siinä esitetään vaihtoehtoinen toteuttavuus toimeksiantajan nykyisillä ohjelmistosovelluksilla. Välttämättä yhtä ohjelmistoa, jossa triggerit voitaisiin toteuttaa, ei ollut, vaan tätä varten tarvittaisiin yhden, tai useamman ohjelmiston yhteensopivuutta. Ohjelmistojen muokkaamista triggereiden vaatimukseen ei kuitenkaan suoritettu tässä vaiheessa.

## **5 Pohdinta**

Kokonaisuudessaan opinnäytetyön aiheen ja toimeksiannon suorittaminen voidaan katsoa olleen kohtalaisen haastavaa. Asetetun tavoitteen saavuttaminen oli mahdollista, mutta se vaati aktiivisuutta, sillä kerätyn tiedon esittäminen oli opinnäytetyötekijän varassa. Perehtymisvierailut tehtaalle sekä toimeksiantajan avoin keskustelukulttuuri voidaan kuitenkin katsoa edesauttaneen merkittävästi työn suorittamista ja tavoitteen saavuttamista.



Lisäksi opinnäytetyön suorittaminen oli haastavaa johtuen siitä, että toimeksiantajana toimi aikaisemmin opinnäytetyöntekijälle tuntematon yritys. Työn suorittamista auttoi huomattavasti perehtyminen päivittäiseen kunnossapidon toimintaan ja kehitysorganisaatiossa käydyt keskustelut, niin asentajien kuin asiantuntijoiden, kanssa. Toimeksiantaja siis tuki opinnäytetyön tekemistä mainittavasti.

Tehtävänannon mukaan opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitä triggerit ehkäisevä kunnossapito voisi käyttää. Tähän opinnäytetyö vastasi tuloksillaan, perustellen samalle niiden käyttöä. Tuotettujen tarkkailujärjestelmien sekä muiden tulosten ottamista osaksi kunnossapitoa päättää kuitenkin itse toimeksiantaja. Luonnollisesti seuraavana toimenä olisi tulosten käyttöönotto, jos näin päätetään. Tämä edellyttäisi tarkkailujärjestelmien saattamista osaksi ehkäisevää kunnossapitoa. Tulosten käyttöönotto saattaisi edellyttää seuraavaa opinnäytetyötä, tai vastaavaa työsuoritetta.

Pohdinnan loppuksi kiitetään toimeksiantajan ja oppilaitoksen puolesta nimettyjä ohjaajia heidän mielenkiinnostansa opinnäytetyötä kohtaan. Heidän neuvonsa edesauttoivat työn suorittamista huomion arvoisesti. Lisäksi kiitetään Stora Enso Oyj Enocellin tarjoamasta mahdollisuudesta suorittaa kyseinen opinnäytetyö yrityksessä.

## Lähteet

- Heinonkoski, R. 2004. Koneautomaation kunnossapito. Helsinki: Opetushallitus.
- Järivö, J., Konola, J., Mäki, K. M., Uusitalo, M., Pokela, M., Leskelä, J., Pohjasto, H., Ruohomaa, H., Välimäki, M., Ristimäki, P., Salmikukka, J., Pakarinen, M. & Välisalo, T. 2000. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja – n:o 4. Rajamäki: KP-Tieto Oy.
- Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Kunnossapidon julkaisusarja – n:o 10. Helsinki: Promaint ry.
- Mikkonen, H. 2009. Miettinen, J., Leinonen, P., Jantunen, E., Kokko, V., Riutta, E., Sulo, P., Komonen, K., Lumme, V. E., Kautto, J., Heinonen, K., Lakka, S., & Mäkeläinen, R. Kuntoon perustuva kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja – n:o 13. Helsinki: KP-Media Oy.
- Mobley, K., R. 2002. An introduction to predictive maintenance. Amsterdam, New York: Butterworth-Heinemann.
- Opetushallitus. Kunnossapito menestystekijä. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/index.html>. 24.2.2023.
- SFS-EN 13306. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- Smith, A., M., & Hinchcliffe, G., R. 2004. RCM : gateway to world class maintenance. Amsterdam, Boston: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Stora Enso. 2023. Tietoa Stora Ensosta. <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso>. 27.5.2023.
- Tervetuloa Enocelliin. 2022. Stora Enso Enocellin yritysesitysaineisto. Vain sisäiseen käyttöön. 13.11.2022.
- Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). 1999. Käyttövarmuus ja käyttökunnon hallinta. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/symposiums/1999/S196.pdf>. 24.2.2023.

## Triggerin määritelmä

Tämä määritelmä on osa opinnäytetyötä, jossa selvitetään kunnossapidon triggereitä Stora Enso Enocellin kunnossapidon käyttöön.

Määritelmä toimii pohjana opinnäytetyön myöhemmille vaiheille ja samalla edesauttaa käsitteen tulkittavuutta.

Triggerin määritelmän tukena on liitteessä 1 ehdotetun triggerin todentamiseksi vuokaavio, jolla voidaan arvioida ehdotetun triggerin soveltuvuutta käytettäväksi. Soveltuvia ehdotuksia voidaan ottaa käyttöön triggerinä vuokaavion (liite 2) mukaisesti.

## Mitä triggerillä tarkoitetaan

Triggerillä tarkoitetaan laitekeskeistä tarkkailujärjestelmää, joka tiettyjen ennalta sovittujen ehtojen täytyessä ilmoittaa siitä kunnossapito-organisaatiolle.

Määrityksen mukaan triggeri on tulkittavissa siten, että järjestelmä tunnistaa laitekohtaisesti tarkkailemansa raja-arvon, eli ehtonsa, sekä tunnistaa asetetun arvon ylityksen ja tuo sen ilmi, joko automaattisesti tai itse triggeriä tarkasteltaessa.

Triggerin tarkkailemat ehdot ovat erikseen määritellyt, ja ne voivat olla toisistaan poikkeavia. Triggereitä on siis mahdollista olla useita erilaisia yhdelle laitteelle. Ehtoina voidaan käyttää mitä tahansa tarkasteltavaa asiaa, kunhan sen toistettavuus säilyy. Myös organisaation oma toiminta voidaan asettaa triggerin ehdoksi. Asetettujen ehtojen täytyttyä triggeri ilmoittaa itsestään kunnossapidolle automaattisesti tai manuaalisesti.

Triggerin tarkoituksena on kertoa laitteen tilasta. Ne ovat laitetta koskevia huomioita, joiden avulla on tarkoitus päättää kunnossapidon kohdentamisesta sekä jatkotoimenpiteistä.

## Mihin triggereitä käytetään

Triggereitä käytetään laitteen kunnossapidon kohdentamisen perusteena. Kohdistamisella tarkoitetaan sitä, milloin laitteen ennakkohuollot suoritetaan, ja mitä niiden yhteydessä tehdään. Kunnossapitotoimenpiteistä päätettäessä triggereillä on tarkoitus toimia päätöksen tukena.

Triggerin aiheuttaman ilmoituksen avulla voidaan esimerkiksi tihentää laitteelle suoritettavia tarkastuksia. Ilmoitusten määrä ottaa kantaa asetettuihin ehtoihin,

mutta myös oikein jaksotettuun ehkäisevään kunnossapitoon. Tällöin se toimii eräänlaisena kunnossapidon toteutumisen mittarina.

Tarkkailtavien ehtojen rajoittamattomuudesta johtuen, triggeriä ei voi pitää täysin laitteen kunnonvalvontajärjestelmänä, vaan laajempaa laitetta koskevana tarkkailujärjestelmänä. Järjestelmä toimii eräänlaisena havainnoinnin työkaluna, mutta laitteen kunnon lisäksi se kertoo myös toteutuneesta kunnossapidosta.

### Miten triggereitä käytetään

Uusia triggereitä pohtiessa voidaan ehdotuksia arvioida ja niiden soveltuvuutta tarkistella vuokaavion (liite 1) avulla. Kaavion tarkoituksena on ottaa kantaa triggeriehdotuksen soveltuvuuteen myöhemmin käyttöön otettavaksi. Jos ehdotus on kaavion mukaan soveltuva, sen jatkokehittäminen ja ottaminen tarkempaan suunnitteluun on suositeltavaa. Myös uudelleentarkastelun jälkeen triggeriehdotus voi olla soveltuva.

Laitteelle asetetaan ennalta suunniteltu triggeri. Suunnittelussa huomioidaan triggerin tarkkailema arvo ja asetetaan ilmoituksen laukaiseva raja. Muutoksia laitteen kunnossapitosuunnitelmaan ei tehdä triggerin asettamisen perusteella, vaan sen täyttymisen perusteella.

Myöhemmin triggerin aiheuttamasta ilmoituksesta, kunnossapitäjän on tarkoitus havahtua tähän, ja toimia katsomallaan tavalla.

Lisäksi on huomioitava, että triggerinä voi toimia myös ilmoittamaton triggeri. Tapauksessa joudutaan itse tarkistamaan triggerin raja-arvon ylitys. Vaikka automaattista ilmoitusta tästä ei tule, triggerin täyttyminen tulee olla selvästi havaittavissa. Myös tarkistaminen olisi syytä olla muutoinkin vaivatonta.

Triggereiden ja muiden laitteesta tehtyjen havaintojen avulla arvioidaan ehkäisevien kunnossapitotoimien kohdentamista. Triggerin ilmoitusten perusteella voidaan vaihtoehtoisesti päätyä korjaus- tai parannustöiden suorittamiseen, ja siksi triggerit soveltuvat myös korjaavan kunnossapidon käyttöön.

### Miksi triggereitä käytetään

Tarkoituksena triggereiden käytölle on saada optimoituja kunnossapitotoimenpiteitä. Laitteelle suoritetut tarpeettomat eli merkityksettömät työt ovat kustannustekijä, mutta myös toimenpiteistä karsiminen voi

vaikuttaa laitteen käytettävyyteen sekä tätä kautta tuotannon menetyksiin.

Perusteltu ja oikein kohdennettu ennakkohuolto edesauttaa laitteen vikaantumattomuutta. Huollon ajoittaminen triggerin avulla on kohdennetumpi toimenpide kuin pelkästään aikaperusteinen huoltaminen. Suunnitelmallinen kunnossapito on itsessään osatekijä laitteen käytettävyyttä tarkasteltaessa.

#### Yhteenveto määritelmästä

Triggerin määrittäminen yhtenä lauseena;

*Ennalta asetettuja ehtoja tarkkaileva järjestelmä, jonka tehtävänä on viestittää raja-arvon ylityksestä kunnossapidolle, ja joka vastaa tähän päättämällä suoritettavista kunnossapidoista.*

#### Liitteet

Triggeriehdotuksen kaavio

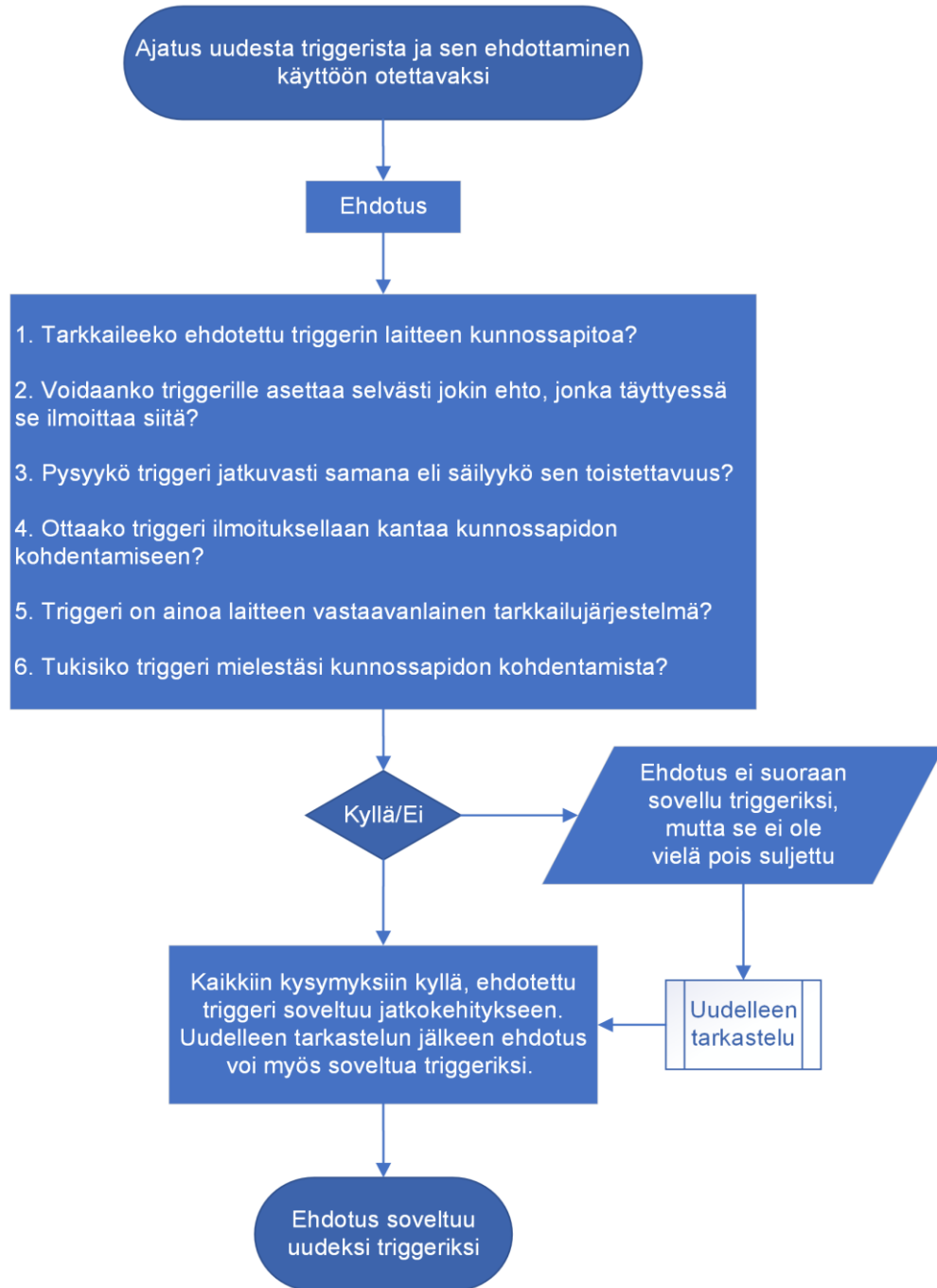
Liite 1

Triggerin käyttöönottamisen kaavio

Liite 2

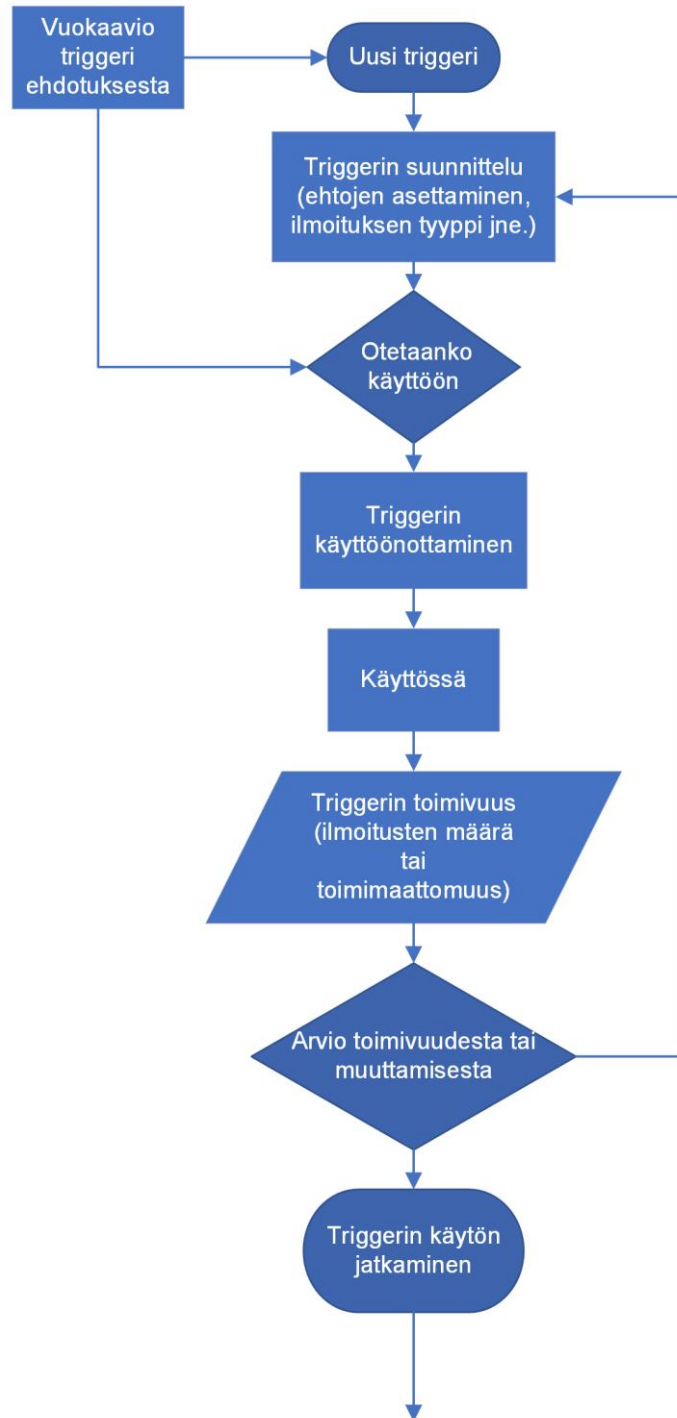
## Liite 1

## Triggeriehdotuksen kaavio



## Liite 2

## Triggerin käyttöönottamisen kaavio



## Triggeriehdotukset

Tämä triggeriehdotus on osa opinnäytetyötä, jossa selvitetään kunnossapidon triggereitä Stora Enso Enocelin kunnossapidon käyttöön. Ehdotus liittyy olennaisesti aikaisemmin triggerin määritelmä-asiakirjaan, jossa selvitetään mitä termillä triggeri tarkoitetaan.

Tässä asiakirjassa on tarkoituksena ehdottaa kolmea uutta triggeriä osaksi sellutehtaan kunnossapitoa.

Ehdotukset on muotoiltu lyhyeksi ja niiden soveltuvuus on karkeasti arvioitu vuokaavion (liite 1) avulla.

Tulos soveltuvuudesta on esitetty asiakirjassa (liite 2). Myöhemmin on tarkoituksena arvioida tarkemmin triggereitä käyttöönotettavaksi.

## Laitteen käyttötiedot

Ensimmäisenä triggeriehdotuksena on prosessilaitteen käyttötietoihin pohjautuva tarkkailuarvo. Triggeri perustuisi sähköiseen muutokseen laitteen suorituskyvyssä ja toimintatilassa. Ehdotuksen mukaan, triggeri tulisi reaaliaikaisesti seuraamaan laitteen käyttötietoja eli käyttöparametreja.

Käyttötiedoilla tarkoitetaan esimerkiksi pumpun paineutuottoa, laitteen läpi kulkevaa virtausta ja lämpötilaa. Triggeri seuraisi tietoja ja tunnistaisi niiden muutoksia ennalta määrätyn arvon mukaisesti, kuten laitteen tai sen osan lämpötilan kohoamista. Arvon ylitettyä triggeri tunnistaisi tämän ja ilmoittaisi siitä kunnossapidolle, tai muutoin sovittaessa henkilölle, jonka vastuualueella kyseinen laite on.

Triggeriehdotus antaisi hyvin aikaisessa vaiheessa tiedon laitteen toimintaympäristöstä ja sen muutoksista. Tällöin kunnossapidolla olisi valmius toimia aikaisessa vaiheessa ennen laitteen vikaantumista.

Myös laitteelle kohdistettujen kunnossapidon toimenpiteiden onnistumista voitaisiin arvioida käyttötietojen seuraamisen avulla, mutta ensisijainen tehtävä on toimia triggerinä.



Ehdotus toteutettaisiin keräämällä nykyistä prosessitietoa jo olemassa olevaan tai uuteen tietojärjestelmään. Tämä järjestelmä tuottaisi ilmoituksen kunnossapidolle. Vaihtoehtona voidaan pitää myös ilmoitusta suoraan SAP-kunnossapitoympäristöön. Käyttötietoja keräävässä ohjelmakokonaisuudessa voitaisiin asettaa tarkkailtu ehto, eli prosessiparametri, sekä sen raja. Lisäksi ilmoitusten kohdistus vastuuhenkilölle tapahtuisi kyseisessä järjestelmässä.

#### Vika- ja kunnossapitoilmoitukset

Toisena triggerinä ehdotetaan laitteesta tehtyjen ilmoitusten määrää. Toimipaikkakohtaisten vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrä ylittäessä asetetun rajan, laukaisisi se triggerin.

Triggeri toteutettaisiin osittain nyt kerätyn ilmoitusdatan avulla. Rajan ylityksen sekä sen asettelua varten vaaditaan kuitenkin oma ohjelmistosovellus, tai sovelluksen lisäosa, jossa ilmoituksia nyt kerätään. Järjestelmän on myös osoitettava, kenelle triggerin aiheuttama ilmoitus kohdistuu.

Perusteena ehdotuksen kannattamiselle voidaan käyttää laitteen vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrän antamaan viitteeseen siitä, että jokin laitteen kunnossa tai kunnossapidossa on muuttunut. Keskittyminen laitteisiin, joista triggeri ilmoittaa, on kohdistetumpi kuin pelkästään aikaan perustava kunnossapito.

Ehdotuksen mukaisella triggerillä on mahdollisuus tuoda esille laitteita, jotka eivät ole aiemmin kuuluneet ehkäisevän kunnossapidon piiriin.

Triggeriehdotuksen etuna voidaan pitää kriittisyysluokittelun hyödyntämistä raja-arvojen asettamisessa. Toimipaikalle, jossa kriittisesti tärkeämpi laite sijaitsee, voidaan triggerin rajaksi asettaa matalampi arvo vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrässä.

Ehdotuksen avulla havainnoidaan laitteen kunnossapidon tarvetta. Käyttötietoihin perustuvan triggerin tavoin, tässäkin ehdotuksessa kunnossapidon toimien oikeinkohdistaminen havaitaan vähentyneillä triggerin aiheuttamilla ilmoituksilla.

Mainittavaa on myös vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrän osuus kunnossapidon kustannuksiin. Triggerin käyttämistä edellä mainittuun ei kuitenkaan huomioida tässä ehdotuksessa tarkemmin.

Kolmantena ehdotuksena triggeriksi esitetään työtilausten yhteydessä kerättyjä arvioita laitteen senhetkisestä kunnosta. Triggerin ehtona toimii arviointiasteikko.

Ehdotuksen tarkoituksena on tarkkailla jo suoritettujen kunnossapitotoimien jälkeistä arviointia, eli kohteena olleen laitteen kuntoa sen parissa työskennelleen silmin.

Esimerkkinä triggeriehdotuksesta on ehkäisevän kunnossapidon työtilaus, kuten ennakkohuolto. Suorittamisen jälkeen arvioidaan työtilaukseen se, mihin kuntoon kyseinen laite jäi. Arviointi ottaa kantaa siihen, tuleeko laite kestävänsä sellaisenaan seuraavaan suunniteltuun seisakkiin. Triggerin ilmoituksen aiheuttamana ehtona pidetään tätä kyseistä arviota.

Arvioinnissa voidaan asettaa yksi tai useampi arvo, joka laukaisee triggerin. Triggeriehdotuksen tarkoituksena ei ole antaa arviota työtilauksesta itsestään, vaan keskittyä laitteen kuntoon. Samaa arviointiin voitaisiin mahdollisesti liittää kysymys tai viittaus työtilaukseen liittyvistä muista dokumenteista.

Laitteen kunnan ehdotusta voidaan pitää osallistavana triggerinä, sillä se tuo työtilaukseen osallistuneen henkilön osaksi arvioimaan laitteen käytettävyyttä. Samalla todetaan heti suoritettun työn jälkeen, mikäli on ilmennyt jotain, jota ei ole pystytty ennakoimaan, tai mitä pitää ottaa huomioon laitteen myöhemmän kunnossapidon suunnittelussa.

Triggeriehdotuksen toteuttaminen vaatii digitaalisen kunnossapitoympäristön. Ympäristössä tulee olla selvästi yhdistettävissä työtilaus ja arvio laitteen kunnosta.

Lisäksi on huomioitava triggerin rajojen asettamiseksi tarvittava järjestelmä. Tämän takia triggerin käyttämistä varten voidaan vaatia kunnossapitoympäristön joustavuutta ja linkittymistä tarvittaessa toiseen järjestelmään.

On kuitenkin tarkasteltava kunnossapitoon osallistuneen oikeudet pääsyyn muuttaa työtilausta ja tätä kautta arvioida työtä. Huomion arvoista on myös arviointia suorittavan kyky sekä motivaatio toteuttaa arvio laitteen kunnosta työn jälkeen.

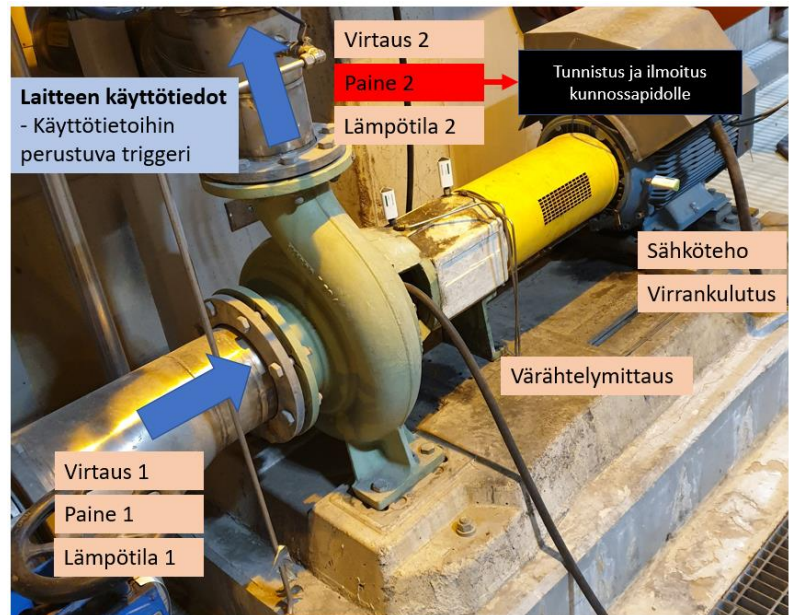
Ehdotusten listaus

Triggeriehdotukset esitetään seuraavana listauksena:

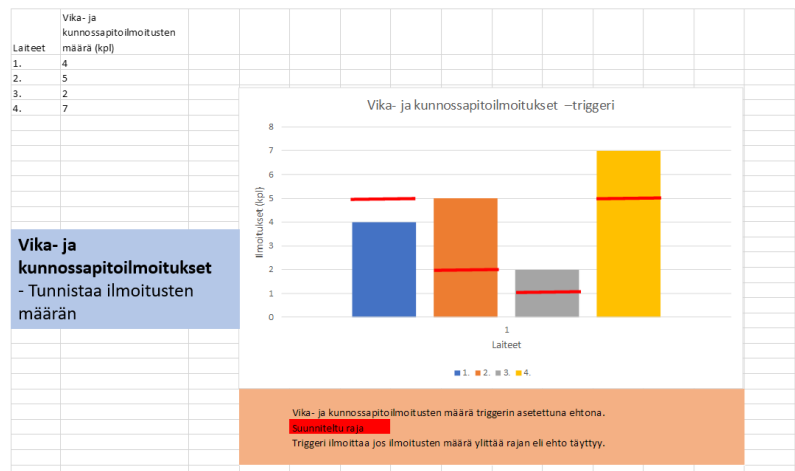
1. Laitteen käyttötiedot
2. Vika- ja kunnossapitoilmoitukset
3. Kunto työn jälkeen

### Ehdotusten havainnollistaminen

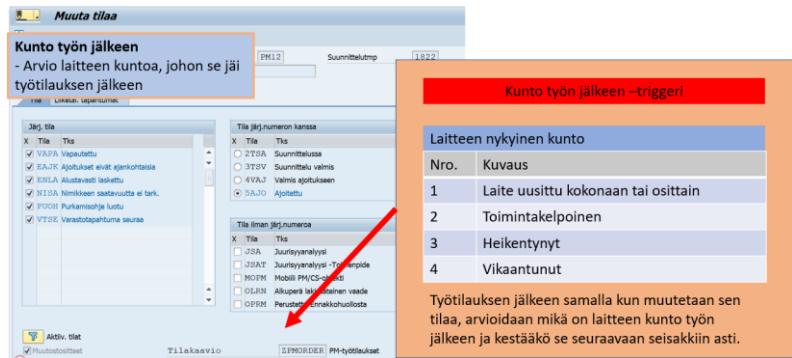
Triggeriehdotuksista yksiselitteisemmän tulkinnan muodostamiseksi on kaikista ehdotuksista esitetty toimintaperiaatetta jäljittelevä kuva (kuvat 1–3).



Kuva 1. Laitteen käyttötiedot –triggeriehdotus.



Kuva 2. Vika- ja kunnossapitoilmoitukset –triggeriehdotus.



Kuva 3. Kunto työn jälkeen –triggeriehdotus.

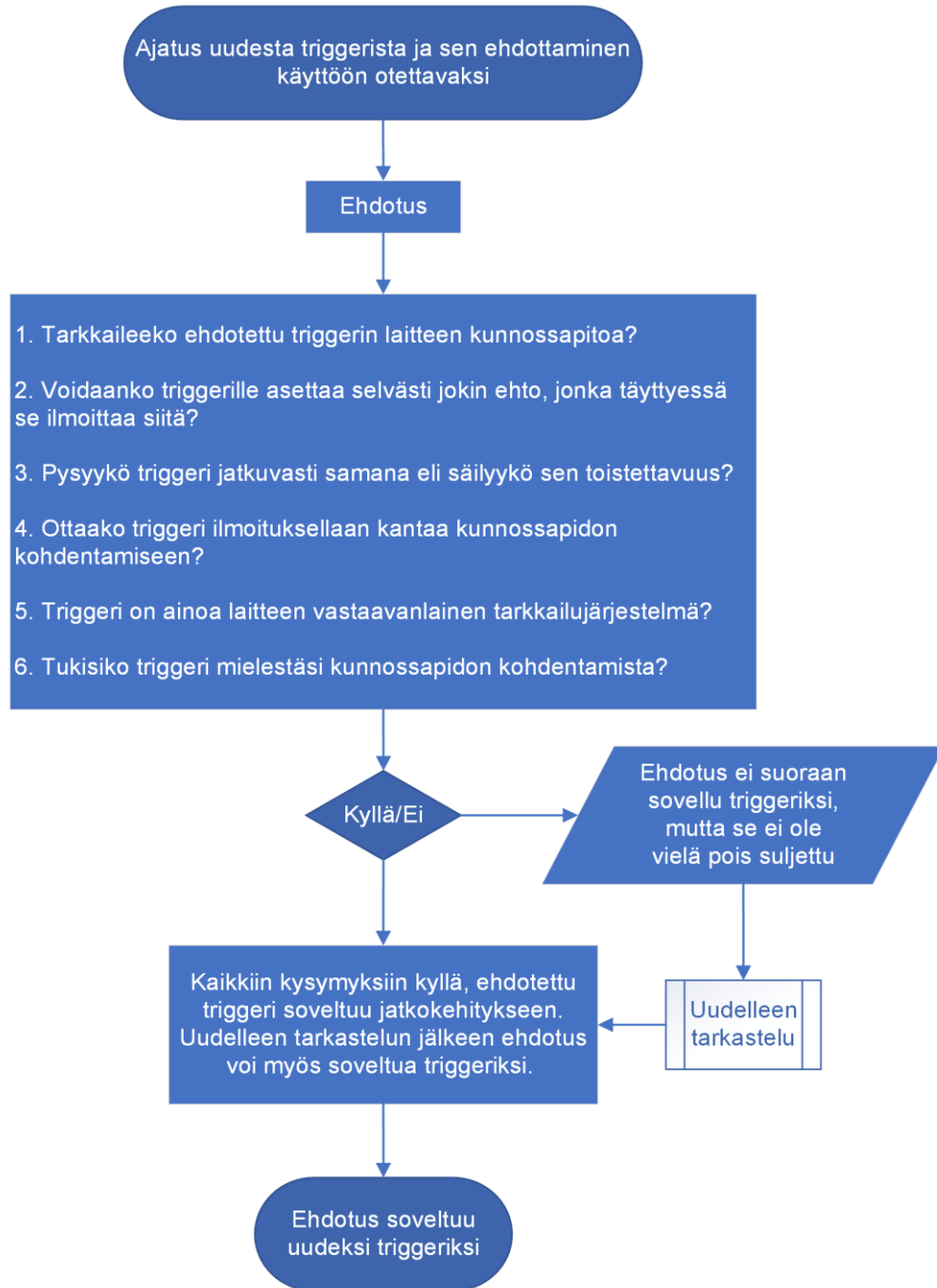
Esitetyt kuvat triggeriehdotuksista ovat hahmotelmia sekä suuntaa antavia. Ne eivät ole kuvia viimeistellyistä ja valmiista triggereistä.

## Liitteet

Triggeriehdotuksen kaavio  
 Triggeriehdotusten soveltuvuus

Liite 1  
 Liite 2

## Liite 1

Triggeriehdotuksen kaavio  
1 (1)

### Triggeriehdotusten soveltuvuus

Tässä asiakirjassa arvioidaan triggeriehdotuksien soveltuvuutta triggeriehdotuksen kaaviossa esitettyjen kysymysten avulla. Triggeriehdotukset ja triggerin määritelmä on esitetty aiemmin. Tämän asiakirjan tarkoituksena on toimia liitteenä kyseisten raporttien tueksi.

Tämä arvio soveltuvuudesta on osa laajempaa osakokonaisuutta opinnäytetyössä, jossa selvitetään kunnossapidon triggereitä.

Kaikkiin kysymyksiin kyllä-vastaus tarkoittaa ehdotuksen suoraa soveltuvuutta triggeriksi. Ei-vastaus tarkoittaa, että kysymyksen osalta ehdotusta on tarkasteltava uudelleen. Tarkastelun jälkeen ehdotus voidaan myös katsoa soveltuvaksi.

### Laitteen käyttötiedot

Ensimmäisenä triggeriehdotuksena on prosessilaitteen käyttötietoihin pohjautuva tarkkailuarvo. Triggeri perustuisi sähköiseen muutokseen laitteen suorituskyvyssä ja toimintatilassa. Ehdotuksen mukaan triggeri tulisi reaaliaikaisesti seuraamaan laitteen käyttötietoja eli käyttöparametreja.

*1. Tarkkaillaanko ehdotettu triggeri laitteen kunnossapitoa?*

Kyllä. Triggeri tarkkailee ensisijaisesti laitteen toimintaa ja havaitsee sen muutoksia. Triggerin avulla voidaan kuitenkin tarkkailla kunnossapidon jälkeisiä vaikutuksia laitteen toimintaan, sekä niiden onnistumisia.

*2. Voidaanko triggerille asettaa selvästi jokin ehto, jonka täyttyessä se ilmoittaa siitä?*

Kyllä. Triggerille voidaan selvästi asettaa ehto sekä tietty arvo, jonka ylitettyä se ilmoittaa siitä.

*3. Pysyykö triggeri jatkuvasti samana eli säilyykö sen toistettavuus?*

Kyllä. Triggerin tarkkailema ehto ja asetettu raja pysyy samana. Tässä tapauksessa käyttöparametrin arvo muuttuu laitteen toimintaympäristön mukaisesti. Kyseistä muutosta seurataan.

4. *Ottaako triggeri ilmoituksellaan kantaa kunnossapidon kohdentamiseen?*

Kyllä. Tarkkaillun ehdon täytyttyä saadaan viitteitä laitteen tai sen osan muutoksesta, joka voi viitata viikaantumisen alkuehetkiin tai muuhun heikentymiseen. Triggerillä pystyttäisiin arvioimaan jo aikaisessa vaiheessa mihin ehkäiseviä kunnossapitotoimia kannattaisi kohdistaa.

5. *Triggeri on ainoa laitteen vastaavanlainen tarkkailujärjestelmä?*

Kyllä. Kunnossapidolla ei ole muita vastaavia tarkkailujärjestelmiä, mutta osassa laitteista on jatkuva värähtelymittaus. Se ei tällä hetkellä tarkkaile mitään muuta käyttötietoa lämpötilan ja värähtelymitauksen lisäksi.

6. *Tukisiko triggeri mielestäsi kunnossapidon kohdentamista?*

Kyllä. Triggeri antaisi viitteitä esimerkiksi siitä, milloin laitteen toiminnan voisi tarkistaa.

Liite 2

2 (3)

Laitteen käyttötiedot –triggeriehdotus soveltuu vuokaa-vion kysymysten mukaisesti triggeriksi ja se voidaan ottaa osaksi tarkempaa suunnittelua.

Vika- ja kunnossapitoilmoitukset

Toisena triggerinä ehdotetaan laitteesta tehtyjen ilmoitusten määrää. Toimipaikka kohtaisten vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrä ylittäessä asetetun rajan, laukaisisi se triggerin.

1. *Tarkkailleeko ehdotettu triggeri laitteen kunnossapitoa?*

Kyllä. Triggeri tarkkailee laitteesta tehtyjä havaintoja, joka kertoo suunnitellun kunnossapidon onnistumisesta.

2. *Voidaanko triggerille asettaa selvästi jokin ehto, jonka täytyessä se ilmoittaa siitä?*

Kyllä. Triggerin ehto on vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrän saavuttaessa tietyn arvon. Arvon saavutettua triggeri tekee ilmoituksen asiasta.

3. *Pysyykö triggeri jatkuvasti samana eli säilyykö sen toistettavuus?*

Kyllä. Triggerille asetettu raja pysyy samana.

4. *Ottaako triggeri ilmoituksellaan kantaa kunnossapidon kohdentamiseen?*

Kyllä. Triggerin ilmoituksen tarkoituksena on antaa viitteitä siitä, että laitteen kunnossapitoa olisi syytä pohtia uudelleen. Sen tarkoitus ei ole olla velvoittava.

5. *Triggeri on ainoa laitteen vastaavanlainen tarkkailujärjestelmä?*

Kyllä. Laitteelle on jo olemassa järjestelmä, joka kerää vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrää, mutta

ehdotuksen mukaista ilmoitusten saavuttamaa määrää ei nykyisin huomioida sen enempää kunnossapidon kohdentamismielessä.

6. *Tukisiko triggeri mielestäsi kunnossapidon kohdentamista?*

Kyllä. Triggeri toisi esille, mille laitteelle tulisi kohdistaa kunnossapidon resursseja.

Vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrään liittyvä triggeri soveltuu vuokaavion kysymysten mukaisesti triggeriksi ja se voidaan ottaa osaksi tarkempaa suunnittelua.

Kunto työn jälkeen

Kolmantena ehdotuksena triggeriksi esitetään laitteelle liittyviä työtilauksia, joista kerätään arvioita laitteen sen hetkisestä kunnosta. Triggerin ehtona toimii arviointias-teikko.

1. *Tarkkailleeko ehdotettu triggeri laitteen kunnossapitoa?*

Kyllä. Triggeri olisi osana kunnossapidon työtilauksia.

Liite 2

3 (3)

2. *Voidaanko triggerille asettaa selvästi jokin ehto, jonka täytyessä se ilmoittaa siitä?*



Kyllä. Jos laitteen kunto työtilauksen jälkeen arvioidaan heikentyneen siten, että se ei tule kestäämään toimintakuntoisena suunnitellusti, se laukaisee triggerin ja tuottaa ilmoituksen.

3. *Pysyykö triggeri jatkuvasti samana eli säilyykö sen toistettavuus?*

Kyllä. Triggerin arviointi asteikko pysyy samana eri työtilauksen kuittauksen yhteydessä.

4. *Ottaako triggeri ilmoituksellaan kantaa kunnossapidon kohdentamiseen?*

Kyllä. Triggeri tuo esille selvästi, jos laitteen kunto on edelleen heikentynyt tai epävarma sille suoritettun työn jälkeen. Mainitussa tapauksessa on laitteeseen kiinnitettävä kunnossapidollista huomiota. Etenkin jos se ei tule kestäämään seuraavaan suunniteltuun asti.

5. *Triggeri on ainoa laitteen vastaavanlainen tarkkailujärjestelmä?*

Kyllä. Työtilausten yhteydessä ei ole selvää arviointiasteikkoa laitteen kunnolle, joka toimisi triggerinä.

6. *Tukisiko triggeri mielestäsi kunnossapidon kohdentamista?*

Kyllä. Triggerin tuottama ilmoitus kertoisi, jos laitteelle tarvitsee kohdentaa lisää kunnossapitotoimia.

Kunto työn jälkeen triggeri soveltuu vuokaavion kysymysten mukaisesti triggeriksi ja se voidaan ottaa osaksi tarkempaa suunnittelua.

#### Ehdotusten soveltuvuus

Kaikki kolme edellä esitettyä triggeri ehdotusta soveltuivat kysymysten vastausten mukaisesti triggeriksi.

Tätä arviota voidaan käyttää perusteena myöhemmin ehdotusten suunnittelussa ja päätöksenteossa triggeriä käyttöönotettaessa.

## Arviointi triggeriehdotuksista

Tämä arviointi on osa opinnäytetyötä, jossa selvitetään kunnossapidon triggereitä Stora Enso Enocellin kunnossapidon käyttöön.

Arviointi on opinnäytetyön yksi osakokonaisuus, jossa tarkastellaan aiemmin ehdotettuja triggereitä. Tarkoituksena arvioinnissa on ottaa kantaa triggereiden toteutettavuuteen ja perustella niiden käyttämistä. Arviointi toimii myös suosituksen perusteluna.

Triggereitä havainnollistava kuvaus on esitetty triggeriehdotukset-asiakirjassa. Arvioinnissa keskitytään triggereiden yksityiskohtiin olettaen, että lukijalla on käsitys siitä mitä triggerillä tarkoitetaan.

## Käyttötiedot –triggeri

Triggerin tarkkailemana ehtona on kerätä tietoa laitteen käyttötietoja seuraavasta digitaalisesta tietojärjestelmästä. Kyseinen järjestelmä on verrattavissa Microsoft Azure- tehdaskäyttöohjelmistoon.

Digitaalinen tieto laitteen toimintaympäristöstä, kuten painetuotto, toimii triggerin ehtona. Painetuoton seuraaminen ja muuttumisen havaitseminen toimii puolestaan triggerin laukaisevana rajana. Ilmoitus rajan ylittämisestä siirtyy kunnossapidon tietoon välittömästi.

Triggerin tarkoituksellisen toimivuuden kannalta oleellista on se, että käyttötietoja seuraava Azure-ohjelmisto on toiminnallinen. Mikäli näin ei ole, triggerin toiminta vaarantuu. Oletettavasti ohjelmisto on varmennettu ja sen luotettavuus suhteellisen hyvällä tasolla, koska sen tarkoituksena on operoida koko sellutehdasta. Tämän takia ohjelmistoon nojautuva triggerin voidaan myös olettaa toimivan.

Käyttötiedon eli ehdon tunnistamisen ohella triggerin on verrattava tarkkailemaansa käyttötietoa sille asetettuun raja-arvoon. Tätä varten triggerille tarvitaan oma ohjelmisto, jossa kyseinen arvo voidaan asettaa.

Arvo on numeraalinen ja sen yksikkö on sama kuin tarkkailtu käyttötieto. Esimerkkinä laitteen

käyttötiedosta on vaihteisto ja sen seurattu lämpötila (°C), joka toimii ehtona, ja jonka raja-arvona on 90°C. Asetetun arvon saavutettua ja sen ylitettyä, tunnistaa triggeri tämän ja lähettää ilmoituksen kunnossapidolle.

Edellä mainitun esimerkin mukainen toiminta on triggeriltä vaaditun ohjelmiston vaatimus. Seuratun käyttötiedon kerääminen voi onnistua Azure-ohjelmistosta, mutta raja-arvon asettaminen ja vertaaminen siihen voi olla haastavaa. Ohjelmiston tarjoajan näkemys soveltuvuudesta triggerin vaatimukseen on kuitenkin erikseen selvitettävä.

Vaihtoehtoisesti oma käyttötietoja keräävä järjestelmä tai ohjelmistosovellus voi täyttää triggerin asettamat vaatimukset. Omaa ohjelmistoa puoltaa myös se, että triggerien hallinta olisi siinä mahdollisesti helpommin toteutettavissa.

Arvojen asettaminen laite- tai toimipaikkakohtaisesti olisi yksilöllisempää ja oletettavasti vertaaminen Azuren tuottamaan tietoon myös helpompaa. Triggerin toiminnan edellytyksenä on kuitenkin sen tarkkaileman asian tunnistaminen sekä ilmoitusluonteen mukainen suuntaus siitä vastaavalle henkilölle. Näitä vaatimuksia varten suunnitellun ohjelmiston avulla tunnistamiselle voidaan asettaa yksityiskohtia, raja-arvoja säätää ja ohjelmoida ilmoituksenluonnetta sekä sen lähettämistä tai vastaanottajaa.

Triggerin määrittelyssä ei oteta kantaa sen tekemään suoraan työtilaukseen SAP-kunnossapitojärjestelmään. Ajatus voidaan kuitenkin sivuuttaa huomioiden triggeri-ilmoituksen aiheuttaman tarpeen kunnossapidolle käsitellä tämä ilmoitus. SAP-työtilaus suoraan triggeri-ilmoituksesta säästää kunnossapidon ajankäyttöä, mutta samalla ohitetaan triggerin tarkoitus, joka on toimia kunnossapidon tukena päätettäessä laitteelle suoritettavista toimenpiteistä.

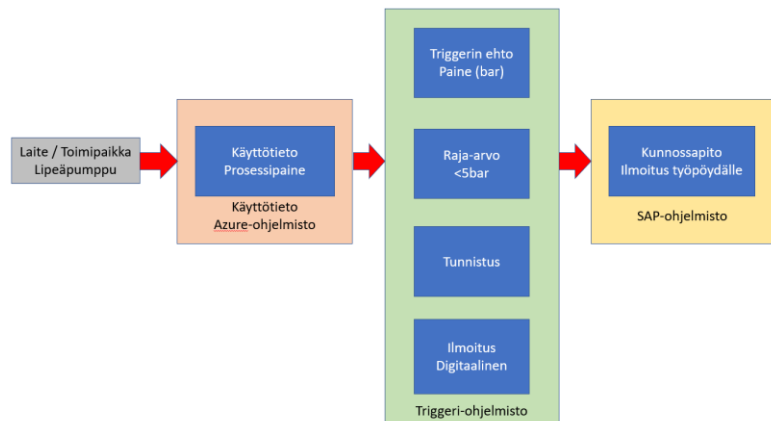
Triggeri-ilmoitus raja-arvon saavuttamisesta eli ehdon täyttymisestä tulisi suuntautua sille henkilölle kunnossapito-organisaatiossa, joka vastaa kyseisen laitteen toiminnasta. Tiedon siirtyminen voi puolestaan olla toteutettavissa triggeriä varten suunnatusta ohjelmistosta automaattisesti. Vaihtoehtoisesti tieto voi saavuttaa vastaavan henkilön tämän itse ohjelmistoa tarkastaessa.

Arvioidessa kokonaisuutena triggerin käyttämistä osana kunnossapidon toimintaa, todennäköisenä voidaan pitää, että triggeri tulisi koostumaan ainakin

yhdestä uudesta ohjelmistosta, jonka on keskusteltava yhden tai useamman eri ohjelmiston kanssa.

Ohjelmistojen on oltava keskenään yhteensopivia triggerin menestyksellisen toiminnan saavuttamiseksi. Ei ole kuitenkaan poissuljettu, etteikö triggeri olisi jossain mittakaavassa toteuttavissa pelkästään yhdellä jo käytössä olevalla ohjelmistolla. Tästä ohjelmiston toimittajalta voidaan saada laajempi näkemys asiaan.

Yksi vaihtoehto käyttötiedot-triggerin toteuttamiseksi esitetään kuvassa (kuva 1).



Kuva 1. Käyttötiedot –triggeri.

Kuva (kuva 1) havainnollistaa kolmen eri ohjelmiston tehtäviä ja keskinäistä suhdetta. Esityksen mukaisesti Azure-ohjelmisto kerää tietoa laitteesta ja tieto välittyy triggerin ohjelmistoon. Triggeri suorittaa vertaamisen kerätyn tiedon ja asetetun raja-arvon välillä. Mikäli arvo saavutetaan, triggeri luo ilmoituksen ja se ohjautuu kunnossapidolle esimerkiksi SAP-ohjelmistoon.

### Vika- ja kunnossapitoilmoitukset –triggeri

Laitteen toimipaikoista kerätyt vika- ja kunnossapitoilmoitukset toimivat triggerin tarkkailemana ehtona. Ilmoitusten määrän ylittäessä tietyn raja-arvon, triggeri tunnistaisi tämän ja tuottaisi ilmoituksen siitä.

Triggeri pohjautuu SAP-ohjelmiston vika- sekä kunnossapitoilmoituksiin ja niiden keräämiseen. Tämän takia triggeri on riippuvainen mainitusta ohjelmistosta. Mikäli vika- ja kunnossapitoilmoitusten kerääminen häiriintyy tai estyy, vaikuttaa se merkittävästi triggerin toimintaan.

Triggerin ehtona on tietyille laitteelle tai vaihtoehtoisesti laiteryhmälle kohdistetut ilmoitukset. Ilmoitukset ovat luonteeltaan havaintoja laitteen kunnosta tai pyyntöjä siitä vastaavalle kunnossapidolle. Vika- ja

kunnossapitoilmoitusten avulla laite pystytään yksilöimään. Triggerin ehto on tarkkaileva.

Ehto pitää sisällään sekä vikailmoitukset että kunnossapitoilmoitukset. Syynä tähän on kunnossapidon väärinarvioinnin mahdollisuus ilmoitusta luodessa. Tämän takia triggerin ehtona on suotavampaa käyttää molempien tyyppisiä ilmoituksia.

Kerättävien ilmoitusten yksikkönä on kappale. Ehdolle asetettuna rajana toimii lukuarvo. Arvon tulee olla positiivinen kokonaisluku, johtuen kerättävistä vika- ja kunnossapitoilmoituksista. Triggeri tunnistaa laitteen ja sille kerätyt ilmoitusten kappalemäärän (kpl). Tätä määrää triggeri vertaa laitteelle asetettuun sallittuun rajaan (5 kpl). Mikäli määrä saavuttaa arvon, triggeri aiheuttaa ilmoituksen.

Ehto ei ole aikasidonnainen, vaan se perustuu ainoastaan kerättyihin vika- ja kunnossapitoilmoituksiin. Kun ilmoituksille asetettu raja saavutetaan, triggeri luo oman triggeri-ilmoituksen tästä.

Triggeri-ilmoitus olisi parhaiten toteuttavissa samassa ohjelmistossa, jossa triggeri vertaa tarkkailemaansa ehtoa asetettuun raja-arvoon. Arvon saavutettua triggeri niin sanotusti nollautuu eli vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrä nollautuu sen jälkeen, kun raja on saavutettu ja triggeri-ilmoitus lähetetty.

Ilmoitusten sitoutuminen laitteeseen aiheuttaa sen, että yhdelle laitteelle voidaan asettaa ainoastaan yksi triggeri, mutta laitteelle painotettua ehkäisevää kunnossapitoa voidaan korostaa triggerille asetetulla raja-arvolla.

Arvona käytetään vika- ja kunnossapitoilmoitusten määrää. Määrä voi olla hyvin matala tuotannollisesti kriittiseksi katsotulle laitteelle, kuten esimerkiksi painelaitteen varoventtiilille. Puolestaan ei-kriittiseksi katsotulle laitteelle voidaan sallia useita ilmoituksia ennen asetetun raja-arvon saavuttamista.

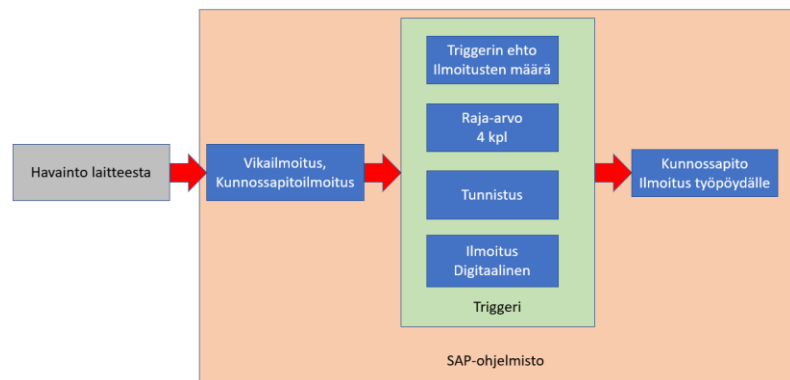
Triggerin toteuttaminen on mahdollista vaatimusten täyttävällä ohjelmistolla. Vaatimuksena on yhteensopiavuus SAP-ohjelmiston kanssa, ilmoitusmäärien asettaminen, ehdon ja raja-arvon vertaaminen, tunnistaminen, ja ilmoituksen välittäminen.

Yhtenä vaihtoehtona toteutukselle voidaan pitää triggerin sijoittumista kokonaisuudessaan SAP-ohjelmistoon. Tällöin vaaditaan kyseisen ohjelmiston muokkaamista, josta sen tarjoaja on todennäköisesti paras arvioimaan vaatimusten täyttämistä.

Toisena vaihtoehtona on myös triggeriä varten suunniteltu ohjelmisto, joka täyttää asetetut vaatimukset. Triggerin on kuitenkin välitettävä tieto raja-arvon saavuttamisesta kunnossapidolle. Tiedon siirtoon SAP-ohjelmisto soveltuisi parhaiten, koska se on kunnossapidon käytössä jo laajemmin.

Edellä mainitun takia, triggerin toiminta kokonaan SAP-ohjelmistossa voi olla paras vaihtoehto triggerin toteuttamiselle.

Vika- ja kunnossapitoilmoitukset –triggerin vaihtoehtoisista toteuttamista havainnollistetaan kuvassa (kuva 2).



Kuva 2. Vika- ja kunnossapitoilmoitukset –triggeri.

Esityksessä (kuva 2) triggerin toiminta perustuu SAP-ohjelmistoon tehdyistä havainnoista laitetta koskien eli vika- tai kunnossapitoilmoituksista. Vaihtoehton mukaisesti triggeri olisi yksi osakokonaisuus SAP-ohjelmistossa. Ilmoitusten määrän saavutettua raja-arvon, triggeri kohdistaa ilmoituksen kunnossapidolle. Myös tämä tapahtuu SAP-järjestelmän sisällä.

### Kunto työn jälkeen –triggeri

Kunto työn jälkeen –triggerillä tarkoitetaan työtilauksen yhteydessä suoritettua arviota laitteen kunnosta. Arviointi asteikko toimii triggerin ehtona ja triggeri-ilmoituksen aiheuttaa tietty arvio.

Triggeri on yhteydessä SAP-järjestelmän työtilauksiin. Se on siis työtilauskohtainen, mutta tilaukset kohdistuvat laitteelle ja toimipaikoille. Tämän takia triggeri pysyy tarkkailemaan laitetta.

Työtilausten valmistuttua ne liputetaan valmiiksi. Ennen tätä valmiiksi liputtamista on suoritettava arvio laitteen kunnosta. Arvioinnin tarkoituksena on tuoda esille, tarvitseeko laite kunnossapidon toimenpiteitä toimiakseen seuraavaan suunniteltuun seisakkiin asti.

Vastakohtaisesti arviointi voi ottaa kantaa siihen, että se ei tarvitse huomiota edes seisakin aikana.

Ehtona triggeri käyttää arviointia. Arvioinnin suorittaminen tapahtuu valitsemalla yksi esitetystä eri vaihtoehtoista. Vaihtoehtoja tulee olla useita ja niiden tulisi kuvailla laitteen eri kuntotiloja sekä sen tarvitsemaa kunnossapidon huomiota. Yhtenä esimerkkinä arvioinnista toimii kuvassa (kuva 3) esitetty.

Laitteen nykyinen kunto	
Nro.	Kuvaus
1	Laite on uusi
2	Laite on kunnossa
3	Laitteen kunto on heikentynyt
4	Laite on vikaantunut

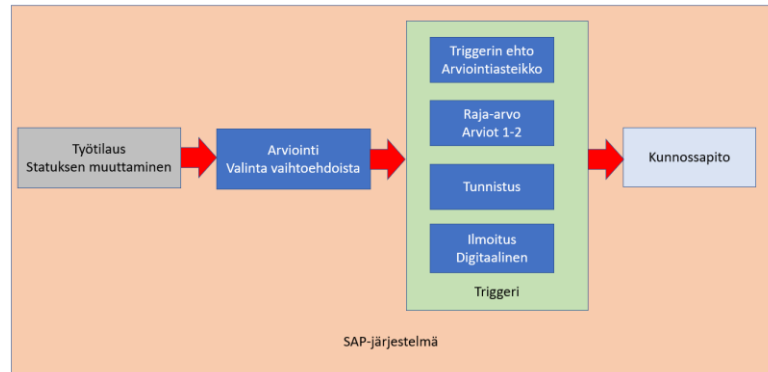
Kuva 3. Esimerkki arvioinnista.

Kuvan (kuva 3) esimerkin avulla laitteen kuntoa arvioidessa valitaan numero, joka vastaa tiettyä kuvausta. Valintaa tehdessä kuvaus laitteen kunnossa on merkittävässä asemassa. Triggerin ehdon raja-arvona toimii tietty numero, kuten nro 4. Tämänkaltainen arviointi tulisi olemaan triggeri-ilmoituksen aiheuttajana.

On myös mahdollista, että valittaessa kahdesta tai useammasta eri vaihtoehdosta, kaikista aiheutuu triggerin raja-arvon ylittävä ilmoitus. Tällä tavalla voidaan painottaa tuotannollisesti ja kunnossapidollisesti tärkeitä laitteita.

Triggerin yhteys työtilaukseen sekä tilauksen valmiiksi liputtamisen takia, olisi hyödyllistä toteuttaa triggeri kokonaisuudessaan SAP-järjestelmässä. Mahdollisuutta SAP-järjestelmän ja triggerin edustaman järjestelmän välillä ei ole poissuljettu, mutta toteutuksen kokonaisuutta tarkasteltaessa yksi järjestelmä olisi suotavampi.

Kuvassa (kuva 4) on esitetty kunto työn jälkeen-triggerin toimintaa SAP-järjestelmässä yhtenä osakokonaisuutena.



Kuva 4. Kunto työn jälkeen –triggeri.

Arvio laitteen kunnosta laukaisisi triggerin ja aiheutunut triggeri-ilmoitus olisi todennäköisesti helppoa suunnata kunnossapidolle kuvan (kuva 4) mukaisen esityksen avulla. Triggeri-ilmoituksen eli digitaalisen tiedon osoittaminen tietyille työpisteille olisi mahdollista tässä tapauksessa.

#### Triggerin vaikuttaminen käyttövarmuuteen

Perusteena triggerin käyttämiselle viitataan opinnäytetyön kirjallisuuskatsauksessa esitettyyn teoreettiseen tietoperustaan. Katsauksessa viitataan lähdeaineistoon. Tässä raportissa käytetään viittauksena Järviön ja Lehtiön (2017) sekä SFS-EN 13306 (2017) kirjallisuutta käyttövarmuuteen liittyen.

Käyttövarmuudella tarkoitetaan usein luotettavuutta. Sillä kuvataan aikaliitännäisiä laatuominaisuuksia. Se tarkoittaa kuitenkin laitteen kykyä toimia vaaditulla tavalla. Laitteen on siis oltava tämän kyvyn vaatimassa tilassa. Tarkasteltaessa laitetta ja sitä miten se pidetään siinä kunnossa, tarkastellaan siten myös laitteen käytettävyyttä.

Käyttövarmuutta vaikuttaa myös kunnossapitoon liittyvät tekijät. Triggerin ollessa kunnossapidon apuna toimiva järjestelmä, on syytä tarkastella enemmän käytettävyyttä.

Kirjallisuuskatsauksessa käytettyjen lähteiden mukaan laitteen käytettävyyttä pohdittaessa tarkastellaan ainoastaan sen kunnossapitoa. Käytettävyyteen vaikuttaa siis ainoastaan kunnossapidon toiminta. Tämän tapauksessa oletetaan, että muut resurssit laitteen käyttämiseksi ovat saatavilla. Käytettävyyttä koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta.

Toimintavarmuus on ajanjakso, jonka aikana laitteen tulisi suoriutua tehtävästään. Suoriutumiseen vaikuttaa



luonnollisesti laitteesta huolehtiminen, kuten ehkäisevä kunnossapito sekä sen tarpeen tunnistaminen.

Triggeri tarkkailee laitteen tarvitsemaa kunnossapidon huomiota. Sen aiheuttama ilmoitus viestii ehkäisevän kunnossapidon tarpeesta. Triggeri on siis laitteesta huolehtimisen työkalu ja näin ollen vaikuttaa sen toimintavarmuuteen.

Kunnossapidettävyydellä tarkoitetaan puolestaan laitteen mahdollisuutta olla palautettavissa toimintavarmuuden edellyttämään tilaan. Tähän mahdollisuuteen vaikuttaa vian havaitseminen. Laitteen vikaantumisen osoittamisessa triggeri toimii apuna. Esimerkiksi kunto työn jälkeen-triggerin avulla pystytään todentamaan, että laite on vikaantunut.

Myös automatisoitu kunnonvalvonta on yhtenä kunnossapidettävyyteen vaikuttavana tekijänä. Esimerkkinä käyttötiedot-triggeri tulisi seuraamaan Azure-ohjelmiston avulla laitteen suoritumista reaaliaikaisesti. Mahdollinen suorituskyvyn heikentyminen ja vikaantuminen olisi mahdollista havaita hyvin nopeasti triggerin avulla.

Kolmantena käytettävyyteen vaikuttavana tekijänä kirjallisuuskatsauksessa käsitellään kunnossapitovarmuutta. Sillä tarkoitetaan kunnossapito-organisaation kykyä palauttaa laite toimintavarmuuden edellyttämään tilaan. Yhtenä kunnossapitovarmuuteen vaikuttavana asiana on kunnossapidon hallinta.

Kunnossapidon hallinta on osaksi kunnossapidon toimenpiteiden kohdistamista, kuten millä perusteella enakkohuolto suoritetaan. Triggerien tulisi määritelmänsä mukaisesti toimia perusteena toimenpiteiden kohdistamisessa. Ne antaisivat selvän viitteen, kun tarve kunnossapidolle ilmenee. Triggereiden ei kuitenkaan automaattisesti tulisi päättää suoritettavasta toimenpiteestä, vaan toimia päätöksenteon tukena.

Edellä mainitun esityksen mukaisesti, triggerit sijoittuvat toimintavarmuuteen, kunnossapidettävyyteen ja kunnossapitovarmuuteen. Nämä kolme vaikuttavat puolestaan käytettävyyteen ja sen avulla lopuksi kokonaisuuteen laitteen käyttövarmuutta tarkasteltaessa.

