

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Teknologiaosaamisen johtaminen

Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Marko Kettunen

TUOTANTOLAITOKSEN ELINKAAREN HALLINTA OSANA
KUNNOSSAPIDON JA TUOTANNON JOHTAMISTA

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2021



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2021
Teknologiaosaamisen
johtamisen koulutusohjelma
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Tikkarianne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä
Marko Kettunen

Nimike
Tuotantolaitoksen elinkaaren hallinta osana kunnossapidon ja tuotannon johtamista

Toimeksiantaja
Efora Oy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia tuotantolaitoksien elinkaarenhallintaan liittyviä elementtejä ja tekijöitä. Suomen metsäteollisuudella on tarve tietää tuotantolaitteistojen jäljellä oleva käyttöikä ja milloin on oikea aika toimenpiteille. Suomessa metsäteollisuuden tuotantolaitokset ovat jo iäkkäitä, jolloin käyttöomaisuudesta huolehtijan täytyy pystyä kertomaan laitteiston omistajalle, missä vaiheessa laitteisto on elinkaartaan menossa. Metsäteollisuus käyttää vuosittain paljon rahaa tuotantolaitoksiensa kunnossapitoon ja investointeihin. Oikeisiin kohteisiin oikea-aikaisesti kohdistetut resurssit auttavat tuotantolaitoksia pysymään kilpailukykyisinä Suomessa. Tämä edellyttää sitä, että tuotantolaitteiden, rakennusten ja infrastruktuurin elinkaaret tulee tietää ja hallita.

Opinnäytetyössä käydään läpi käyttövarmuutta ja sen roolia tuotantolaitoksen elinkaaren hallinnassa. Tuotanto ja kunnossapito voivat omalla toiminnallaan vaikuttaa merkittävästi tuotantolaitteistojen elinkaariin. Investointien elinkaaren hallinta alkaa jo niiden suunnitteluvaiheessa. Ne päätökset ja valinnat, jotka tehdään investoinnin suunnitteluvaiheessa, määrittävät jopa 80 % laitteen koko olemassaolonsa aikana muodostuvista elinkaari-kustannuksista.

Sellutehtaan käynninaikaiseen elinkaaren hallintaan liittyy vahvasti käyttöomaisuudesta saatava tieto ja tehdasorganisaation johtaminen. Stora Enso Enocellin sellutehtaan käynninaikaiseen elinkaarenhallintaan kuuluvat korjaukset, suurkorjaukset, korvausinvestoinnit, investoinnit ja kohdennetut kehitysprojektit. Edellä mainittujen toimenpiteiden taustalla on joukko tekijöitä, joita tunnistamalla voidaan tehdä päätöksiä, mikä toimenpide on soveltuvin kulloisenakin hetkenä käyttöomaisuudelle.

Kieli
Suomi

Sivuja 62
Liitteet 1
Liitesivumäärä 1

Asiasanat
luotettavuus, kunnossapito, elinkaaren hallinta, tiedon hallinta



THESIS
March 2021
Master's Degree in Technology
Competence Management
Tikkarinne 9
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. +358 13 260 600

Author
Marko Kettunen

Title
Plant Lifecycle Management as Part of Maintenance and Production Management

Commissioned by
Efora Oy

Abstract

The purpose of this thesis was to investigate the elements and factors of the plant lifecycle management. The Finnish forest industry has the need to know how much lifetime the production devices have left and when is the right time to take actions. In Finland, the forest industry plants are getting old so the maintainer of the fixed assets should be able to tell the owner at what stage of their lifecycle the production devices are. Forest industry spends a lot of money every year on their production facilities' maintenance and investments. Focusing those resources on the right targets at the right time helps to keep the production facilities competitive in Finland. This will require that the lifecycle of the production devices, buildings and infrastructure needs to be known and to be managed.

In this thesis the dependability has been explained and described as a part of the plant lifecycle management. Production and maintenance can, by their own actions, significantly affect the lifecycles of production devices. The lifecycle management of investments already begins in the planning phase. Those decisions and choices which are made in the investment's planning phase will define even 80 % of the device's lifecycle costs during its whole existence.

The information about fixed assets and the mill organization management are associated with the pulp mill's lifecycle management. The lifecycle management of Stora Enso Enocell's pulp mill includes repairs, major repairs, replacement investments, investments and targeting development projects. Previously mentioned actions include certain factors that can be used to identify which action is the most appropriate for the fixed assets at the time.

Language
Finnish

Pages 62
Appendices 1
Pages of Appendices 1

Keywords
dependability, maintenance, lifecycle management, information management

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Luotettavuus	7
3	Tuotantotehokkuus	11
4	Kunnossapito ja luotettavuus	12
4.1	Korjaava kunnossapito.....	13
4.2	Ehkäisevä kunnossapito ja mittaava kunnonvalvonta	13
4.3	Parantava kunnossapito ja jatkuva parantaminen	18
4.4	Käyttäjäkunnossapidon rooli tuotantolaitoksen luotettavuudessa	18
4.5	Korjaamattomat laitteet	20
4.6	Luotettavuuden hinta	21
5	Luotettavuustekniikka ja tilastointi.....	23
5.1	Todennäköisyyslaskenta ja luotettavuus.....	23
5.2	Tilastojen tarve tuotantolaitoksen ja kunnossapidon johtamisessa	24
5.2.1	Tuotannonmenetysten tilastointi ja niiden hyödyntäminen.....	25
5.2.2	Korjauskustannusten tilastointi ja niiden hyödyntäminen	25
5.2.3	Laitehäiriömäärien tilastointi ja niiden hyödyntäminen.....	26
5.2.4	Tuotteen laatuerojen tilastointi ja niiden hyödyntäminen	26
6	Elinkaaren hallinta.....	27
6.1	Elinkaariajattelu	28
6.2	Elinkaarikustannus.....	29
6.3	Elinkaarituotto	32
6.4	Tuotantolaitoksen käyttöomaisuuden erilaiset elinkaaret.....	33
7	Investoinnit ja käyttövarmuus.....	34
7.1	Projektiorganisaatio ja käyttövarmuus	34
7.2	Toimintavarmuuden huominen investoinneissa	38
7.3	Kunnossapidettävyyden huomioiminen investoinneissa ja	39
7.4	Kunnossapitovarmuuden huomioiminen investoinneissa.....	40
7.5	3D-mallinnus investoinneissa osana käyttövarmuutta	41
7.6	Yhteenvedo investoinneista ja käyttövarmuudesta	42
8	Sellutehtaan käynninaikainen elinkaaren hallinta	42
8.1	Investointi.....	46
8.2	Korvausinvestointi.....	46
8.3	Kohdennettu kehitys	47
8.4	Korjaava kunnossapito.....	48
9	Suurkorjaustarpeen tunnistaminen	48
9.1	Vuosiseisokitarkastukset.....	49
9.2	NDT- ja DT-tarkastukset	50
9.3	Mittaava kunnonvalvonta	51
9.4	Laskennalliset analyysit	51
10	Pohdinta.....	52
	Lähteet.....	60

Liitteet

Liite 1

Sellutehtaan ehkäisevän kunnossapidon toiminta –kyselykaavake

Lyhenteet

CAPEX	Capital expenditures, pääoma kustannukset
DCS	Distributed Control System, hajautettu ohjausjärjestelmä
DT	Destructive testing, ainetta rikottava tarkastustapa
ODR	Operative driven reliability, käyttäjän tekemää kunnonvalvontaa
PLM	Plant lifecycle management, laitoksen elinkaarenhallinta
LCM	Lifecycle management, elinkaaren hallinta
LCC	Lifecycle cost, elinkaarikustannus
LCP	Lifecycle profit, elinkaarituotto
MTBF	Mean time between failures, keskimääräinen vikaantumisväli
MTTF	Mean time to failure, keskimääräinen vikaantumisaika
NDT	Nondestructive testing, ainetta rikkomaton tarkastaminen
OEE	Overall equipment efficiency, tuotantotehokkuus
OPEX	Operating expenditures, operatiiviset kustannukset
RTF	Run to failure, laite ajetaan rikki jonka jälkeen korjataan
NET	Laitteen nollaenergiatila
NPS	Net promoter score, asiakastyytyväisyys indeksi

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja selvittää tekijöitä ja tapoja käynninaikaiseen elinkaarenhallintaa metsäteollisuuden tuotantolaitoksissa. Tarkoituksena on voida vastata siihen, kuinka voidaan arvioida tuotantolaitoksen käyttöomaisuuden elinkaarien tilaa ja milloin on aika oikeille toimenpiteille. Opinnäytetyön taustalla on metsäteollisuuden tarve tietää entistä tarkemmin tuotantolaitteistojen elinkaaret. Metsäteollisuuden tuotantolaitoksia on Suomessa pääasiassa rakennettu 1920-luvulta lähtien. Nämä tuotantolaitokset ja niiden laitteet ovat kukin menossa tietyssä vaiheessa elinkaartaan. Kustannustehokkuus ja luotettavuus määrittävät tuotantolaitoksen pysyvyyttä Suomessa ja sen kannattavuutta. On siis erittäin tärkeää, että käyttöomaisuudesta huolehtija pystyy kertomaan laitteiston omistajalle, missä vaiheessa esimerkiksi tietty tuotantolaitte on elinkaartaan menossa ja milloin sille tulisi suorittaa toimenpiteitä.

Tämän opinnäytetyön toimeksianto tuli Efora Oy:n Uimaharjun tulosityksiköltä. Efora on Stora Enson omistama kunnossapitoyritys, joka toimii lähes kaikissa Stora Enson tuotantolaitoksissa Suomessa. Käyttövarmuus sekä henkilöstö ovat keskiössä Eforan strategiassa, jolla halutaan parantaa Stora Enson kilpailukykyä. Olen yhdistänyt tähän opinnäytetyöhön kirjallisuutta maailmalta, VTT:n tutkimuksia elinkaaren hallinnasta sekä omaa työkokemustani tuotannosta, kunnossapidosta sekä projektien hallinnasta.

Avaan ensimmäiseksi opinnäytetyössäni mitä luotettavuus on ja mitä sillä halutaan saavuttaa. Laitteiden luotettavuus sekä tilastotieteet liittyvät vahvasti tuotantolaitosten elinkaaren hallintaan. Tähän liittyy hyvin monia muitakin elementtejä ja näiden johtaminen on myös sidoksissa esimerkiksi kunnossapitoorganisaation rakenteeseen. Opinnäytetyöhön keräsin myös tietoa haastatteleamalla kunnossapidon ammattilaisia Eforan Uimaharjun tulosityksiköstä. Haastatteluista saatua tietoa käytin muodostamaan kuvan siitä, kuinka sellutehtaan käynninaikana voidaan käyttöomaisuuden elinkaaren tilasta saada tietoa.

Tämän jälkeen avaan tuotantolaitoksen elinkaarenhallintaan liittyviä käsitteitä ja termejä. Elinkaarikustannuksen ja elinkaarituoton laskeminen sekä elinkaariajattelu ylipäättävästi teollisuudessa ei ole niin yleistä kuin voisi olettaa. Elinkaarikustannusten laskeminen on vaikeaa ja vaatii monialaista osaamista. Kuitenkin elinkaariajattelu ja luotettavuus tekijöiden huomioiminen investoinneissa ovat asioita, joita ei pidä väheksyä. On tärkeää ymmärtää nämä kokonaisuudet ja miten ne liittyvät tuotannon ja kunnossapidon työarkeen investoinnin luovutuksen jälkeen.

Tutkimuksen loppupuoliskolla esittelen luomaani mallia metsäteollisuuden tuotantolaitoksen käynninaikaiseen elinkaarenhallintaan. Mallissa olevien tekijöiden avulla voidaan tunnistaa tuotantolaitteen, rakennuksen tai infrastruktuurin tarvitsevan suurkorjauksen, investoinnin tai kehitysprojektin. Tässä yhteydessä infrastruktuurilla tarkoitetaan viemäreitä, vesijohtoputkistoja ja teitä. Suurkorjauksien hallinta ja tunnistaminen on yksi osa metsäteollisuuden tuotantolaitoksen elinkaaren hallintaa ja liittyy olennaisesti Eforan rooliin Stora Enso suomen tehtaiden kunnossapitäjänä. Käynninaikainen elinkaaren hallinta vaatii monen eri organisaatiotason ja sidosryhmien välistä kommunikointia ja johtamista, joita myös selvennän tarkemmin.

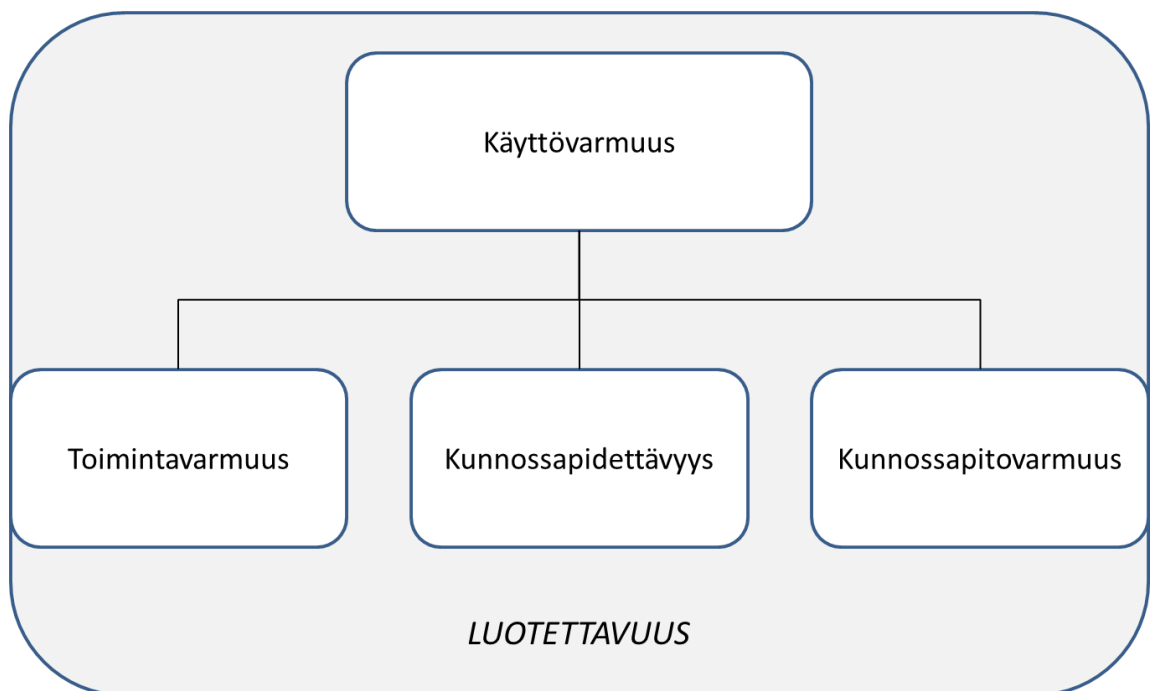
Tämä opinnäytetyö on tarkoitettu luettavaksi metsäteollisuuden kunnossapidon ja tuotannon toimihenkilöille sekä teollisuuden investointiprojekteista vastaaville henkilöille. Tällä tutkimuksella haluan herättää lukijaansa ymmärtämään oman työnsä vaikutuksen metsäteollisuuden kilpailukyvyyn varmistamiseen suomessa sekä vaikutuksen muihin henkilöihin tehdasorganisaatiossa. Elämme tietyllä tavalla murrosvaihetta metsäteollisuuden tuotantolaitosten osalta, missä näiden luotettavuus sekä elinkaarenhallinta korostuvat.

2 Luotettavuus

Monet tietävät yllättävien laitevikaantumisten aiheuttamat seuraukset tuotantolaitoksessa. Prosessiteollisuudessa vaikutukset yllättävän laitevikaantumisen

takia ovat usein suuremmat, kuin kappaletavarateollisuudessa. Yllättävästä viikaantumisesta aiheutuu tuotantotappioita, valmiiden tuotteiden lähetysaikataulut voivat viivästyä ja laitteen korjaaminen on kallista. Myös työturvallisuus on nykypäivänä lähestulkoon kaikissa yrityksissä niiden arvoissa ja tekemisessä ensimmäisenä. Yllättävä laiterikko voi olla joskus työturvallisuuden kannalta merkittävä, jolloin seuraukset ovat aina huonot. Lisäksi tapaturman riskiä kasvattaa aina laitteen korjaustyö, joka ei ole etukäteen hyvin suunniteltu.

Luotettavuus on yleistermi, jota käytetään kuvaamaan käyttövarmuutta, joka koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta (kuvio 1). Käyttövarmuus ilmaisee kohteen kykyä suorittaa vaadittu toiminto tietyissä olosuhteissa, tietyinä ajanhetkenä tai tietyinä ajanjaksona. Kun puhutaan luotettavuudesta ja käyttövarmuudesta, sillä tarkoitetaan kansan kielellä samaa asiaa. (SFS-EN 60300-1 2004, 24.)



Kuvio 1. Luotettavuus ja käyttövarmuus käsitteinä (mukaillen SFS-EN 60300-1 2004, 24)

Toimintavarmuus on laitteen kyky suorittaa vaadittu toiminto tietyissä olosuhteissa tietyn ajan. Kunnossapidettävyys taas kertoo laitteen kyvystä pysyä tai palautua tilaan, jossa se voi suorittaa vaaditun toiminnon, kun kunnossapitoa on tehty. Kunnossapitovarmuus kuvaa taas kunnossapito-organisaation kykyä tar-

vittaessa tietyissä olosuhteissa järjestää materiaali- ja henkilöresurssit kohteen kunnossapitoon. (SFS-EN 60300-1 2004, 24.)

Luotettavuustoiminnalla halutaan vähentää tuotantolaitoksen käyttökustannuksia ja turvata tuotantolaitoksessa tuotteiden tuottaminen. Se on ylivoimaisesti tehokkain tapa parantaa tuotantolaitoksen toimintaa ja kustannustehokkuutta. Luotettavuuden parantamiseen tarvitaan kykyä ja halua ymmärtävät vikaantumisen aiheuttamat syyt. Vasta sen jälkeen voidaan keskittyä kuinka vikaantumisia voidaan ehkäistä tai niiden vaikutusta minimoida. (O'Connor & Kleyner 2012)

Luotettavuustoiminnan päätavoitteisiin kuuluu (O'Connor & Kleyner 2012):

- soveltaa organisaatioin teknistä osaamista ja erilaisia tekniikoita vikaantumisten estämiseksi tai häiriötiheyden pienentämiseksi
- tunnistaa ja korjata mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti vikaantuneet laitteet ja niiden aiheuttamat seuraukset
- selvittää tapoja, jolla voidaan minimoida tai estää vikaantumisen aiheuttamat vaikutukset
- soveltaa laskentamalleja ja tilastoja luotettavuuden arvioimiseen.

Organisaatioissa oleva perusosaaminen on tärkeää, mutta vielä tärkeämmäksi muodostuu kyky osata hyödyntää tätä osaamista isossa mittakaavassa ja pitkällä tähtäimellä niin suunnittelussa, tuotannossa kuin kunnossapidossakin (O'Connor & Kleyner 2012). Laitteiden luotettavuudesta on puhuttu jo vuosikymmeniä tuotantolaitoksissa ja kunnossapidossa. Kuitenkin mielestäni sen tärkeyden ymmärtämisessä on vielä puutteita, sillä sen tulisi olla työturvallisuuden jälkeen tärkein asia tuotantolaitoksen tuotanto- ja kunnossapitoorganisaatiolle. Vielä 60 vuotta sitten kunnossapitoa tehtiin tuotantolaitoksissa RTF-periaatteella. Tämä voi olla osa syy vielä sille, etteivät luotettavuustoiminta ja ajattelumalli ole teollisuudessa omintakeista kaikille työntekijöille organisaatiotasosta riippumatta. Luotettavuuden tärkeyden ymmärtäminen on kasvava ilmiö, joka jalkautuu teollisuuteen hitaasti mutta varmasti.

Luotettavuuden johtaminen toisinaan ei ole selkeää tuotantolaitoksissa. Luotettavuuden johtamisesta on useita näkemyksiä miten ja kenen sitä tulisi tehdä. Luotettavuuden johtamisesta on määritetty SFS-EN 30600 -standardissa seuraavaa:

Johdon tehtävät luotettavuusasioissa tulee tunnistaa. Luotettavuuden hallintajärjestelmän tulee olla olennainen osa johtamisjärjestelmää. Eri-tyiset johtamisroolit ja luotettavuustavoitteet pitää selvittää suhteessa laatuun ja muihin tekniikan aloihin organisaation tai projektin tarpeiden mukaan. Tätä tarvitaan liiketoiminnan tarpeiden ja asiakkaan tavoitteiden saavuttamiseksi ja organisaation jatkuvaan parantamiseen.

Johdon tulee osoittaa sitoutumisensa ja osallistumisensa luotettavuuden hallintaan sen tehokkuuden ja jatkuvan parantamisen varmistamiseksi. Johdon tulee varmistaa, että luotettavuuden hallintaan liittyvät vastuut ja valtuudet on määritelty, tiedotettu ja että riittävät resurssit on varattu. Projektien erityiset luotettavuustoiminnot ja toimeksiannot pitää yksilöidä ja niiden suhde laatuun ja muihin tekniikan alueisiin tulee tiedottaa organisaatiossa.

Luotettavuuden hallintajärjestelmää tulee katselmoida säännöllisesti sen jatkuvan soveltuvuuden, riittävyyden ja tehokkuuden varmistamiseksi. Johdon katselmus voidaan yhdistää muihin jatkuviin parantamistoimiin. Johdon tulee suorittaa katselmus, jossa määritellään organisaation luotettavuuspolitiikan täytyminen ja luotettavuustavoitteiden saavuttaminen. Asiaankuuluva luotettavuusinformaatio on oltava käytävissä johdon katselmuskokouksissa päätöksentekoa varten. Luotettavuuden parantamissuosituksien ja ehdotetut muutokset luotettavuuden hallintajärjestelmään tulee esittää katselmoitaviksi. Johdon katselmuskokousten päätökset ja toimenpidekohdat kirjataan myöhempää tarvetta ja seurantaa varten.

(SFS-EN 60300-1 2004.)

Luotettavuuden tavoitteiden sekä sen johtamiseen liittyvät samat hyvät käytännöt kuin muuhunkin johtamiseen. Luotettavuustoimintaa ei voida tehdä tuotantolaitoksessa tehokkaasti ilman tuotannon ja kunnossapidon ylimmän johdon tavoiteasettelua ja tukea. Näissä tuotantoyrityksissä, joissa toimii ulkoistettu kunnossapitoyritys, on ensiarvoisen tärkeää sopia yhdessä tuotantoyrityksen ylimmän johdon kanssa pelisäännöt ja vastuut luotettavuuden osalta (O'Connor & Kleyner 2012). Kuitenkin käytännössä operatiivisen toiminnan johdosta vastaavat henkilöt ovat se taho, jonka tapa toimia määrittää sen, miten luotettavuustoimintaa kentällä toteutetaan ja kuinka intensiivistä se on. Silloin tällöin törmää asenteisiin ja olettamuksiin siitä, että luotettavuusasiantuntijat ovat se taho, jotka johtavat luotettavuustoimia. Kuten SFS-EN 60300-1 -standardissa kerrotaan,

näin ei asia suoraan ole, vaan luotettavuusasiantuntijoiden rooli on tarjota koulutusta, menetelmiä ja työkaluja organisaatioille, joka mahdollistaa jatkuvan parantamisen.

3 Tuotantotehokkuus

OEE eli tuotantotehokkuus on indeksi, joka koostuu käytettävyydestä, nopeudesta ja laadusta. OEE on tuotantolaitoksen yksi tärkeimmistä seurattavista tunnusluvuista, joka vaikuttaa myös tuotantolaitoksen elinkaarenhallintaan. Tuotantolaitteet, jotka vaikuttavat suoraan OEE:hen, ovat kriittisyydeltään muita laitteita suurempia. Poikkeuksena ne laitteet ovat myös kriittisiä, jotka vaikuttavat ympäristöön tai turvallisuuteen. (Borris 2006, 24.)

OEE heikkenee tuotantolaitoksessa tai tuotantolinjalla, kun (Borris 2006, 24):

- laite pysähtyy kokonaan vikaantumisen seurauksena
- laite toimii hitaammin, kun se on suunniteltu toimivan
- laitetta käytetään hitaammin, kuin tavoiteasetannassa on määritetty
- laitteen toiminta vaikuttaa tuotteen laatuun heikentävästi.

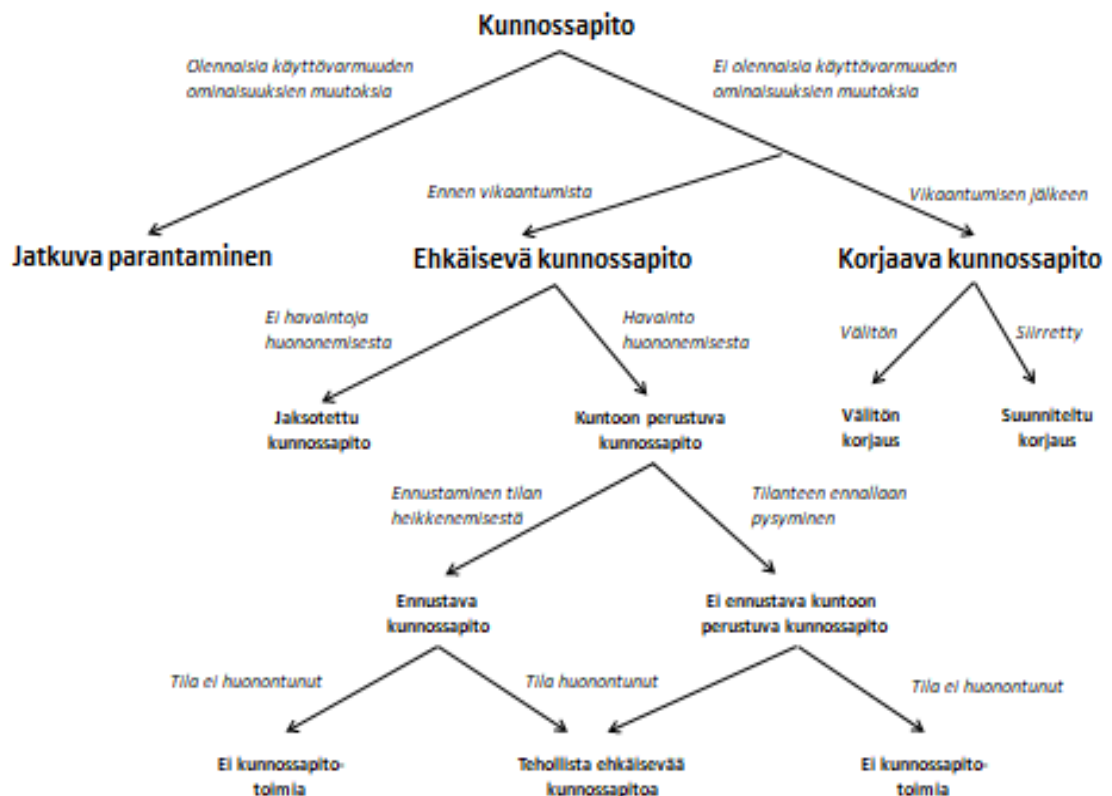
Kuten voidaan huomata, laitevikaantumiset eivät ole ainoa asia mitkä heikentävät tuotantotehokkuutta. Alinopeudella tuottaminen ja tuotteen laatupoikkeamat ovat myös merkittävässä roolissa kokonaisvaltaisen tuotantotehokkuuden hallinnassa. Näiden yhteisvaikutuksesta saadaan kokonaistehokkuus selville. (Borris 2006, 28–29.)

Käytettävyys ilmaisee suhdetta, kuinka paljon laite on toimintavalmiudessa tekemään työtä kokonaistuotantoajasta (Borris 2006, 29). Monesti arkikielessä käytettävyys ja käyttövarmuus menevät ihmisiltä sekaisin. Kuitenkin niiden välillä on selkeä merkitysero. Alhainen käytettävyys heikentää kokonaistuotantotehokkuutta, joka on seuraus huonosta käyttövarmuudesta. Kunnossapito voi vaikuttaa tähän ehkäisevällä kunnossapidolla, laadukkaalla korjaavalla kunnossa-

pidolla sekä jatkuvalla parantamisella. Toisin sanoen kunnossapidolla on merkittävä rooli tuotantolaitoksen tuotantotehokkuuteen (PSK 7501 2010, 29).

4 Kunnossapito ja luotettavuus

Kunnossapidon ensimmäinen tehtävä on pitää tuotantolaitteet toimintakuntoisina. Tämä tarkoittaa kaikkia ehkäiseviä toimia ennen vikaantumista. Toisena tehtävänä on palauttaa vikaantunut laite siihen tilaan, jossa se oli ennen vikaantumistaan eli korjata. Kolmantena tehtävänä kunnossapidon tulee parantaa käyttövarmuutta (kuvio 2).



Kuvio 2. Kunnossapitolajit (mukaillen SFS-EN 13363:2017 2017, 22).

Korjaavan kunnossapidon määrä on suoraan verrannollinen tuotantolaitoksen luotettavuuteen (O'Connor & Kleyner 2012). Eli mitä suurempi on korjaavan kunnossapidon osuus töistä, sitä huonompi on käytännössä tuotantolaitoksen luotettavuus.

4.1 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla on oma roolinsa luotettavuudessa. Korjaava kunnossapito aloitetaan työnsuunnittelulla, jossa työhön varataan tekijät, materiaalit ja aikataulutetaan työt. Tällä on vaikutus myös työntekijöiden työturvallisuuteen. Hyvin suunniteltu ja kerralla oikein tehty korjaus mahdollistaa laitteen toiminnan sille annetuissa olosuhteissa. Korjaava kunnossapito heikentää luotettavuutta, mikäli korjaustöitä ei suunnitella tarkasti. Esimerkkinä keskipakopumppujen sähkömoottorin vaihdon yhteydessä voi jäädä kokemattomalta asennusryhmältä ensirasvaukset tekemättä, mikäli työsuunnitelmassa sitä ei ole erikseen mainittu. Toinen asia liittyy varaosan käypäisyyteen kohteessa. Mikäli kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmää ei ylläpidetä laitteen muututtua kentällä, varaosien käypäisyys ei ole jatkossa itsestäänselvyys. Kyse on pienistä asioista laitteen korjauksen yhteydessä, jota voidaan jopa vähätellä mutta vaikutukset ovat suuret.

Korjaavassa kunnossapidossa korjaustapahtuman nopeus ei saa vaikuttaa sen laatuun, vaan ajatuksena tehdä kerralla oikein vaikka se kestäisi hieman kauemmin. Tällä tarkoitan sitä, että itse korjaustapahtuma on hyvin pieni osa siitä ajasta, kun puhutaan yleisesti ”häiriökorjauskeikasta”. Korjauslaajuuden tunnistaminen, tarvittavat henkilöt ja materiaalit, työkalujen varaaminen, työluvut sekä siirtymiset ovat ne työvaiheet, joiden optimoimisessa on paras panos-tuottosuhte. Eli tässä korostuu häiriökorjauksen esisuunnittelun tärkeys, jolla voidaan parantaa merkittävästi työturvallisuutta ja lyhentää ”häiriökorjauskeikan” tarvitsemaa kokonaisaikatarvetta.

4.2 Ehkäisevä kunnossapito ja mittaava kunnonvalvonta

Ennakoivan kunnossapidon tehtävä on pitää tuotantolaitteet toiminnassa ja hidastaa vikaantumisien syntyminen, kun taas mittaavan kunnonvalvonnan tehtävä on havaita alkavat vikaantumiset ja poikkeamat tuotantolaitteissa. Ennakkohuollon vaikutus luotettavuuteen piilee sen suorittamisen oikea-aikaisuudessa ja toistuvuudessa. Ennakkohuoltosuunnitelmien ja syklien optimointi on myös osa

ehkäisevää kunnossapitoa. Kun halutaan parantaa ennakkohuollon laatua, sen sisältö ja ajoitus voidaan optimoida laitteen vikaantumishistorian perusteella (O'Connor & Kleyner 2012).

Tässä opinnäytetyössä tehtiin henkilöhaastatteluja, joiden pohjalta saatiin listattua sähkö- ja automaatiokunnossapidon sekä rakennuskunnossapidon ennakoivia toimia (liite 1). Ennakoivaa kunnossapitoa ja kunnonvalvontaa yleisesti voidaan tehdä metsäteollisuuden tuotantolaitoksissa käynninaikana ja huolto-oseikeissa. Tarkastukset ja testaukset voidaankin jakaa edellä mainittuihin ajanjaksoihin. Mekaanisia tuotantolaitteita ennakkohuolletaan voiteluhuollolla, puhdistustoimilla sekä tarkastuksilla. Metsäteollisuuden tuotantolaitoksissa käynninaikaista ennakkohuoltoa ovat:

- öljyanalyysit
- paksuusmittaukset (NDT)
- värähtelymittaukset (NDT)
- stroboskooppimittaukset (NDT)
- ultraäänimittaukset (NDT)
- lämpökuvaukset (NDT)
- aistinvaraiset tarkastukset (NDT)
- drone-kuvaukset (NDT).

Mekaanisten laitteiden huoltoseisokitarkastuksiin kuuluvat taas:

- endoskooppitarkastukset (NDT)
- tunkeumanestemittaukset (NDT)
- hitsaussaumojen röntgenkuvaukset (NDT)
- aistinvaraiset tarkastukset (NDT)
- venymämittaukset (NDT)
- paksuusmittaukset (NDT)
- drone-kuvaukset (NDT)
- koepalat ja analyysit (DT).

Luotettavuuden näkökulmasta on ehkäisevässä kunnossapidossa syytä panostaa myös metsäteollisuuden tuotantolaitoksien sähkölaitteiden tarkastuksiin ja mittauksiin. Sähköinsinööri Timo Hassisen mukaan ehkäisevän kunnossapidon

toimia voidaan tehdä sähkönjakeluun ja automaatiolaitteisiin käynninaikana seuraavasti (Hassinen 2021):

- momenttimittaukset
- sähkönlaatumittaukset
- pää- ja jakelumuuntajien öljyanalyysit
- pää- ja jakelumuuntajien öljynpintamittaus
- kenttälaitteiden puhdistukset
- kalibrointi (pH- ja johtokykyanturit)
- lämpökuvaukset (sähkökeskukset)
- automaatioventtiilien kunnonvalvonta
- automaatiojärjestelmien varmuuskopiointi
- erilaisten akustojen huolto (vedenlisäys)
- viallisen moottorilähdön etsintä sähkökeskuksessa maasulkuvalvontaan perustuen
- höyryturbiinin generaattorin staattorikäämien osittaispurkausmittaus
- höyryturbiinin akselinjännitemittaus
- höyryturbiinin generaattorin roottorikäämien ilmavälivuomittaus.

Hassisen mukaan sähköisten laitteiden seisokitarkastuksiin ja testauksiin kuuluvat taas (Hassinen 2021):

- sähkömoottoreiden käämieristeen kunnonmittaus
- akustojen kapasiteettikoestukset
- suurjännitekaapeleiden osittaispurkauksien mittaaminen
- suurjännite katkaisija- ja erotinhuollot
- sähkönjakelu- ja sähköpääkeskusten relekoestukset
- pää- ja jakelumuuntajien suojiin koestus (kaasurele, öljynlämpötila)
- pää- ja jakelumuuntajien puhdistus
- UPS akkujen vaihto tai näiden puhaltimien vaihto
- taajuusmuuttajien puhallinhuollot tai kondensaattoreiden uusinta.

Rakennukset ja niihin liittyvät sähkö- ja automaatiolaitteiden sekä tehdasalueen infrastruktuuri tarvitsevat myös kunnossapidollista huomiota. Projektipäällikkö Petri Ronkaisen mukaan rakennusten ja niihin liittyvien laitteiden ja asioiden tarkasteluun ehkäisevän kunnossapidon menetelmistä aistinvarainen havain-

nointi on tärkein. Aistinvaraiset tarkastukset tuotantolaitoksen käynninaikana ja huoltoseisokeissa ovat yleisin tapa tarkastella rakennusten ja infrastruktuurin kuntoa. Mikäli havaitaan alkavaa kulumista tai jokin vika, aloitetaan tarkemmat tutkimukset. (Ronkainen 2021.)

Ronkaisen mukaan rakennusten ja säiliöiden varoaltaiden kuntoa voidaan tarkastaa ja testata tuotantolaitoksen käynninaikana seuraavasti (Ronkainen 2021):

- aistinvaraisesti (NDT)
- rakenteiden painumamittauksilla (NDT)
- varoaltaiden vesitäyttökokeilla (NDT).

Tuotantolaitoksen vuosihuoltoseisokki tarjoaa mahdollisuuden tarkastaa rakennusteknisiä kohteita, jonne ei käynninaikana päästä. Ronkaisen mukaan nämä mahdollisuudet tulee hyödyntää mahdollisimman hyvin ja suunnitella ennakoon. Huoltoseisokkien tarkastuksiin kuuluvat (Ronkainen 2021):

- aistinvaraiset tarkastukset (NDT)
- näytepalojen ottaminen (DT)
- endoskooppi ja robottikuvaukset (NDT).

Näiden kunnossapidon tekemien tarkastuksien ja testaamisten lisäksi, tuotantolla on omat tuotantolaitoksen käynninaikaiset tarkastukset ja testaukset tuotantolaitteille. Esimerkiksi sellutehtaissa kattilavesien vesikemian mittaukset ja säädöt on sellutehtaan käynninaikana tehtävää työtä. Kattilavesi ja sen eri pitoukset vaikuttavat soodakattilan kattilaputkistojen elinkaareen merkittävästi.

Monissa prosessiteollisuuden tuotantolaitoksissa on mahdollisuus tarkastella tuotantoprosessin ohjaamiseen (DCS) tarkoitettujen säätöpiirien toimintaa. Säätöpiirien toimivuudella ja viritysarvoilla on merkittävä rooli tuotantolaitteiden elinkaariin. Toisin sanoen huono säätö rikkoo usein mekaniikkaa. Esimerkkinä voidaan todeta automaattiventtiilin toiminta, jossa säädöt ovat liian nopeat. Rauhoittamalla säätöpiiriä esimerkiksi pienentämällä vahvistusarvoa, voidaan saavuttaa selkeästi maltillisempi tuotantoprosessin ja venttiilin toiminta. Säätöpiirien hallinta on olennainen osa tuotantolaitteistojen elinkaaren hallintaa.

Kuten voidaan havaita, on metsäteollisuuden tuotantolaitoksien laitteille olemassa hyvin paljon erilaisia tarkastusmenetelmiä käynninaikana ja huoltoseisokeissa. Edellä mainittujen ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteiden lisäksi on laitekohtaisia pienempiä tarkastuksia, mittauksia ja testauksia myös olemassa. Kaikki tarkastukset ja muutoksen seuranta ovat keskiössä tuotantolaitoksen käynninaikaisessa elinkaaren hallinnassa. Henkilöhaastattelussa Hassisen mukaan etenkin sähkö- ja automaatiokunnossapidossa tarkastus ja testaustoiminta painottuvat voimakkaasti huoltoseisokkeihin. Näiden tarkastuksien ja testauksien vaikutukset tulee ottaa huomioon tuotantolaitoksen huoltoseisokki- ja aikataulusuunnittelussa. Koska usein nämä tarvitsevat sähkökatkon, muut samaan aikaan tehtävät työt ja työturvallisuus asiat on huomioitava tarkasti. (Hassinen 2021.)

Tuotantolaitteiden omistajan täytyy ymmärtää tarkastustoiminnan tärkeys. Laitteista ei saada kerättyä ”dataa” mikäli tarkastuksien ja testauksien tekemistä ei mahdollisteta kunnossapidolle (Hassinen 2021). Sellutehtaassa etenkin sähköjakeluun liittyvät laitteet sekä tietyt säiliöt ovat harvoin vuosihuoltoseisokeissa mahdollista tarkastaa. Kuitenkin näiden laitteiden elinkaaren hallintaa ei voida toteuttaa laadukkaasti, mikäli tarkastuksista historiatietoa ei saada kerrytettyä järkevää määrää ja analysoitua sitä. Loppujen lopuksi nämä kriittiset laitteet tulevat, jollain aikavälillä vikaantumaan, jolloin tuotannon menetyksen tulevat olemaan suuret.

Kun investoidaan tuotantolaitokseen uusia laitteita, niiden kunnossapidolliset asiat ovat usein liian vähäisellä huomiolla. Käyttövarmuuteen vaikuttaa kunnossapidettävyyden ja tähän laiteinvestoinneissa pitää myös uhrata ajatusta. Kunnossapito-organisaatiota pitää ottaa mukaan esisuunnitteluun, jotta voidaan ottaa kunnossapidettävyyteen liittyvät asiat huomioon heti investoinnin alkumetreillä. Ehkäisevää kunnossapitoa on vaikea suorittaa, mikäli tässä on oikaistu ja se tulee vaikuttamaan käyttövarmuutta ja käytettävyyttä heikentävänä elementtinä laitteen elinkaaren aikana. Kuitenkin aistinvaraisesti voidaan melko paljon havaita poikkeamia tuotantolaitteista, rakennuksista tai infrastruktuurista niin käynninaikana, kuin huoltoseisokeissa. Ei tarvitse aina olla mittaria millä mitata, vaan ihmisen aistit tuovat jo paljon lisäarvoa havaintojen muodossa.

4.3 Parantava kunnossapito ja jatkuva parantaminen

Parantava kunnossapito on laitteiden suorituskykyä, käytettävyyttä, käyttövarmuutta ja työturvallisuutta lisäävää toimintaa. Parantavalla kunnossapidolla voidaan esimerkiksi korjata suunnitteluvirheitä tai vähentää korjaavan kunnossapidon tarvetta tuotantolaitteelle. Parantavia kohteita saadaan selville luotettavuustekniikkaa hyödyntäen peilaamalla sitä työntekijöiden kokemukseen. (Ahonen, Jännes, Kunttu, Valkokari, Venho-Ahonen, Välisalo, Ellman, Hietala, Multanen, Mäkiranta, Saarinen & Franssila 2012, 63–64.)

Eforan Uimaharjun tulosyksikössä tätä toimintaa kutsutaan JAPA-toiminnaksi, joka pohjautuu Kaizen-menetelmään. Kunnossapidon JAPA-toiminnalla halutaan vaikuttaa tuotantolaitoksen tuotantotehokkuuteen (Borris 2006, 97). Esimerkkinä voidaan kuvata vaikka pyörivän laitteen laakerin käsivoitelun tarvetta, joka sitoo ennakkohuoltoasentajan usein käymään kohteessa. Parantava kunnossapito tässä tapauksessa voisi olla kohteen liittäminen keskusvoiteluun, mikäli se olisi mahdollista. Eli pienillä asioilla pyritään vaikuttamaan työarkeen ja saadaan hukkaa poistettua. Käyttövarmuuden parantaminen eroaa parantavasta kunnossapidosta siten, että se on laajempi käsite ja koskettaa montaa eri vaihetta ja henkilöä aina laitteiden esisuunnittelusta laitteen käytöstä poistamiseen saakka.

4.4 Käyttäjäkunnossapidon rooli tuotantolaitoksen luotettavuudessa

Metsäteollisuuden yrityksissä on tuotannon operaattoreilla kunnossapitoon liittyvä rooli. Puhutaan käyttäjäkunnossapidosta, jossa käyttöhenkilöstö tekee erilaisia kunnossapitotöitä häiriökorjauksista aina puhdistus ja tarkastustoimiin asti. Käyttäjäkunnossapidon rooli ja vastuut vaihtelevat eri yrityksissä. Olen listannut alle käyttäjäkunnossapidon keskeisimmät roolit ja vastuut tuotantolaitoksen luotettavuuden parantamisen suhteen. Käyttäjäkunnossapidon tulee:

- havainnoida kentällä aistinvaraisesti tuotantolaitteita sekä vallitsevia olosuhteita ja raportoida poikkeamista toiminnanohjausjärjestelmään ja työnjohdolle

- tarkastaa ODR-kierrosten yhteydessä laitekokonaisuus tarkastuslistaa hyödyntäen
- tehdä pienimuotoisia korjaustöitä tuotantolaitteille oman osaamisen puitteissa
- pitää puhtaina tuotantolaitteet sekä tuotanto-osastot (s-moottoreiden jäähdytysrivat ja näiden ilmanottoaukot, kaapelihyllyt vapaana palokuormasta, lattiapinnat ja kulkureitit)
- suojata tuotantolaitteistoa ja eristää alue lisävahinkojen estämiseksi esimerkiksi putkivuodon sattuessa
- suorittaa tuotanto- ja hälytyslaitteille koekäyttö ja testaukset määräajoin
- tehdä automaatiokenttälaitteille lukituksia ja lukitusten purkuja tuotantolaitoksen alas- ja ylösajoissa huoltoseisokkia varten.

Käyttäjäkunnossapidon rooli on erittäin suuri tuotantolaitoksen luotettavuuden edistämisessä. Mikäli yllämainitut työtehtävät toteutuvat sekä käyttäjien rooli on selkeästi kuvattu ja johdettu, voidaan tällä tavalla saada hyvinkin aikaisessa vaiheessa tieto kentällä tapahtuvista muutoksista tuotannon ja kunnossapidon työnjohdolle. Tämä antaa aikaa suunnitella tarvittavat toimenpiteet ja varata resurssit ilman yllättävää laiterikkoa. Tämä johtaa siihen, että korjaavassa kunnossapidossa voidaan lisätä suunnitelmallisuutta korjaustöiden osalta ja vähentää kiireen tunnetta. Käynninaikainen tarkastustoiminta ja laitteiden havainnointi kentällä on yksi avain tekijöistä laitteiden valvonnassa. Pelkkä valvomo työskentely ja laitteiden ohjaaminen tietokoneen kuvaruudulta eivät riitä, vaan pitää jalkautua säännöllisin väliajoin osastolle seuraamaan laitteita, puhdistamaan niitä ja raportoida poikkeamista mahdollisimman nopeasti.

Käyttäjäkunnossapidon lisäarvoa tuoma elementti myös on huoltoseisokkeja varten tehtaan alasajossa tuotantolaitteiden NET-toimenpiteiden tekeminen. Sähkö- ja automaatio-osaamista omaavat operaattorit voivat tehdä lukituksia kenttälaitteille, kuten esimerkiksi automaattiventtiileille. Tämä helpottaa kunnossapito-organisaation työkuormaa, joka tekee tehtaiden alasajon ja ylösajon yhteydessä myös kenttälaitteiden lukitusten tekoa ja purkua. Tämä on kriittinen vaihe seisokkien aikataulujen pitävyyden osalta. Seisokkien kustannukset kas-

vavat voimakkaasti, jos alasajoaikataulu pettää sen takia, ettei saatu varattua lukitusten tekoon tarvittavia resursseja ajoissa.

Steven Borris kertoo kirjassaan, miksi operaattorit eivät miellä käyttäjäkunnossapidon työtehtäviä tärkeäksi ja heille kuuluvaksi työksi. Ajatellaan, että oma työtoimenkuva muuttuu operaattorista siivoojaksi ja nyt tehdään kunnossapitosastolle tai kunnossapitoyritykselle kuuluvaa työtä. Käyttövarmuuden edistämiseksi, operaattoreita tulee kannustaa ja vaatia tekemään käyttäjäkunnossapitoa. Tämän seurauksena alkaa heillä muodostua entistä syvempi omistussuhde tuotantolaitteisiin ja välittämisen ilmapiiri mitä kentällä tapahtuu. Operaattorit tarvitsevat tukea ja koulutusta, jolloin heidän esimiesten rooli korostuu. Vain yhdessä tekemällä, johtamalla ja vaatimalla voidaan parantaa laitteiden käytettävyyttä. (Borris 2006, 45–48.)

4.5 Korjaamattomat laitteet

Kunnossapidossa on tärkeää erottaa onko laite korjattavissa vikaantumisen jälkeen vai käyttökelvoton. Käytännössä nämä laitteet, joita ei voi korjata, täytyy huomioida varaosastrategiassa. Laitteet ovat usein elektroniikkaan liittyviä, kuten hehkulamppu tai piirilevyjen komponentit, kuten transistorit (O'Connor & Kleyner 2012). Metsäteollisuuden tuotantolaitoksissa sähkökeskukset ovat hyvä esimerkki siitä, että vikaantumisen jälkeen ei osanvaihdolla selvitä, vaan koko keskus tulee uusiksi. Laitteiden kriittisyyden tulisi ohjata vaihtolaitteiden hankintaa. Kuitenkaan ei mahdollista ostaa kaikille korjaamattomille laitteille varalaitetta varastoon, vaan tietty riski on otettava. Tässä tapauksessa varautumissuunnitelma on järkevä tehdä ja selvittää mahdolliset vaihtoehdot vikaantumisen vaikutuksen minimoimiseksi.

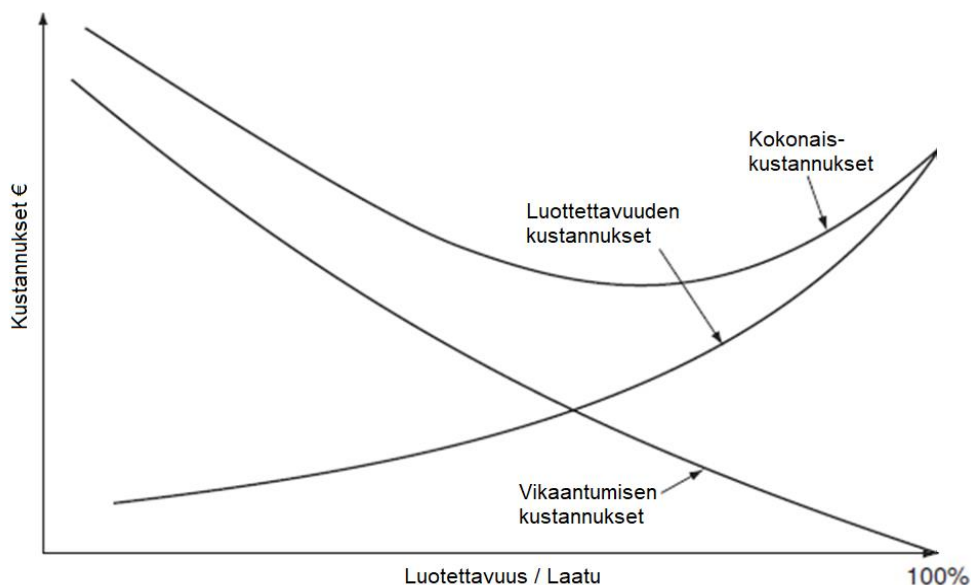
Sähkönjakelu ja siihen liittyvät laitteet toisinaan ovat tuotantolaitoksissa hyvin vähällä huomiolla. Kuitenkin ne eivät ole vikaantumisherkkiä ja aiheuta tuotannon menetystä usein. Kuitenkaan ei ole syytä tuudittautua siihen, etteivätkö nämä laitteet tule vikaantumaan jollain aikavälillä ja ilman varautumissuunnitelmaa tuotantotappiot ja kunnossapitokustannukset ovat vian yllättäessä erittäin

suuret. Tuotannossa ja kunnossapidossa tulee ymmärtää myös varalaitteiden saatavuusaika. Harvoin vikaantuvia laitteita eivät laitevalmistajat juurikaan pidä omilla varastoissaan vaan ne tehdään tilauksesta. Yllättävän vikaantumisen sattuessa uuden laitteen toimitusaika on pitkä, joka tuo oman haasteen tuotannon takaisin palauttamiseen.

4.6 Luotettavuuden hinta

Luotettavuuden kehittäminen ja johtaminen on arvokasta työtä mutta samalla sille on oma hintalappukin olemassa. Puhutaan käytännössä henkilöresursseista, keiden ei tulisi osallistua operatiiviseen toimintaan vaan osoittaa ja johtaa tilastoilla sekä erilaisilla selvitystyöillä organisaatioita. Epäkohtia usein löytyy tuotantoprosessista, kunnossapidon ja tuotannon toiminnassa sekä turvallisuudesta. Toisin sanoen luotettavuusorganisaation rooli on tuoda operatiiviselle organisaatiolle tietoa mitä heidän tulisi tehdä, että tuotantolaitoksen luotettavuus paranisi.

Luotettavuuden kustannukset eivät muodostu pelkästään sen toimintoja johtavista henkilöresursseista. Luotettavuuden kustannuksiin voidaan luetella mm. ennakkohuoltoresurssit sekä erilaiset projektitiimit, jotka tekevät selvitys- ja muutostyötä luotettavuuden parantamiseksi. Tuotantolaitteiden vikaantumiset maksavat mutta liiallinen panostus luotettavuuteenkin turmelee kustannustehokkuuden (kuviot 3). Esimerkiksi investointiprojektissa luotettavuusasiantuntijan käyttäminen olisi viisasta elinkaarikustannuksien ja elinkaarituoton optimoinnin takia. Kuitenkin investointibudjetit on monesti vedetty niin tiukalle, ettei lisäkulujen syntymistä sallita. Projektijohtajien ja projektipäälliköiden tuleekin punnita sitä, paljonko on valmiutta panostaa luotettavuuteen projektin alkuvaiheessa.



Kuvio 3. Luotettavuuden kustannukset (mukaillen O'Connor & Kleyner 2012).

Kaikki kehitystyö luotettavuuden eteen on arvokasta ja tärkeää. Kaikki selvitystyö ja toimenpiteet vikaantumisten ehkäisemiseksi johtaa jollain aikajänteellä kustannussäästöihin. Toisin sanoen panostus luotettavuuteen on investointi pitkällä takaisinmaksuajalla. Luotettavuuden takaisinmaksua on vaikea osoittaa mutta ilman sitä ei ole tuotantolaitoksella pitkällä tähtäimellä mahdollisuutta selviytyä. (O'Connor & Kleyner 2012.)

Eforan tulosityksiköiden tapauksessa luotettavuuden edistämiseen varattuja resursseja on niin paljon käytössä kunnossapito-organisaatiossa, kuin tuotantolaitoksen johto on valmis panostamaan. Mielestäni eforan eri tulosityksiköillä tulee olla visio siitä, millainen luotettavuustoiminta ja organisaatorakenne sopii heidän tavoitteisiin ja tehdaskulttuuriin. Tällöin tulosityksikön päälliköillä on ratkaiseva asema neuvotellessaan kunnossapitosopimusta tuotantoyrityksen kanssa, kuinka paljon panostetaan tuotantolaitoksen luotettavuuden parantamiseen. Ei ole helppoa osoittaa resurssien tarvetta suhteessa takaisinmaksu-aikaan mutta oikein tehtynä luotettavuuden parantamisen eteen tekevät henkilöt muodostavat rakenteita kunnossapito- ja tuotanto-organisaatioihin ja toimivat "sidosaineena" eri työryhmien välillä. Luotettavuusresurssit voivat myös olla organisaatiossa muutosagentteja, jotka auttavat tuotantolaitosta pääsemään asetettuihin tavoit-

teisiin. Kuten luvussa 2 kerrottiin luotettavuuden johtamisesta, ylimmän johdon täytyy osata määrittää tarve ja tavoitteet luotettavuustoiminnalle.

5 Luotettavuustekniikka ja tilastointi

Kun puhutaan luotettavuustekniikasta, sillä tarkoitetaan tässä yhteydessä tilastotieteitä ja menetelmiä, jossa mallinnetaan laitteen tai prosessin häiriöiden määrää aikatasossa. Näillä voidaan ennustaa ja mallintaa vikaantumisia ja varautua niihin. Kuitenkin vielä nykyään datan laatu, sekä analysointiosaaminen on haasteena. Tilastot ja niiden pohjalta tehdyt analyysit voivat tukea organisaation toimintaa mutta käytännön toimenpiteiden suunnittelu pitää olla etusijalla ratkaistaessa ongelmien syitä ja niihin liittyviä parannuksia. (O'Connor & Kleyner 2012.)

5.1 Todennäköisyyslaskenta ja luotettavuus

Yksi tapa mitata laitteen luotettavuutta on todennäköisyyksien laskeminen. Todennäköisyyslaskentaa voidaan käyttää esimerkiksi keskimääräisen vikaantumisvälien tunnistamiseen (MTTB) tilastojen perusteella tai määrittämään keskimääräinen vikaantumisaika (MTTF) laitteelle. Esimerkiksi laitteen vikaantumiskertojen perusteella voidaan ennustaa aikaikkuna uudelle vikaantumiselle. Vikaantumiskertojen määrä on käyttökelpoista dataa mutta emme kuitenkaan tiedä vielä miksi laitteet vikaantuvat tai mitkä olivat vikaantumiseen johtavia syitä. Tämän lisäksi puuttuu tietoa siitä, kuinka tilannetta voidaan parantaa. Kuitenkin tilastoja ja todennäköisyyslaskentaa tarvitaan päätöksen teon tueksi. (O'Connor & Kleyner 2012.)

Kunnossapidon ja tuotannon tulee tietää ja ymmärtää niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat vikaantumisien syntymiseen. Tällä tarkoitan sitä, että numeroita pitää osata myös analysoida. Voimme käyttää vikaantumisväliä tai keskimääräistä vikaantumisaikaa siihen, että tiedostamme, mihin käytämme kunnossapitoresurs-

seja. Kuitenkin juurisyyn löytäminen ja parannusten tekeminen ovat ainoat keinot, jolla voidaan saavuttaa haluttu muutos.

5.2 Tilastojen tarve tuotantolaitoksen ja kunnossapidon johtamisessa

Tilastointia voidaan tehdä monella eri tavalla tuotantolaitoksessa. Esimerkiksi voidaan kerätä laitevikaantumisesta aiheutuneita tuotannonmenetyksiä, laitteiden korjauskustannuksia, laitteen häiriömääriä ja häiriöaikoja sekä laatupoikkeamia. Datan laatu ja sen oikeellisuus ovat erittäin suuressa roolissa, kun sitä käsitellään ja analysoidaan. Siksi kunnossapidon ja tuotannon pitää ymmärtää miten kerättyä dataa voidaan hyödyntää operatiivisen organisaation työarjessa ja miksi datan laatu tulee olla kohdallaan. Jos ei ole tilastointia ja datan keräystä, päätökset tehdään ”minusta tuntuu” -periaatteella. Tällöin päätökset perustuvat hyvin pitkälti tunnetilaan, joka päättäjällä vallitsee sillä hetkenä.

Tilastojen laatimisella on keskeinen tehtävä oikean kuvan hahmottamisessa. Tilastojen korkea taso mahdollistaa päätöksenteon, joka perustuu faktaan. Mikäli tilastot ovat puutteelliset ja käytettävä materiaali epälaadukasta, päätöksien tekoon ja päätöksentekijälle jää entistä suurempi riski päätöksen oikeellisuudesta. (Liikanen 2005, 1.)

Tilastot ovat apuvälineitä organisaatioiden johtamiseen. Erilaisten tilastojen tarve kasvaa liiketoiminnan kasvaessa, että voitaisiin nähdä missä mennään. Kuitenkin uusia tilastoja rakentaessa tulee miettiä sen tarpeellisuutta ja soveltuvuutta johtamiseen (Liikanen 2005, 2). Tilastot, joka ei palvele tai ohjaa tuotannon tai kunnossapidon johtoa on käytännössä ”turhia”. Näiden ”turhien” tilastojen rakentaminen vie paljon työaika ja niiden tuottama lisäarvo on kyseenalainen (Liikanen 2005, 2).

Tilastoja ja erilaisia mittauksia tarvitaan kaikkeen laadukkaaseen päätöksentekoon. Päätöksenteko ei saisi perustua olettamuksiin tai pelkästään työkokemukseen. Kuitenkin teollisuudessa yrityksen johto joutuu tekemään päätöksiä monesti ilman tilastoja. Jälkiviisautena osa päätöksistä toisinaan todetaan ”vää-

riksi”. Yrityksen johtamiskulttuurissa tilastojen tarpeelle tulisi asettaa riittävä painoarvo ja vaatia päättäjiä tekemään enemmän taustatutkimusta. Päätöksentekijä voi ymmärtää tilastojen tärkeyden mutta hänen oma osaaminen niiden rakentamiseen voi olla puutteellinen. Siksi on olemassa yrityksiä tai organisaation sisäisiä tukitoimintoja ja henkilöitä, jotka voivat auttaa tilastojen rakentamisessa ja analysoimisessa.

5.2.1 Tuotannonmenetysten tilastointi ja niiden hyödyntäminen

Tuotannon menetykset ovat ensimmäisiä asioita, joita tulee mitata tuotantolaitoksessa. Tuotannon menetyksiä tulee seurata tuotannon ja kunnossapidon toimesta, sillä tuotantolaitoksesta ulos tuotettu tuote ratkaisee loppupelissä onko laitosta pitkällä tähtäimellä olemassa vai ei. Datan analysointi auttaa tunnistamaan mitkä tuotanto-osastot tai laitekokonaisuudet heikentävät kokonaistuotantotehokkuutta. Kysymyksessä voi olla satunnaiset laitevikaantumiset, inhimilliset ajovirheet tai kunnossapidon epälaadukas toiminta. Kuitenkin tämä data ei kerro sitä, miksi OEE on heikentynyt. Ainoastaan juurisyy selvittäminen on ainoa tapa, jolla saadaan lisäarvoa parantavien toimenpiteiden listaamiseksi. Tässä vaiheessa usein on helppo tehdä päätöksiä ja ”parannuksia” työkokemuksen tai olettamusten perusteella. Mikäli näin toimitaan, parannukset ovat ”yritys ja erehdys” -menetelmällä tehtyjä ja eivät useinkaan tuota haluttua lopputulosta.

5.2.2 Korjauskustannusten tilastointi ja niiden hyödyntäminen

Kunnossapidon tulee seurata kuukausittain korjauskustannusten syntymistä. Korjauskustannuksiin lasketaan käytetyt työtunnit sekä korjauksessa käytetyt materiaalit. Korjauskustannukset voidaan jaotella käynninaikaisiin kuluihin ja korjaussekkeihin. Korjauskustannusten seuranta tulisi olla yksi kunnossapitoa ohjaava tekijä, jossa niiden alentaminen on tavoitteena.

Käynninaikaiset korjauskustannukset osoittavat luonnollisesti paljonko laitteet tai laitekokonaisuudet ovat rahaa vieneet. Satunnaiset vikaantumiset kuluttavat

eri määrän rahaa korjauslaajuuden ja laitteen kriittisyyden tiimoilta. On myös olemassa laitteita, jotka vaativat korjausta muita useammin. Toisinaan voidaan puhua kroonisista laitevikaantumista, jotka aiheuttavat kunnossapitokuluja. Kroonisen laitteen korjaaminen ei usein ole kallista mutta sen toistuvuus tuo sen kuluttamat eurot korjauskustannustilastoissa esille. Myös tuotantolaitoksen vuosihuoltoseisokkikulut on tärkeää mitata. Tällä voidaan nähdä onko esimerkiksi vuosittain korjattava laite vaatimassa joka vuosi entistä enemmän rahaa tai onko pysytty vuosiseisokkitöissä laadituissa korjausbudjeteissa.

5.2.3 Laitehäiriömäärien tilastointi ja niiden hyödyntäminen

Laitehäiriömäärät mukailevat usein korjauskustannuksia. Kuitenkin on poikkeuksia, jossa usein vikaantuvat laitteet eivät näy isosti korjauskustannuksissa mutta sitovat henkilöresursseja korjaustyöhön. Tämä aiheuttaa sen, että korjausresurssi on pois muista mahdollisista korjaus- ja huoltotöistä. Laitehäiriömäärät myös pahimmillaan vaikuttavat kokonaistehokkuuteen, jolloin kroonisen laitevikaantumisen poistaminen aiheuttaa parhaassa tapauksessa OEE:n kasvun. Laitehäiriömäärät kertovatkin mikä laite tai laitekokonaisuus vaivaa tuotannossa mutta ei paljasta juurisyytä häiriöille.

5.2.4 Tuotteen laatuominaisuuksien tilastointi ja niiden hyödyntäminen

Tuotteen laatuominaisuuksia mitataan monella tavalla tuotteesta riippuen. Laatuominaisuuksien tilastointi auttaa tunnistamaan tuotannossa tehtyjen päätösten ja ajoparametrien oikeellisuutta. Tiettyjen tuotteiden ajamisessa krooniset laatuominaisuudet antavat arvokasta tietoa tuotantoprosessin parantamiseen ja kyseenalaistaa sen hetkisen ajotavan. Laatuominaisuudet voivat olla myös kunnossapidollisista asioista johtuva mittalaittehäiriöitä tai vikoja, joka kyseenalaistaa ehkäisevän kunnossapidon toiminnan laadun kyseiselle laitteelle.

6 Elinkaaren hallinta

Tuotantolaitoksissa on paljon erilaisia mekaanisia ja sähköisiä laitteita. Monesti laitekantaa varten pystytetään rakennuksia, ettei sää ja ympäristöolosuhteet pääse vaikuttamaan laitteiden kestävyYTEEN, niiden toimintaan tai tuotantoprosessiin. Poikkeuksiakin löytyy niissä maissa, jossa on aina lämmintä ja siellä muut ympäristöolosuhteet ovat suotuisat rakentaa laitekanta taivasalle. Vanhin laitekanta on luonnollisesti siltä ajalta, kun tuotantolaitos on perustettu. Tuotantolaitoksen ikääntyessä siihen on eri vuosina investoitu uusia laitteita ja korjattu olemassa olevaa laitekantaa, tuotantorakennuksia ja tehdasalueen infrastruktuuria. Kunnossapidon näkökulmasta on haaste tietää milloin mikäkin edellä mainituista tarvitsee toimenpiteitä. Kustannustehokkaan kunnossapidon periaatteisiin kuuluu, ettei toimivaa laitetta ei pidä mennä ”korjaamaan”. Käytännössä erilaisilla tiedonhankkimismenetelmillä on seurattava laitteiden kuntoa ja informaatiota. Kyseessä on laitteen elinkaaren hallinta, joka erittäin vaativa toimintamalli.

Elinkaarenhallinta on käsite, jossa kuvataan tuotteen tai laitteen elinkaari suunnitteluvaiheesta aina hävittämiseen asti. Monesti puhutaan ”kehdosta hautaan” menetelmästä. Laitteen elinkaaren ja sen hallintaa kuuluu joukko toimenpiteitä ja tarkastuksia, joita tehdään eri aikajaksoissa laitteen elinkaaren aikana. Elinkaari ja elinjakso ovat käsitteitä, joita PSK 6201 standardissa määritellään seuraavasti:

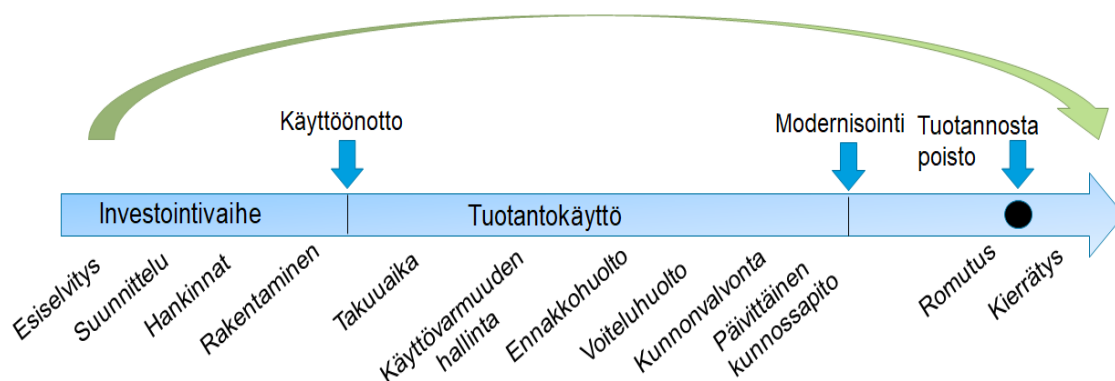
Elinkaari on ajanjakso, joka alkaa kun valmistaja määrittelee uuden tuotteen ja päättyy, kun valmistaja poistaa tuotteen lopullisesti tuoteohjelmastaan.

Elinjakso on ajanjakso, joka alkaa kun järjestelmä- tai laitetarve määritellään ja päättyy, kun ao. järjestelmä tai laite romutetaan tai siirtyy toiseen käyttöön. Elinjaksoa käytetään erityisesti taloudellisissa laskelmissa.

(PSK 6201 2011, 11.)

Käytännössä arkikielessä tarkoitetaan samaa asiaa, jossa elinkaari liittyy enemmän tuotteisiin ja elinjakso taas laitteisiin. Elinkaariajattelu tuotantolaitoksissa on alkanut yleistymään mutta vielä sen ymmärtämisessä on puutteita mitä

sillä tarkoitetaan (Taipale 1998, 16). Monesti tuotantolaitoksissa ei osata mieltää mitä elinkaaren hallinta tarkoittaa jokaisen työntekijän osalta organisaatiosta riippumatta. Elinkaarimalleja on monia erialaisia kuvattu aikojen saatossa mutta käytän tässä yhteydessä Eforan luomaa elinkaarimallia, joka kuvaa tuotantolaitoksen, tuotantolaitteen, tuotantorakennusten tai infrastruktuurin elinkaarta (kuvio 4).



Kuvio 4. Elinkaaren hallinta tuotantolaitoksessa (mukaillen Järviluoto 2020).

6.1 Elinkaariajattelu

Elinkaariajattelulla halutaan tavoitella kestävästä kehitystä. Tuotteiden ja palveluiden aiheuttamat ympäristökuormitusten alentaminen sekä mahdollisimman pitkä käyttöikä laitteelle ovat elinkaariajattelussa keskiössä (Antikainen, Seppälä, Gröönroos, Korhonen, Koskela, Manninen, Mattila, Schultz, Tuominen, Gustafsson, Baumgartner, Korhonen, Tsvetkova, Helin, Häkkinen, Ovaskainen, Pingoud, Soimakallio, Sokka, Tonteri, Vares, Wessman, Angerman, Heino, Suopajarvi, Dahl & Husgafvel 2012, 8). Kunnossapidon näkökulmasta elinkaariajattelulla mahdollistetaan käyttöomaisuudelle parempi käyttövarmuus ja tunnustetaan sen parantamisen tarvittavat toimet ja ratkaisut investoinnin suunnitteluvaiheessa.

Laitteiden tai palvelun hankkijan tulisi voimakkaammin perustaa päätöksensä elinkaariajatteluun. Suunnittelu hetkellä tulisi miettiä hankittavan laitteen tai palvelun edullisuutta koko sen elinkaarensa aikana. Suunnitteluvaiheessa voidaan parhaiden vaikuttaa tuotteen tai palvelun muodostamiin elinkaarikustannuksiin.

Elinkaariajattelulla pyritään siis maksimoimaan tuotteen tai palvelun elinkaari-tuotto ja minimoimaan tämän elinkaarikustannukset. Kuitenkin tämä ei ole vielä niin laajasti käytössä teollisuudessa, kun voisi olettaa. Syynä ovat sen haastavuus ja laaja-alaisuus, johon ei kokonaisvaltaista osaamista juurikaan ole. Osana elinkaariajattelua investoinneille tulisi laskea elinkaarikustannukset. (Taipale 1998, 16–17.)

6.2 Elinkaarikustannus

Elinkaarikustannuksilla tarkoitetaan laitteen omistuksesta tai palvelun tuottamisesta aiheutuvia kokonaiskustannuksia. Näihin kustannuksiin luetaan kaikki kustannukset mukaan lukien esisuunnittelusta aina käytöstä poistoon asti. Laitteen tai palvelun elinkaarikustannusten tunnistaminen ja laskeminen on tärkeää, koska hankinnan alussa näkyvät kustannukset muodostavat vain pienen osan laitteen tai palvelun koko elinkaarikustannuksista. Elinkaarikustannuksissa esimerkiksi laitteen käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat moninkertaiset verrattuna laitteen suunnittelu ja hankinta kustannuksiin. (Taipale 1998, 16–17).

Ylätasolta katsottuna laitteen elinkaarikustannukset koostuvat hankintakustannuksista ja ylläpitokustannuksista (kuvio 5). Ylläpitokustannuksia, joihin kuuluvat käyttö- ja kunnossapitokustannukset, ovat vaikea määrittää ja arvioida, koska emme voi tietää laitteen vikaantumistaajuutta ennakkoon. Kuitenkin tuotantolaitoksissa henkilöstöllä on työkokemukseen perustuvaa tietoa muista tuotantolaitteista, jota voidaan käyttää arvioimaan kunnossapidon tarvetta ja toimintavarmuutta (Taipale 1998, 22–23). Mikäli tuotantolaitoksessa ei ole elinkaarikustannuksien laskentaosaamista ja elinkaarikustannuksia vertailevaa mallia ei ole käytössä, lähtökohdat toimintatapamuutokselle on haastavat.

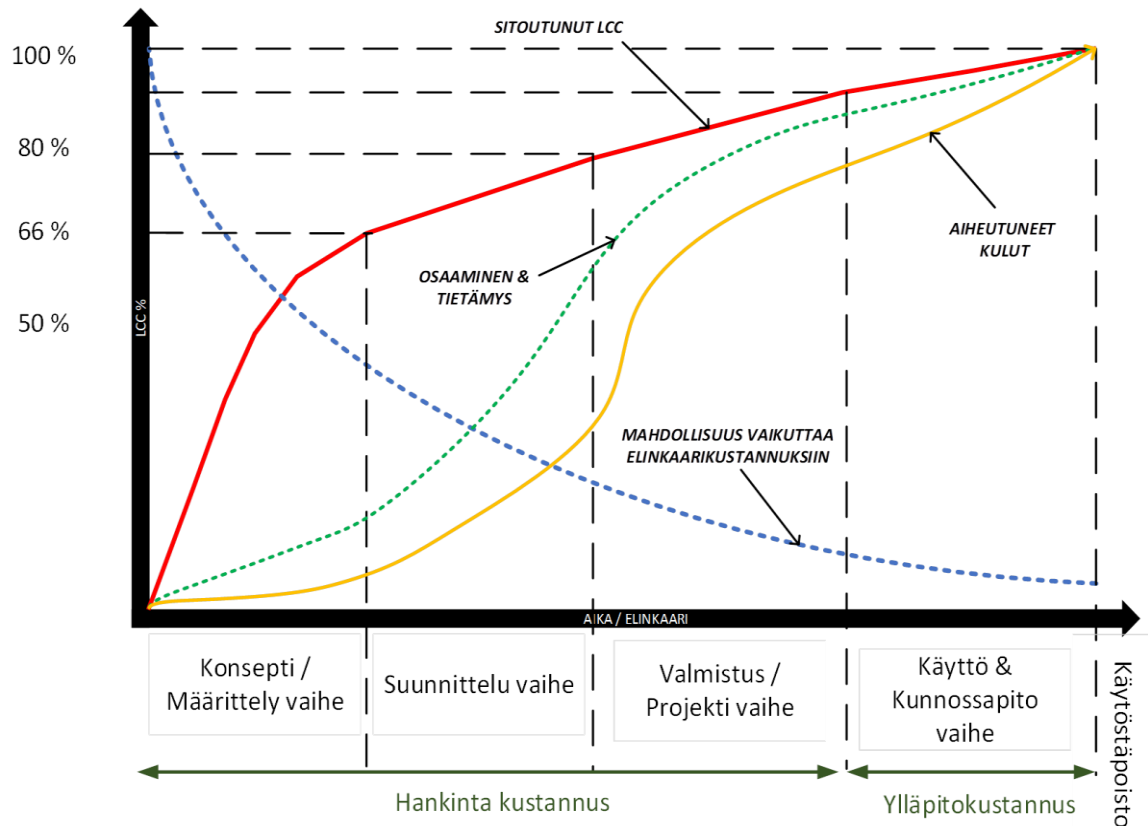
Elinkaarikustannusten syntyneiden määrittämiseen investoinnin suunnitteluvaiheessa tarvitaan osaamista ja ymmärrystä (Academia 2020):

- tuotantoprosessista
- tuotanto-organisaation toimintamallista
- laitteen teoreettisesta käyttöiästä

- laitteen kunnossapitosuunnitelmasta
- laitteen teknisistä ominaisuuksista
- kunnossapito-organisaation toimintamallista
- käyttövarmuudesta ja sen osatekijöistä
- talouden osaamista.

Todennäköisesti missään suunnitteluorganisaatiossa ei ole tällaista osajaa, joka pystyisi määrittämään yksin mistä laitteen elinkaarikustannukset määräytyvät. Toisin sanoen, jos halutaan investoinnin suunnitteluvaiheessa syntyviä elinkaarikustannuksia määrittää, täytyy tuotanto- ja kunnossapito-organisaatiota osallistaa suunnitteluvaiheessa elinkaarikustannusten tunnistamiseen. Tähän tarvitaan vielä luotettavuusosaamista, jolloin saadaan kokonaisvaltainen katselmus laitteen mahdollisista elinkaarikustannuksista. Kyseessä on haastava toimintamalli. (Taipale 1998, 21–23.)

Investointitarve esiintyy usein siinä vaiheessa, kun halutaan tehostaa toimintaa, rakentaa uutta tai "virittää" jo olemassa olevaa prosessia. Tuotantolaitteiden investointitarpeen tunnistamiseen on joukko tekijöitä, jotka olen tutkinut ja kuvannut luvussa 8. Investoinnin tarpeen määrittäminen ja suunnittelu on kriittisimmät vaiheet laitteen elinkaarikustannusten määräytymisessä. Amerikkalainen Wolter Fabrycky on kirjassaan todennut suunnittelu ja projekti vaiheen määrittävän jopa 80 % laitteen koko olemassaolonsa aikana muodostuvista elinkaarikustannuksista. Toisin sanoen näiden vaiheiden jälkeen elinkaarikustannusten määräytymiseen on erittäin vaikea vaikuttaa (kuvio 5).



Kuvio 5. Elinjaksokustannusten määräytyminen suhteessa osaamiseen (mukaillen Fabrycky & Blanchard 1991, 13).

PSK 6201 standardissa elinjaksokustannus määritellään seuraavasti:

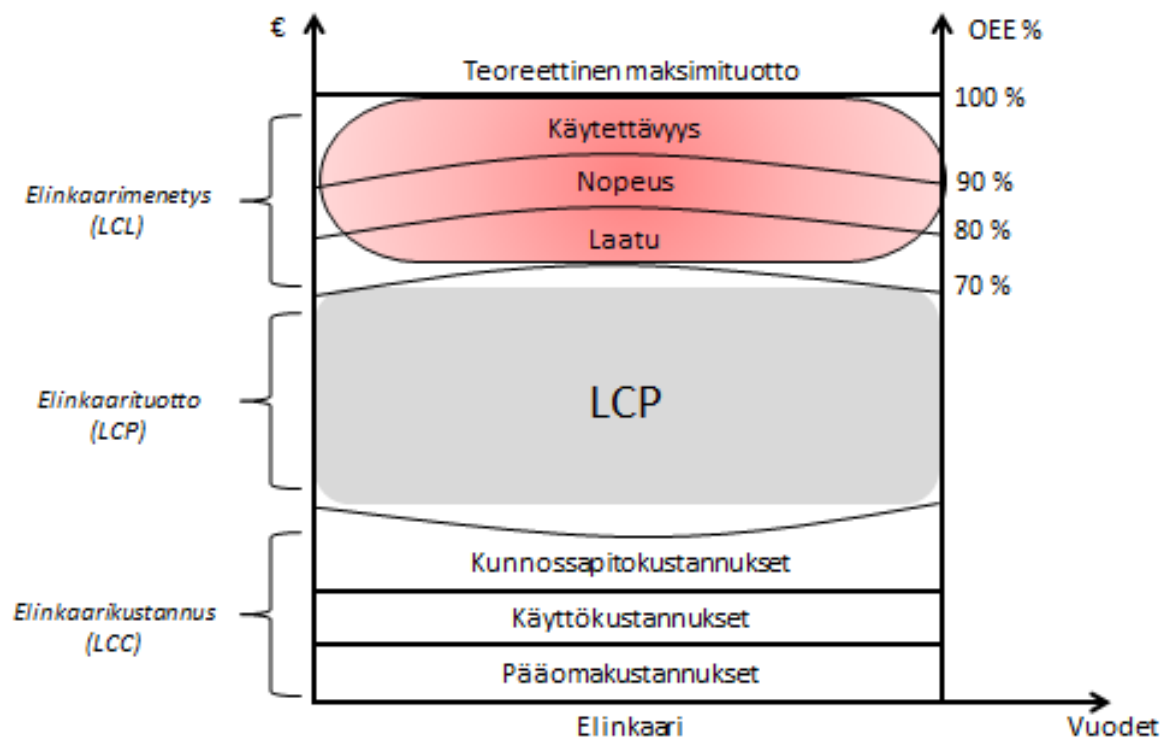
Elinjaksokustannuksiin kuuluvat kaikki kohteen suorat ja välilliset kustannukset, jotka johtuvat suunnittelusta, hankinnasta, käyttöönotosta, käytöstä, kunnossapidosta, parannuksista ja käytöstä poistosta. (PSK 6201 2011, 12.)

Lukijan on huomioitava, että tässä yhteydessä elinjaksokustannus tarkoittaa samaa asiaa kuin elinkaarikustannus. Kuitenkin kuvio 5. osoittaa sen, että suunnittelu ja projektivaihe määrittävät sen, kuinka hyvin esimerkiksi kunnossapito voi käytännössä hoitaa ja huoltaa laitetta käyttöönoton jälkeen (Ali-Marttila, Kärri, Marttonen-Arola, Pekkarinen, Pekkola, Rantala, Saunila, Sinkkonen, Ukko & Ylä-Kujala 2015, 36). Valitettavasti tietämys kasvaa investointiprojektissa samassa suhteessa, kun elinkaarikustannuksien määräytymisen vaikutusmahdollisuus vähenee. Mikäli laite vikaantuu usein ja sen käyttövarmuus on huono, sen takia, ettei käyttövarmuuteen vaikuttavia asioita ei osattu ottaa huomioon, ainoa järkevä tapa parantaa käyttövarmuutta on kohdennettu kehitysprojekti. Tämä on usein kallista ja saattaa maksaa jopa saman verran kuin laitteen investointi. Myös kehitysprojektien johtamisaosaaminen voi olla organisaatiossa

heikkoa, jolloin jopa tunnistettujen parannustoimenpiteiden eteenpäin vieminen voi olla haasteellista.

6.3 Elinkaarituotto

Elinkaarituotto on laskentamalli, jossa voidaan laskelmoida kaikki tuotot, jotka laite tuottaa elinkaarensa aikana. Elinkaarituotto saadaan selville vähentämällä maksimi liikevaihdosta elinkaarikustannus ja elinkaarimenetys (kuvio 6). Tämä on laajempi ja vaativampi malli vertailla esimerkiksi investoinnin eri vaihtoehtoja. LCP-analyysin käyttöä ei kannata rajata pelkästään investointeihin, vaan sitä voidaan käyttää myös korvausinvestoinneissa ja suurkorjauksissa vaihtoehtojen punnitsemiseen. (Taipale 1998, 18, 21.)



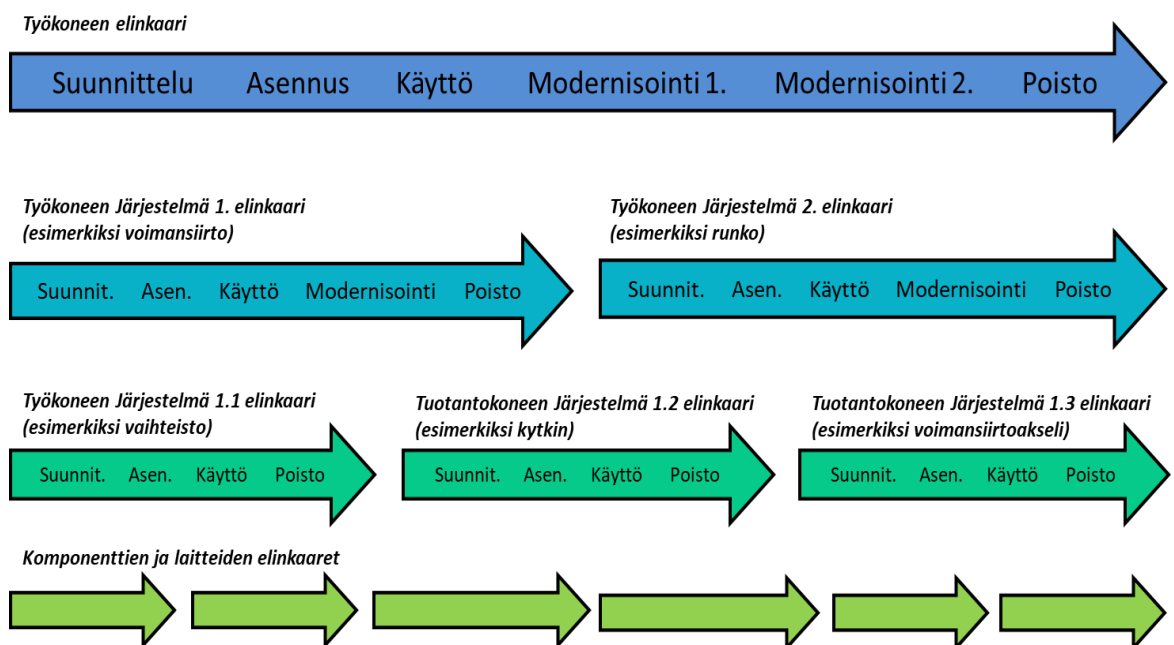
Kuvio 6. Elinkaarituoton laskentamalli (mukaillen Taipale 1998, 19).

Käytännössä laitteelle elinkaarituotto määrittyy hankinta- ja ylläpitokustannusten lisäksi siitä, kuinka se on toiminut käyttöönoton jälkeen. Asia voidaan mieltää siten, kuinka laitteen toiminta on vaikuttanut tuotantolaitoksen kokonaistehokkuuteen. Investointiprojektissa määrittelyvaiheessa luodaan pohja käyttövarmuudelle. Nämä valinnat, jotka tehdään investoinnin suunnitteluvaiheessa, vai-

kuttavat kokonaistehokkuuteen, jota käsitellään tarkemmin luvussa 7. Voidaan sanoa, että määrittely- ja suunnitteluvaiheessa luodaan pohja käyttövarmuudelle.

6.4 Tuotantolaitoksen käyttöomaisuuden erilaiset elinkaaret

Tuotantolaitteelle ja sen osajärjestelmille on erilaisia elinkaaria olemassa. VTT:n tutkimuksessa ”Käyttövarmuuden hallinta – standardista käytäntöön” tutkijat ovat esittäneet työkonteen ja sen eri osien elinkaarien muodostuvan eri tavalla (kuvio 7). Esimerkkinä voidaan ajatella metsäteollisuudessa erillisellä käytöllä toimivia kuivauskoneen tai paperikoneen teloja, jossa jokaiselle telan osajärjestelmälle on oma elinkaari. Telan runko kestää usein monta kertaa pitempään kuin sen pinnoite, joka voidaan uusia. Myös telan voimansiirtoon vaihdelaatikolla, akselilla ja sähkömoottorilla on erilaiset elinkaaret. Kunnossapito ja tuotanto voivat vaikuttaa omalla toiminnallaan merkittävästi näiden osajärjestelmien elinkaareen.



Kuvio 7. Tuotantolaitteen ja sen eri järjestelmien elinkaaret (mukaillen Ahonen ym. 2012, 16).

Tuotantolaitteet ovat tuotanto-omaisuutta, jonka hoitaminen vaatii tuotannon ja kunnossapidon saumatonta yhteistyötä. Tuotanto-omaisuuden hoidossa vaikuttavat tuotantolaitteiden oikea käyttötapa, vikaantumisten aiheuttamien lisäva-

hinkojen estäminen, ehkäisevä kunnossapito ja korjaava kunnossapito. Edellä mainitut tekijät ja niiden laatu määrittävät pitkälti osajärjestelmien elinkaaren pituuden.

7 Investoinnit ja käyttövarmuus

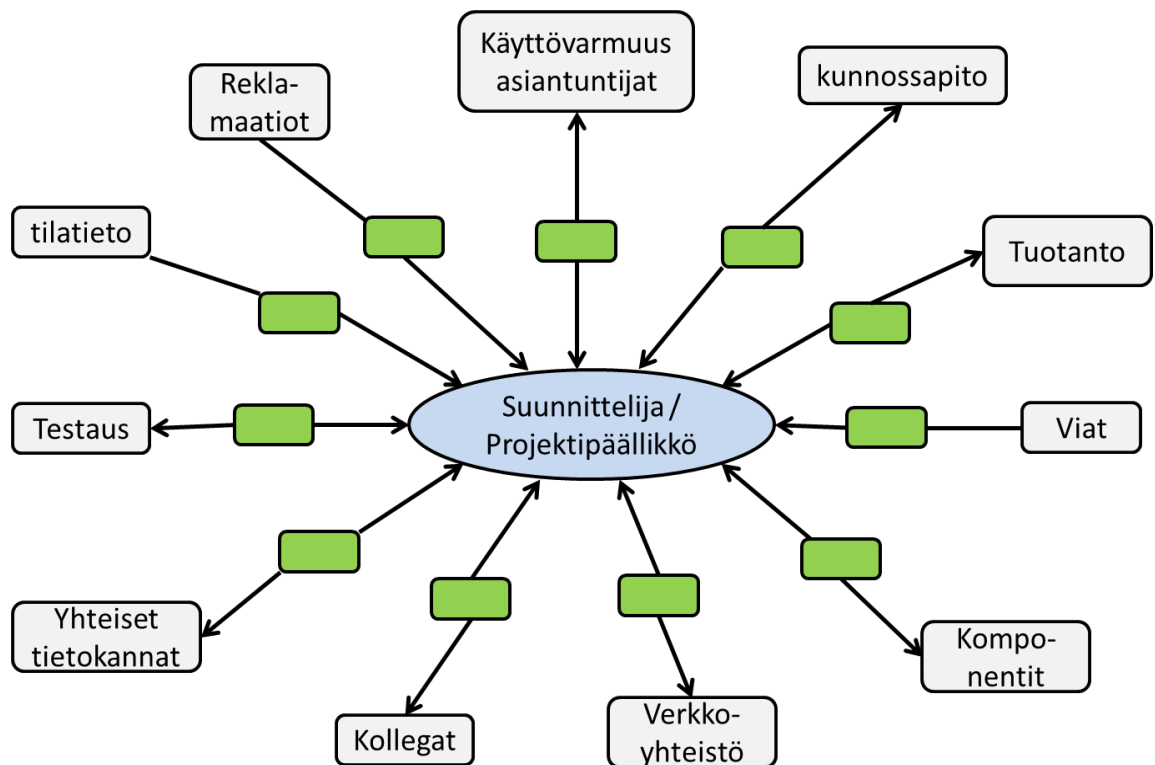
Metsäteollisuuden tuotantolaitoksissa toimii monesti tuotanto- ja kunnossapitoorganisaation lisäksi projektointiorganisaatio. Esimerkiksi useimmissa Eforan tulosityksiköissä projektointiorganisaatio on osa kunnossapitoyritystä. On myös olemassa Eforan tulosityksiköitä, joissa projektointiorganisaatiot kuuluvat Stora Enson tehdasorganisaatioon. Eforan tulosityksiköissä työskentelevä projektointiorganisaatio koostuu pitkälti suunnittelijoista, assistenteista, projekti-insinööreistä, projektipäälliköistä ja palvelupäälliköistä.

Metsäteollisuudessa on alettu kiinnittämään huomiota entistä enemmän investointien ja suurkorjauksien määrittely- ja suunnitteluvaiheeseen. Käyttövarmuuden ymmärtäminen esimerkiksi Eforan projektointihenkilöstön ja laitetoimittajien keskuudessa on erittäin tärkeää elinkaarituoton turvaamiseksi. VTT:n tutkimusraportin mukaan, asiakkaan asettamatta jätetyt käyttövarmuustavoitteet uudelle laitteelle koetaan suurimmaksi syyksi sille, miksi käyttövarmuusasioita ei suunnitteluvaiheessa osata huomioida riittävästi. (Valkokari, Ahonen, Franssila, Itäsalu, Jännes, Välisalo & Ellman 2011, 19.)

7.1 Projektioorganisaatio ja käyttövarmuus

Kun projektia lähdetään määrittelemään ja esisuunnittelua tekemään laitteiden toimintavarmuus, kunnossapidettävyyys sekä kunnossapitovarmuus tulee ottaa huomioon jo tässä vaiheessa. Investointiprojektin vetäjän tapa osallistaa kunnossapitoa ja tuotantoa suunnitteluvaiheessa on ratkaisevassa asemassa käyttövarmuuden kannalta. Kuitenkin näiden kolmen organisaation yhteistyö on avainasemassa, mikäli projekteissa halutaan laaja-alaisesti ottaa käyttövar-

muusasiat huomioon. Laitesuunnittelijat tai projektinvetäjät eivät yksin pelkää osaa ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa käyttövarmuuteen liittyviä tekijöitä vaan tarvitsevat tietoa muilta tahoilta (kuvio 8).



Kuvio 8. Käyttövarmuustiedon hankkiminen investointiprojekteissa (mukaillen Valkokari ym. 2011, 20; Kettunen 2021).

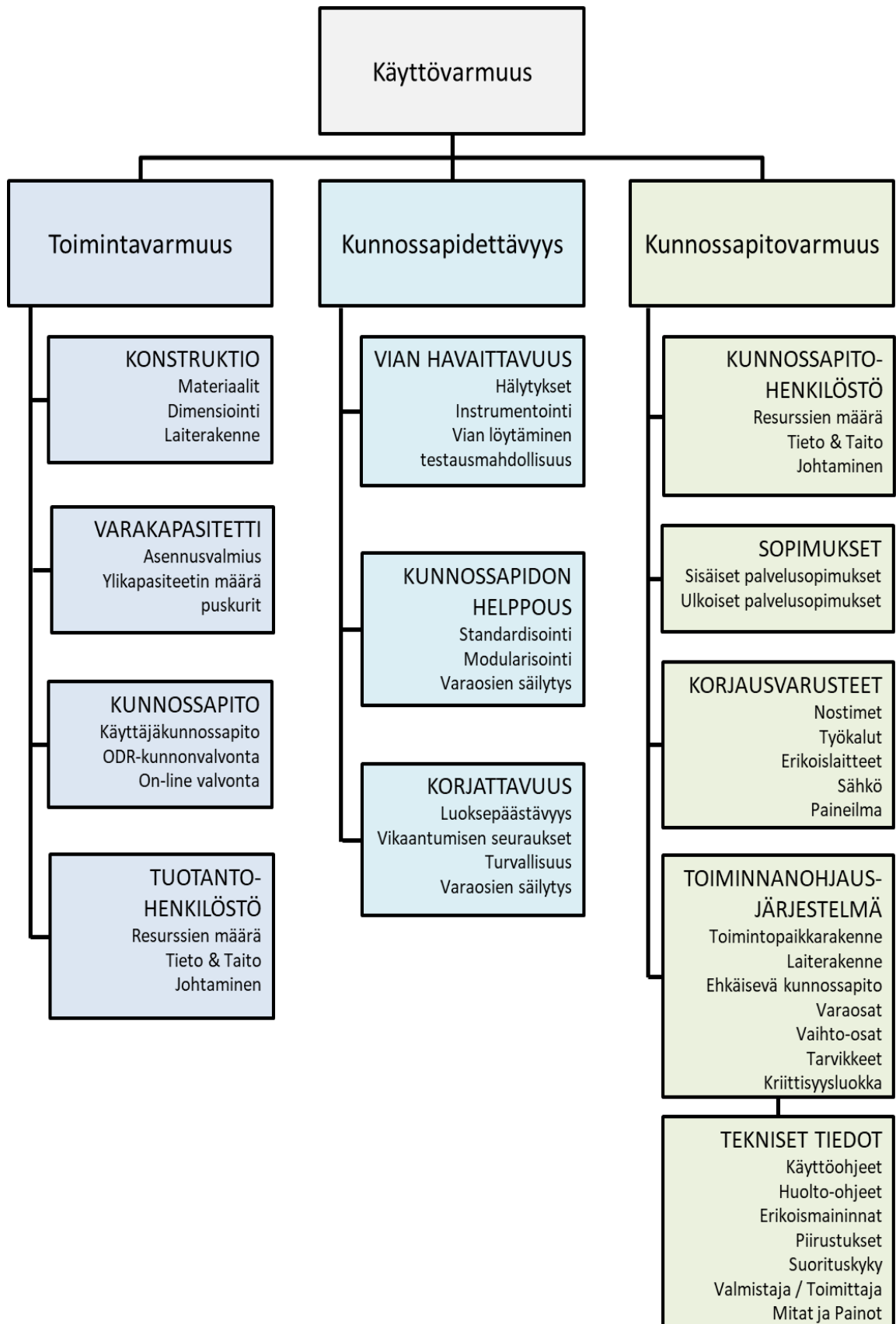
Projektipäällikön tai projekti-insinöörin vastuulla on osallistaa tuotantoa ja kunnossapitoa käyttövarmuusasioiden huomioimiseen. Suunnittelija voi esitellä oman näkemyksensä projektiin liittyvistä laitteista ja teknologioista, johon tuotanto ja kunnossapidon operatiivinen henkilöstö tulee ottaa kantaa. Tällä yhteistyöllä ja kompromissien tekemisellä voidaan saavuttaa huomattavasti parempi lopputulos, kuin että suunnittelija ja projektipäällikkö toimisivat itsenäisesti.

Vaikka käyttövarmuusasiat tunnistettaisiin yhteistyöllä, se vaatii monesti kompromisseja valittuun teknologiaan, asennuspaikkaan tai aiheuttaa muutoin lisätyötä. Tästä koituu aina kustannuksia, joita ei välttämättä projektin budjettiin osattu varata. Toisin sanoen liian tiukat projektibudjetit saattavat vesittää järkevien valintojen tekemisen elinkaarikustannuksiin peilaten. Mikäli kyseessä on tuotantokriittinen laite ja projektilla ei ole rahaa muutoksiin, jolla parannettaisiin käyttövarmuutta, investoinnin käyttöönoton jälkeinen aika on erittäin kallista tuotantolaitokselle. Tämä näkyy myös operatiivisen organisaation henkisessä hy-

vinvoinnissa, sillä tuotantopaineet sekä investoitujen laitteiden huono käytettävyys kuormittavat heitä.

SFS-EN 60300-1 -standardia avaten käyttövarmuuden osatekijät tulee ottaa huomioon investointiprojekteissa (kuvio 9). Näillä tekijöillä on myös keskinäisiä vaikutuksia toisiinsa. Toisin sanoen, mikäli investointiprojekteissa laiminlyödään tietoisesti käyttövarmuuteen liittyviä asioita tai projektitiimin käyttövarmuusosaaminen on puutteellista, elinkaarikustannukset tulevat kasvamaan laitteen käyttöönoton jälkeen ja viime kädessä elinkaarituotto laskee. Tuotannon ja kunnossapidon operatiiviselle organisaatiolle tämä näyttäytyy siten, ettei laite ei toimi suunnitellulla tavalla. Monesti tässä saatetaan lähteä syyttelemään toisia, investoidun laitteen huonoutta tai laitetoimittajaa. Investointiprojektista vastaavan vastuulla on huomioida nämä kokonaisuudet ja ymmärtää käyttövarmuuden merkitys laitteen käytettävyyteen projektin valmistumisen jälkeen.

Jotta käyttövarmuuteen liittyvät asiat tulisi huomioitua, projektien hallintaan on luotu erilaisia tarkastuslistoja. Tarkastuslistat on tarkoitettu muistin ja johtamisen apuvälineeksi, sillä ne tukevat projektitiimin työskentelyä. Mitä suuremmasta projektista on kysymys, sen tärkeämmäksi apuvälineeksi tarkastuslistat muodostuvat. Tarkastuslistat on projektipäällikölle erittäin tärkeä apuväline johtaa projektitiimiä ja varmistua siitä, että kaikki asiat on projektinhoitoon liittyen huomioitu.



Kuvio 9. Käyttövarmuus ja sen tekijöiden huomioiminen investointi-projekteissa osana LCP-analyysiä (mukailien SFS-EN 60300-1 2004, 24; Jännes 2011, 9; Kettunen 2021).

7.2 Toimintavarmuuden huominen investoinneissa

Toimintavarmuus näkyy investoidun laitteen käyttöönoton jälkeen laitteen häiriöttömänä toimintana. Suunnitteluvaiheessa konstruktiossa on tarkoitus huomioida ja määrittää toimintaympäristön asettamat vaatimukset materiaalien ja dimensioiden puolesta. Usein yksinkertainen laiterakenne on kestävä ja toimintavarmempi kuin monimutkainen. Laitteen materiaalivalinnat tulee huomioida siirrettävän väliaineen ominaisuuksien puolesta sopivaksi sekä ympäristöolosuhteet, jonne laite tulee tekemään työtään. Konstruktiolle asettamat vaatimukset auttavat valitsemaan teknologian, joka halutaan investoida.

Laitteen varakapasiteetti on laitteen suorituskykyyn liittyvä ominaisuus. Laitteen suorituskyvyn tarpeen kasvaminen pitää miettiä ennakkoon tulevaisuuden kannalta, että siihen on mahdollista tehdä päivitys tarvittaessa. Myös laitteen varakapasiteetilla huomioidaan tuotannon ääritilanteet, jossa laitetta tekee työtä tasaista ajotilannetta enemmän. Kohteeseen valittava laite ei saa työskennellä normaali ajotilanteessa sen maksimi kapasiteetilla vaan ns. ”pelivaraa” tulee olla.

Toimintavarmuuteen liittyy voimakkaasti kunnossapito ja tässä tapauksessa käynninaikainen ehkäisevä kunnossapito. Tuotannolla on oma rooli käyttövarmuudessa, kuten luvussa 4.4 on kerrottu. Tuotannon tekemät ODR-mittauskierrokset sekä erilaiset tuotantolaitteita valvovat järjestelmät tulee suunnitella laitevalintojen yhteydessä. Jälkikäteen näiden valinta ja asentaminen on kallista ja hankalaa. Käyttäjäkunnossapito pitää olla suunnitelmallista ja hyvin johdettua. Tuotantolaitoksen toiminnanohjausjärjestelmä pitää päivittää palvelemaan tuotanto-organisaatiota, jolloin työtehtävät eivät jää muistinvaraisiksi.

Tuotantohenkilöstön resurssit sekä heidän osaaminen pitää miettiä investointiprojektin suunnitteluvaiheessa. Se pätee ehkäisevään kunnossapitoon sekä laitteiden operointiin. Tuotantohenkilöstöä pitää kouluttaa uusien laitteiden käytöstä ja niiden ominaisuuksista. Ei saa olettaa, että ilman koulutusta ja perehdyttämistä uusia laitteita osattaisiin käyttää automaattisesti laitevalmistajan

määrittämällä tavalla. Uusien laitteiden tarvitsema huolto käyttäjien toimesta pitää myös perehdyttää, että osataan tehdä käyttäjäkunnossapitoa oikein ja oikea-aikaisesti käytettävyyden turvaamiseksi.

7.3 Kunnossapidettävyyden huomioiminen investoinneissa ja

Kunnossapidettävyydellä haetaan niitä asioita investoinnin suunnitteluvaiheessa, jolla mahdollistetaan laitteen käyttäjille helppo ja turvallinen erottaminen tuotannosta sekä mahdollistetaan kunnossapidolle laitteen huoltaminen tai komponenttien vaihtaminen näiden vikaantuessa. Suunnitteluvaiheessa vikojen havaittavuudella halutaan varmistaa sen käyttäjälle tieto laitteen poikkeavasta tilasta tai se on aistinvaraisesti havaittavissa. Tuotantolaitoksesta riippuen pitää automaatiotason olla riittävä, että voidaan rakentaa tuotantolaitteesta hälytyksiä automaation ohjausjärjestelmään (DCS). Mikäli näin ei voida järjestää, laitteen alkavan vikaantumisen tai toiminnan muutos tulee voida havaita aistinvaraisesti mahdollisimman helposti. Tuotantolaitoksessa käynninaikaisesti tai huoltoseisokeissa tehtävät testaukset tulee miettiä. Nämä ovat usein sähkö- ja automaatiolaitteisiin liittyvissä investoinneissa esiintyviä asioita.

Kunnossapidon helppous tulee investoinnissa suunnitteluvaiheessa huomioida, että investoitavat laitteet ja komponentit ovat standardien mukaisia. Tällä varmistetaan, että varaosat ja komponentit ovat yhteensopivat käyttöönoton jälkeen ja ovat oikein valmistettuja. Varaosien säilytystä huomioidessa tulevat säilytysolosuhteet ja välimatkat tuotantolaitteen ja säilytyspaikan välillä optimoida. Tämä korostuu tuotantokriittisissä laitteissa, jotka vaikuttavat tuotantotehokkuuteen.

Korjattavuus liittyy osittain laitteen konstruktion. Jotta kunnossapito voi suorittaa kunnossapitotyönsä turvallisesti, on laitteen luoksepäästävyys huomioitava suunnitteluvaiheessa. Tämä vaikuttaa myös tuotannon tekemään käynninaikaisen tarkastustoiminnan laadukkuuteen. Kunnossapitotöiden tekeminen kohteessa on myös huomioitava osana luoksepäästävyyttä. Tällä tarkoitan esimerkiksi laitteen vaihtotyöhön liittyviä asioita. Vikaantumisen seuraukset tulee en-

nakoida ja niistä aiheutuvat jatkotoimenpiteet. Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa ympäristöön ja ympärillä oleville muille laitteille vahinkoa vikaantuessaan, joka nostaa laitteen kriittisyyttä jo turvallisuusnäkökulmaa pohtiessa.

7.4 Kunnossapitovarmuuden huomioiminen investoinneissa

Kunnossapitovarmuuden huomioiminen investoinnin suunnitteluvaiheessa mahdollistaa laitteelle sen vikaantuessaan kunnossapitoresurssit. Riippuen kunnossapito-organisaation koosta ja taidosta, voi joskus olla järkevää turvautua ulkoiseen palvelutoimittajaan kanssa tehtävään ylläpitosopimukseen. Tällöin ulkoinen toimittaja huolehtii laitteen määräaikaishuolloista ja korjauksista tilaajan kanssa määritetyn palvelusopimuksen sisällön mukaan.

Tuotantolaitoksen kunnossapito-organisaation resurssit, osaaminen ja johtamiskäytännöt pitää tunnistaa investoinnin suunnitteluvaiheessa. Kykeneekö kunnossapito vastaamaan uusista laitteista ja onko osaaminen sillä tasolla, kuin tarvitaan. Mikäli huomataan, ettei kunnossapito-organisaatiossa ole osaamista, voi olla viisautta miettiä laitetoimittajan kanssa tehtävää palvelusopimusta. Käytännössä laiteinvestoinneista ja korvausinvestoinneista tarvitaan aina koulutus ja perehdytys kunnossapito-organisaatiolle, jolla varmistetaan tiedon jakaminen ja uusien laitteiden turvallisuusasioiden huomioiminen.

Korjausvarusteet liittyvät usein tuotantotiloissa saataviin käyttöhyödykkeisiin. Monien tuotantolaitteiden irrottamiseen ja purkamiseen tarvitaan sähkö –tai paineilmakäyttöisiä työkaluja, joiden energianlähteet on tuotava järkevän matkan päähän investoidusta laitteesta. Mekaaniset tuotantolaitteet ovat usein raskaita, joiden nostamiseen tarvitaan nostimen lisäksi erilaisia nostoapuvälineitä. Laitteen vaihtotapahtuman ennakointi suunnitteluvaiheessa auttaa huomioimaan nostoihin liittyvät tarpeet ja kapasiteetit.

Toiminnanohjausjärjestelmä on kaiken perusta kunnossapitovarmuudelle. Koska toiminnanohjausjärjestelmän tulee ohjata kunnossapidon päivittäistä toimintaa, siellä olevat tiedot ja niiden laatu on ensiarvoisen tärkeää. Investoidusta

laitteesta tulee toimintopaikka- ja laiterakenne perustaa, jotta voidaan nähdä mistä laitteista ja komponenteista kokonaisuus muodostuu. Investoidun laitteen varaosat kiinnitetään toiminnanohjausjärjestelmään ennen käyttöönottoa ja tarvittaessa varataan varaosat varastoon. Uusi laite on mietittävä kuinka kriittinen se on tuotannon, ympäristön ja turvallisuuden suhteen. Tämä auttaa määrittämään laitteelle kriittisyysluokan. Ehkäisevän kunnossapidon suunnitelmat ja aikataulutukset tulee rakentaa tämän pohjalta toiminnanohjausjärjestelmään ennen investoinnin käyttöönottoa, sillä ehkäisevä kunnossapito alkaa laitteen käyttöönotosta.

7.5 3D-mallinnus investoinneissa osana käyttövarmuutta

Nykypäivänä 3-D mallinnus on lähestulkoon jokaisessa investoinnin suunnittelussa läsnä. Se on erittäin tehokas tapa mallintaa ja suunnitella investointia tuotantolaitokseen, joka pitää sisällään vanhempaa laitekantaa. Monet tuotantolaitokset nykypäivänä ensin ”keilaavat” omat tuotantotilansa kauttaaltaan, joka mahdollistaa entistä tarkemman suunnittelun tuleville investoinneille. Tuotantolaitoksen ”keilaaminen” maksaa mutta sen tuomat hyödyt suunnittelutyön helpottamiseksi ja takaisinmaksu tulevien laitteiden elinkaari tuottojen muodossa on paljon varmempi.

Investointien suunnitteluvaiheessa 3-D mallien ja suunnitelmien läpikäynti eri tahojen kanssa on helppoa. Kunnossapito voi ottaa kantaa kunnossapidettävyyteen liittyvissä asioissa, kun suunnittelija esittelee mallistaan tulevaa investointia. Toisaalta tuotanto voi ottaa kantaa laitteen kapasiteetin riittävyyteen, turvallisuuteen, laitteen käyttöön sekä prosessista erotukseen liittyvissä asioissa, jolla saadaan toimintavarmuutta huomioitua. On helpompaa mieltää investoitavaan laitteeseen liittyviä asioita yhdessä projektitiimin kanssa, kun ”loppu asiakkaat” näkevät miten uudet laitteet istuvat vanhan laitekannan sekaan. Myös henkilöstön kouluttaminen uusiin laitteisiin on helpompaa, kun on valmiit 3-D mallit olemassa investoinneista. (Yang 2009, 17.)

7.6 Yhteenveto investoinneista ja käyttövarmuudesta

Luvussa 7. käytiin kevyesti läpi mitä käyttövarmuuden tekijöiden huomioiminen käytännössä on investointien suunnitteluvaiheessa. Investoinnille myönnetty budjetti, projektin vetäjien ammattitaito ja käyttövarmuuden osatekijöiden ymmärtäminen sekä johtamiskulttuuri määrittävät usein kuinka hyvin käyttövarmuusasioita huomioidaan investointiprojekteissa. Investoinnille rahoitusta ha-
kiessa olisikin viisautta huomioida käyttövarmuuden tarvitsevan panostusta, jolla turvattaisiin pitemmällä ajalla korkeampi elinkaarituohto.

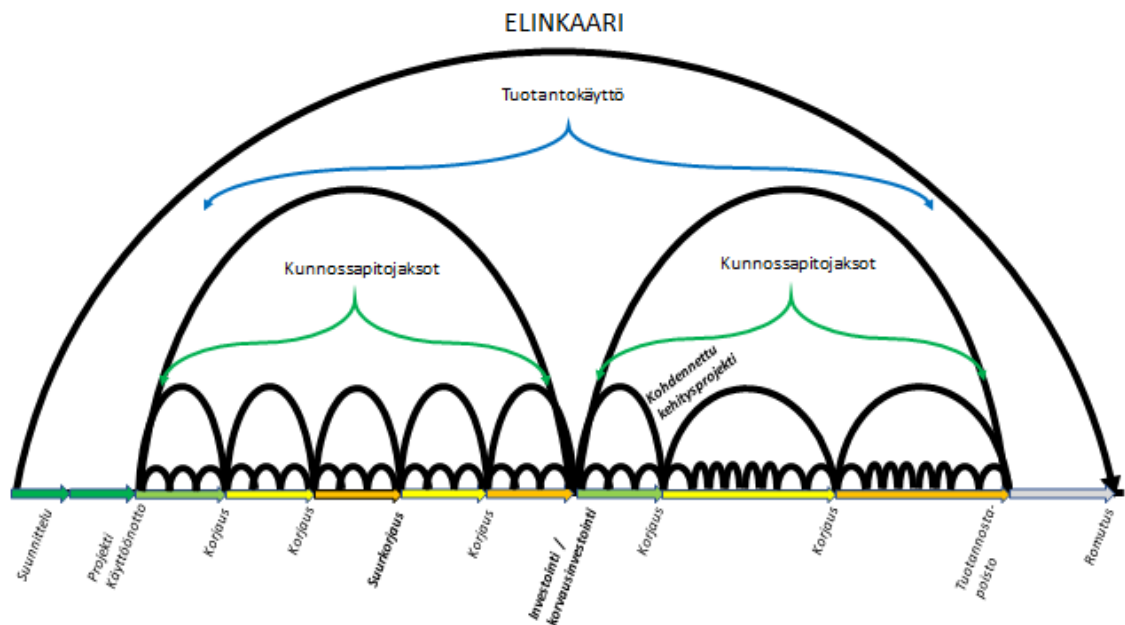
Investointien projektoiminen ”täydellisesti” ei todennäköisesti ole koskaan mahdollista käyttövarmuusmielessä. Tämä tarkoittaa sitä, että käyttöönoton jälkeen tuotanto- ja kunnossapito-organisaatiolle jää tietty jäännösriski investointiprojektista. Mikäli tämä jäännösriski ja sen seuraukset tunnistetaan projektin aikana ja viestitään ”loppuasiakkaille” viimeistään projektin luovuttamisen yhteydessä, siihen on aina helpompi varautua. Käyttövarmuuden huomiotta jättäminen suunnitteluvaiheessa aiheuttaa sen, ettei kunnossapidolle mahdollisteta tehokasta tapaa toimia. Jos kunnossapito ei voi toimia tehokkaasti, se vaikuttaa lopulta laitoksen tuotantotehokkuuteen. Kun tuotantotehokkuus laskee, niin elinkaarituohto pienentyy. Voidaankin puhua ketjureaktiosta, jossa heikon käyttövarmuuden omaavan uuden laitteen omistaja on loppukädessä laskun maksaja (Ali-Marttila ym. 2015, 32).

8 Sellutehtaan käynninaikainen elinkaaren hallinta

Johdannossa sivusin Suomessa olevien metsäteollisuuden tuotantolaitosten olevan jo iäkkäitä. Vanhoissa tuotantolaitoksissa korjaamisen tarve kasvaa koko ajan ja ne eurot, jotka tehdasorganisaatiolla on vuosittain käytettävissä, tulee kohdistaa oikeisiin kohteisiin. Eli korjaustarpeiden tunnistaminen tulee perustua faktoihin ja mitattuun tietoon. Tuotantolaitoksen elinkaaren hallinta on käytännössä tiedon hallintaa koko tuotantolaitoksen laitekannasta koko sen olemassaolon aikana (Yang 2009, 1). Laitteen investointivaiheessa luodaan edellytyk-

set huolehtia ja käyttää laitteita oikein. Tämä kannattaa ymmärtää myös siten, että investoinnissa luodaan pohja käyttövarmuudelle. Käyttöönoton jälkeen on tuotannon ja kunnossapidon käsissä huolehtia laitteen käytöstä ja huolloista siten, että elinkaarituohto olisi mahdollisimman korkea.

Stora Enso Enocellin sellutehtaan käynninaikainen tapa käsitellä tuotantolaitteiden elinkaaria on kuvattu alla (kuvio 10). Käynninaikainen elinkaaren hallinta pitää sisällään korjaamista, suurkorjaamista, investointeja, korvausinvestointeja sekä kohdennettuja kehitysprojekteja. Käytännössä tuotannon ja kunnossapidon tulee ymmärtää missä vaiheessa tuotantolaitteet ovat elinkaartaan menossa. Jokainen edellä mainittu elinkaaren vaihe pitää sisällään tekijöitä, joita kunnossapito ja tuotannon tulee osata tunnistaa tehtaan käynninaikana.



Kuvio 10. Laitteen elinkaari (mukaillen Korkiala-Tanttu, Törnqvist, Eskola, Pienimäki, Spoof & Mroueh 2005, 11; Kettunen 2021).

Korjaaminen tässä yhteydessä voidaan mieltää olevan esimerkiksi vuosihuolto-
seisokissa tehtäviä korjauksia, jotka tulevat säännöllisin väliajoin. Korjausjakso-
jen väliin jäävät pienet suoritteet voidaan mieltää vaikkapa ehkäisevän kunnos-
sapidon toimiksi. Esimerkkinä tietty ennakkohuoltosykli tuo laitteelle tietyn pitui-
sen korjaamisvälin. Luvussa 4.2 on kerrottu sellutehtaassa suoritettavia ehkäi-
seviä kunnossapidon toimenpiteitä. Näillä toimenpiteillä voidaan jatkaa korjaus-
väliä ja saada tietoa laitteen tilasta ja elinkaaren vaiheesta.

Suurkorjaus on korjaustapahtuma, joka on luonteeltaan erittäin paljon suurempi ja arvokkaampi, kuin huoltoseisokissa tehtävä osajärjestelmän korjaus. Riippuen Eforan ja Stora Enson tehdasyksiköiden välisestä kunnossapitosopimuksesta, yleisimmin suurkorjauksen rajana pidetään 50 000 euroa ja korjaustapahtuman toistuvuus on yli 3 vuotta. Mikäli tiedetään etukäteen korjaustyön ylittävän kokonaiskustannuksiltaan kyseisen summan, sitä käsitellään tehtaan johdon toimesta suurkorjauksena ja se budjetoidaan asian mukaisesti tuotantolaitoksen operatiivisena kuluna (OPEX).

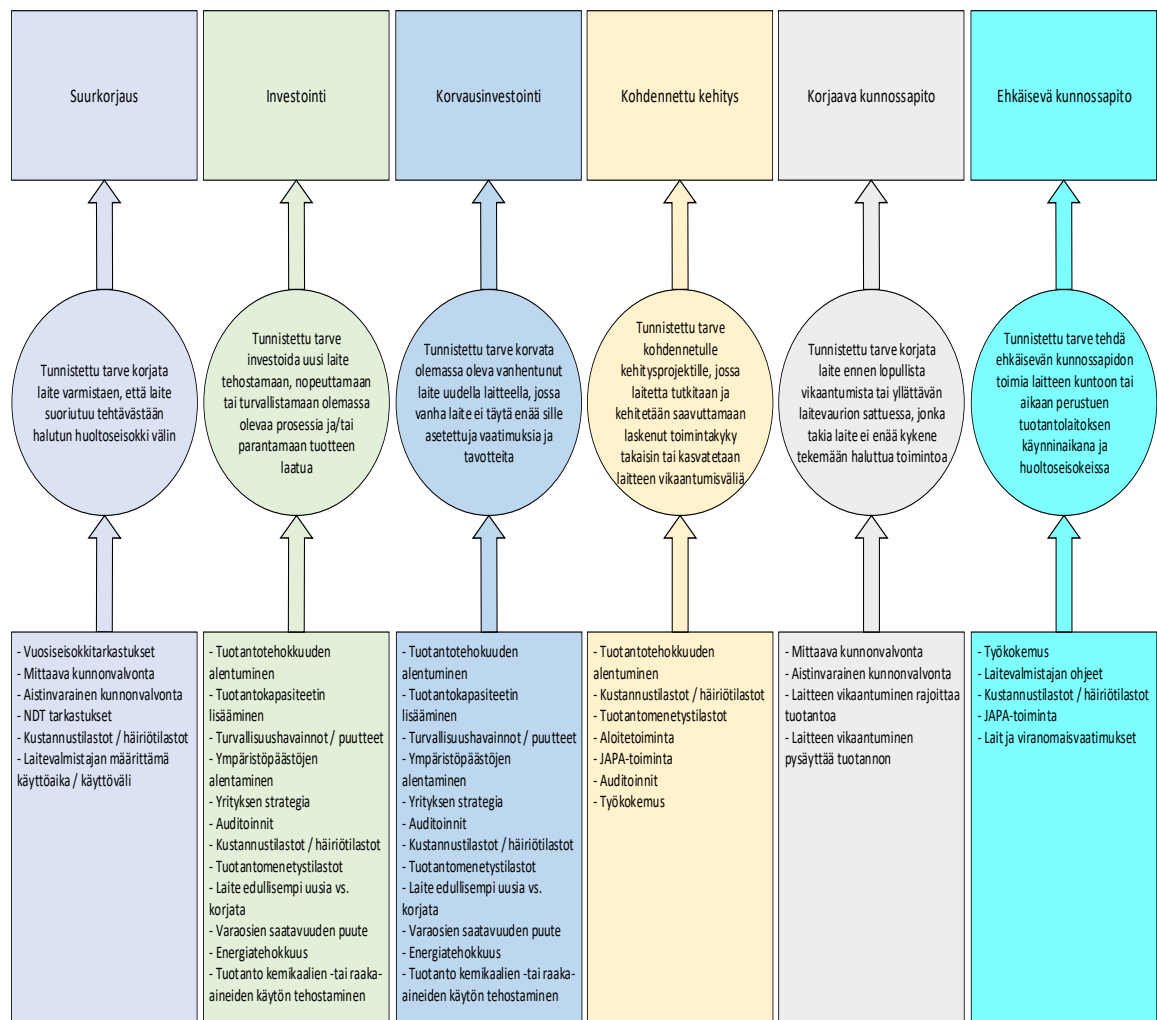
Korvausinvestointi on tapahtuma, joka yleensä tehdään tehdasseisokeissa, jossa toimintakyvyn laskeneen laitteen tai sen osajärjestelmä katsotaan järkeväksi korvata uudella laitteella tai osajärjestelmällä. Syynä usein korvausinvestoinnille on, että laite tai osajärjestelmä ei enää kykene vastaamaan sille asetettuja vaatimuksia tai tavoitteita. Korvausinvestoitu laite tekee samaa työtä, kuin edeltäjänsä, mutta usein teknologia on kerinnyt kehittyä eteenpäin alkuperäisestä investoinnista, jolloin laitteen toimintaperiaate monesti myös muuttuu. Enocellin tapauksessa suurkorjaukset ja korvausinvestoinnit käsitellään ja priorisoidaan tuotannon ja kunnossapidon yhteisellä toimintatavalla, jossa valitut korvausinvestoinnit ovat myös tuotantolaitoksen operatiivisia kuluja.

Investointi on tapahtuma, joka voidaan tehdä tuotantolaitoksen käynninaikana tai vuosihuoltoseisokissa. Tämä riippuu siitä, rakennetaanko täysin uutta laitekantaa vai "viritetäänkö" jo olemassa olevia laitteita. Monesti tällä halutaan poistaa pullonkauloja tuotantoprosessista. Investoinnit käsitellään ja budjetoidaan tuotantolaitoksen pääomakuluissa (CAPEX). Korvausinvestoinnin ja investoinnin ero on toisinaan vaikea erotella. Monesti työarjessa vaatii tuotannon ja kunnossapidon johdon välillä keskustelua ja tilannetarkastelua kumpaan tapaan päädytään. Tällä on myös tuotantolaitoksessa kirjanpidollinen näkökulma, joka täytyy ymmärtää.

Kohdennettu kehitysprojekti on osa jatkuvaa parantamista. Syötteitä kehitysprojekteille saadaan tilastoista, joita voi olla krooniset laiteviat, suuret käynninaikaiset korjauskustannukset tai tuotteen laatupoikkeamiin vaikuttavat tekijät. Yhtenä luotettavuustoiminnan tavoitteena on saada kartoitettua mitkä tuotantolaitteet

tarvitsevat kehitysprojektin. Kohdennetulla kehitysprojektilla voidaan usein kasvattaa korjausväliä tai parantaa muita tuotantotehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä. Kehitysprojektit vaativat oman projektitiimin, joka koostuu tuotantolaitoksen tuotannon ja kunnossapidon osaajista. Kehitysprojekteihin voidaan osallistaa myös ulkopuolisia toimijoita, jotka tukevat selvityksen ja parannuksien tekoa.

Enocellin sellutehtaan käynninaikainen elinkaarenhallinta pitää sisällään monta erilaista toimenpidettä. Kuinka sitten tunnistetaan minkä toimenpiteen laite tarvitsee? Tämä on asia, jonka kanssa jokainen Suomessa oleva teollisuuden tuotantolaitos kamppailee. Luomassani kuviossa 11 on kerrottu tekijöitä, joita tunnistamalla voidaan havaita ja tehdä päätöksiä minkä toimenpiteen rakennukset, tuotantolaitoksen infrastruktuuri, tuotantolaitte tai sen osajärjestelmä tarvitsee.



Kuvio 11. Enocellin käynninaikainen elinkaarenhallinta (Kettunen 2021).

8.1 Investointi

Investointitarve syntyy usein, kun halutaan tuottaa enemmän tuotetta. Kuitenkin investointityyppejä sellutehtaassa on erilaisia. Investoinnit voidaan karkeasti jakaa:

- kunnossapidollisiin investointeihin
- tuotantotehokkuutta parantaviin investointeihin
- strategiaan investointeihin
- kehitysinvestointeihin
- pakollisiin investointeihin (lait ja viranomais määräykset)

Kuitenkin näille kaikille on yhteistä se, että ne ovat reaali-investointeja, jossa sidotaan suuria summia rahaa. Näillä investoinneilla on yleensä pitkä takaisinmaksu aika. Käytännössä investoinnit ovat pakollisia kilpailukyvyyn ja liiketoiminnan jatkuvuuden kannalta. (Suomala, Manninen & Lyly-Yrjäinen 2011.)

Investointitarpeen tunnistaminen ja niiden priorisointi on erittäin tärkeää. Jälkikäteen huomattavat ”väärät” valinnat voivat pahimmillaan estää tuotanto- ja kunnossapito-organisaation tavoitteiden saavuttamisen. Investointipäätös tulee tehdä huolellisesti, koska investointipäätöksiä ei usein ole mahdollista perua ja sijoitettu pääoma on muulta pois (Jyrkiö & Riistama 2004, 203–206).

Enocellin tapauksessa investointitarve voidaan tunnistaa luvussa 5. mainittujen tilastojen avulla ja kuviossa 11 kerrottujen tekijöiden avulla. Investoinneille tarvitaan aina laskelmat takaisinmaksusta ja kannattavuudesta. Investointilaskelmien lähtötiedot tulee olla mitattavissa tai ne tulee arvioida mahdollisimman tarkasti (Suomala ym. 2011). Tässä yhteydessä elinkaarikustannusten tai elinkaarituottojen laskeminen olisi myös järkevää.

8.2 Korvausinvestointi

Korvausinvestointitarpeen tunnistamiseen tekijät ovat pitkälti samat kuin investoinnissa. Suurimpana erona investointiin on se, että vanha laite päivitetään ja

se tekee samaa työtä, kuin ennenkin. Esimerkkinä voidaan käyttää vanhoja hydraulikkakäyttöjä, jotka ovat pitkäikäisiä. Laittevalmistajien varaosavalmistuksen velvoite loppuu usein 10–20 vuoden tuotteen lanseeraamisen jälkeen. Seurauksena tästä on tuotantolaitteen omistajalle varaosien ja vaihtolaitteiden saatavuusongelma. Tällöin korvausinvestointi esimerkiksi voisi olla hydraulikkakäytön uusiminen vaikkapa sähkökäyttöiseksi, jolloin varaosien saatavuus on taattu eteenpäin. Kuitenkin tulee aina punnita sitä, mikä on tuotantoympäristöön ja tuotantoprosessiin soveltuvin teknologia. Myös vanhan tuotantolaitteen uusinta voi joskus korjaamista halvempi tapa. Tällöin korvausinvestoinnin tekeminen on myös järkevää.

8.3 Kohdennettu kehitys

Kohdennetut kehitysprojektit liittyvät usein laitteiden tai sen osajärjestelmän keskimääräisen vikaantumisvälin (MTBF) kasvattamiseen. Usein tilastot ja erilaiset juurisyyanalyysit antavat sykäyksen kohdennetulle kehitysprojektille. Kohdennettuun kehitykseen tulisikin panostaa metsäteollisuudessa, sillä harvoin tuotantotehokkuutta alentava laitekokonaisuus on rikki, vaan sen osajärjestelmässä on jokin heikko ”lenkki”. Tämän osajärjestelmän vikaantumisen juurisyiden selvittäminen ja parantaminen näkyy koko laitekokonaisuuden toiminnan parantumisena, jolloin voidaan välttyä ”turhalta” suurkorjaukselta tai korvausinvestoinnilta. Käytännössä voidaan palauttaa laskenut laitteen toimintakyky takaisin, jolloin suurkorjaus ja investointi rahat voidaan sijoittaa elinkaaren loppua lähestyviin laitteisiin.

Kohdennettujen kehitysprojektien parantavia toimenpiteitä on usein ehkäisevän kunnossapidon optimointi, laitteen osajärjestelmän muutos tai tuotantoprosessin ajotavan ja säätöjen optimointi. Luotettavuustoiminta sekä luotettavuustekniikka ovat keskiössä, kun tehdään kohdennettua kehitystä. Kehitysprojektien vetäjällä tarvitaan usein hyviä fasilitointitaitoja, jotta saadaan kunnossapidon ja tuotannon osaaminen valjastettua ongelmanratkaisuisissa.

8.4 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla sanan mukaisesti palautetaan laitteen toimintakyky takaisin laiterikon jälkeen. On tapauksia, joissa laiterikko pysäyttää tuotannon, jolloin korjaaminen täytyy aloittaa mahdollisimman nopeasti. Kuitenkin sellutehtaassa voi olla laiterikkoja, jotka ei pysäytä tuotantoa, vaan hidastavat sitä tai vaikuttavat tuotteen laatuun. Tällöin hyvin usein sovitaan tuotantotehokkuuden optimoimiseksi paras korjausajankohta tuotannon ja kunnossapidon kesken, jolloin pysäytetään tuotanto-osasto tai tuotantolaitos hallitusti laiterikon korjaamisen vuoksi.

9 Suurkorjaustarpeen tunnistaminen

Opinnäytetyön rajauksen takia tässä työssä keskitytään suurkorjaustarpeen tunnistamiseen. Kuten kuvio 11 osoittaa, erilaiset tarkastustoimet ja kunnonvalvonta ovat keskiössä suurkorjaustarpeiden tunnistamisessa. Suurkorjaustarve voi kuitenkin tulla yllättäen vastaan tuotantolaitoksen työarjessa. Tähän syynä voi olla kunnossapidon epälaadukas tarkastustoiminta edellisissä huolto-oseikeissa tai ehkäisevän kunnossapidon heikko laatu sellutehtaan käynnin aikana. Edellä mainitut ovat usein seurausta kunnossapidon johtamisesta, jolloin kunnossapidon organisoitumisessa ja johtamisessa voisi olla tarkastelun paikka.

Tuotantolaitteen käyttäjillä on ehkäpä vielä merkittävämpi rooli yllättävän suurkorjaustarpeen sattuessa. Mikäli käyttäjäkunnossapitoa ei tehdä ja johdeta, kuten luvussa 4.4 on esitetty, laitteen muuttuvasta tilasta ei saada tarpeeksi nopeasti tietoa tuotannon ja kunnossapidon työnjohdolle. Laitteen operointitapa ja ajoparametrit ovat myös syynä, miksi suurkorjaustarve voi eskaloitua käynnin aikana. Toisin sanoen tuotantoprosessin ajovirheet ja tuotantolaitteiden operointitapa vastoin laitetoimittajan ohjeita on syynä äkillisten suurkorjausten syntymiseen.

Huoltoseisokkeihin suurkorjaustarve saadaan tietoon etukäteen vain keräämällä tietoa tuotantolaitteiden, rakennusten tai infrastruktuurin tilasta ja näiden muutoksista. Tällöin puhutaan tarkastustoiminnasta ja kunnonvalvonnasta. Nämä tiedot saadaan kerättyä sellutehtaan käynninaikana tai huoltoseisokeissa. Tarkastuksista ja mittauksista saadun tiedon tallentaminen sekä havaittujen muutosten seuraaminen on tällä hetkellä ainut tapa ennakoida tulevia suurkorjaustarpeita. Kuten Robert Yang kirjassaan kertoo, elinkaaren hallinta on tiedon hallintaa koko käyttöomaisuudesta ja sillä johtamisesta tuotantolaitoksen olemassaolon aikana. Sellutehtaissa on lisäksi yksittäisiä tuotantolaitteita, joille on laitevalmistaja määrittänyt tietyn käyttövälin ja itse laitteen tarkastus on jo suurkorjauskriteerien ylittävä toimenpide. Esimerkkinä voidaan mainita sellutehtaissa voimalaitosten höyryturbiinit, joiden tarkastaminen on pitkäaikainen ja tarkkaa työtä vaativa prosessi.

Sellutehtaan vuosihuoltoseisokin keskeisimpiin asioihin korjaamisen lisäksi kuuluu tarkastustoiminta, sillä tarkastuksia vaaditaan jo viranomaisten ja lakien taholta esimerkiksi painelaitteisiin. Huoltoseisokeissa tehtävät tarkastukset auttavat saamaan tietoa sen hetkisestä tilanteesta sekä paljastavat välittömät korjaustarpeet. Tehokas tarkastustoiminta kuitenkin vaatii esisuunnittelua, laadukkaan toteutuksen ja raportoinnin. Monesti sellutehtaassa korjaustyön yhteydessä tarkastetaan korjattavan laitteen osajärjestelmiä sekä näiden ympäristöä. Siksi toiminnanohjausjärjestelmään kirjattavat tiedot sekä raportit ja näiden laatua tulee valvoa ja vaalia joka organisaatiotasolla. Tämä tieto tulee jakaa laitteiston omistajan ja huolehtijan välillä.

9.1 Vuosiseisokkitarkastukset

Vuosihuoltoseisokki on otollisin aika tuotantolaitteiden, rakennusten, erilaisten rakenteiden ja infrastruktuurin tarkastuksiin. Tällöin mm. tuotantolaitteet ovat NET-tilaan saatettuja ja puhdistettuja. Tämä mahdollistaa luvussa 4.2 kerrottujen huoltoseisokkitarkastuksien tekemisen. Jokainen tarkastus ja siihen liittyvät havainnot pitää raportoida seurantaan ja analysointia varten toiminnanohjausjärjestelmään tai muualle tehdasyksikössä sovittuun paikkaan. Näiden tarkastuk-

sien havainnot ja jatkotoimenpiteet tulee käydä yhdessä tuotannon ja kunnossapidon työnjohdon kesken (Ronkainen 2021). Tarkastuksien tulosten analysoinnin laiminlyöminen kuitenkin kyseenalaistaa tarkastustoiminnasta saatavan kokonaishyödyn. Tuloksista määritetyille toimenpiteille tulee asettaa vastuuhenkilö ja aikataulu, jotta tarkastuksista saatu kokonaishyöty on mahdollisimman suuri (Ronkainen, 2021).

9.2 NDT- ja DT-tarkastukset

Suurkorjaustarve tunnistetaan usein NDT- ja DT-tarkastusmenetelmillä. NDT-tarkastukset ovat tarkastusmenetelmiä, joita käytetään pääsääntöisesti metallirakenteiden, metallikappaleiden ja hitsien tutkimiseen vahingoittamatta itse materiaalia. Kuitenkin yleisesti kunnossapidon työarjessa NDT-tarkastuksilla tarkoitetaan ainetta rikkomatonta tarkastustapaa materiaalista riippumatta. DT-tarkastukset ovat taas ainetta rikkovat menetelmät, jossa voidaan kappaleen sisälle nähdä. Näin voidaan tunnistaa tarkastettavan kohteen sisäpuolinen kuluminen ja sen ominaisuuksia, jotka antavat tukea päätöksen teolle.

Sellutehtaassa on monia tuotantolaitteita, joiden sen hetkinen tila saadaan vain DT-tarkastuksilla selville. Esimerkkinä prosessiputkistot ja erityisesti lujitemuovista tehtyjen putkistojen ja säiliöiden kunto saadaan parhaiten selville ottamalla niistä koepaloja. Koepaloja analysoimalla aistinvaraisesti voidaan tehdä päätelmiä esimerkiksi loppuputkiston kunnosta. Kuitenkin koepaloja tulee ottaa riittävän monta ja eri kohdista putkistoa laadukkaan kokonaiskuvan perustamiseksi.

Sellutehtaassa on varoaltaita, rakennuksia ja säiliöitä, jotka ovat pinnoitettuja. Esimerkiksi betonipinnoitetut säilöt sekä betonialtaiden todellinen kunto saadaan tietoon vain koepaloja ottamalla ja analysoimalla ne laboratorioissa. Betoninäytteet tulee analysoida laboratorio-oloissa, joissa saadaan selvyttä betonin rakenteen vahvuudesta sekä sen ominaisuuksista. Erilaiset kemikaalit heikentävät betonointia ja tästä syystä näytepalojen tutkinta on ainut luotettava tapa todeta sen kuntoa. Laboratoriotestien analyseistä saadaan faktaa ja perusteita

suurkorjauksen, korvausinvestoinnin tai investoinnin suunnittelua varten. (Ronkainen 2021.)

9.3 Mittaava kunnonvalvonta

Mittaavan kunnonvalvonnan perusajatus on kerätä dataa tuotantolaitteista ja seurata laitteen tilan kehittymistä trendien ja kuvaajien avulla. Mittaavaa kunnonvalvontaa voidaan suorittaa kahdella tavalla; käsin mittaamalla tai jatkuvalla mittaamisella automaation avulla. Kun mittauksissa huomataan poikkeamia, niiden juurisyöt tulee selvittää. Kyse voi olla hetkellisestä tuotantoprosessin poikkeustilasta tai laitteen alkavasta vikaantumisesta. Tässä mielessä jatkuva-toiminen kunnonvalvonta tuottaa enemmän tietoa muutoksista, kuin käsin mittaaminen. Laitteen muutoksien seuranta ja analysointi perustuu aikaisempiin mittaustuloksiin. Näillä mittauksilla voidaan ennakoida suurkorjaustarve tai laitteen osajärjestelmän korjaus tarve.

9.4 Laskennalliset analyysit

Suomessa on yrityksiä, jotka ovat erikoistuneet lujuuslaskentaan, virtauslaskentaa ja monikappaledynamiikkaan. Näillä palveluilla voidaan mallintaa erinomaisesti sellutehtaan tuotantoprosessia ja muodostaa siitä 3D-mallit. Esimerkiksi sellutehtaassa voi olla kroonisesti vikaantuva kohde, jonka vikaantumisen syytä ei tiedetä tai saada selvitettyä. Käytän esimerkkinä putkistoja. Prosessiteollisuudessa nesteet ja kaasut virtaavat putkistoissa, joiden käyttäytymistä ei päästä aistinvaraisesti tarkastelemaan. Vikaantumismallien rakentaminen perustuu tutkittavasta kohteesta kerättyihin tietoihin, kuten putkistomateriaali, tuotantoprosessimittaukset ja erilaiset dimensiot. Näiden tietojen kerääminen ja analysointi antaa mahdollisuuden nähdä miten putkistossa kulkeva ”väliaine” käyttäytyy ja vaikuttaa prosessilaitteisiin. Tällä tavalla saadaan lisättyä ymmärrystä tuotannolle sekä kunnossapidolle laitteiden ja tuotantoprosessin toiminnasta. Tällä tavoin voidaan saada syötteitä suurkorjaukselle tai korvausinvestoinnille.

10 Pohdinta

Luotettavuus mielletään metsäteollisuuden tuotantolaitoksissa hyvinkin eritavalta vastaajasta riippuen. Kuitenkin se on joukko asioita ja toimia, jolla halutaan turvata parempi tuotantolaitoksen kokonaistehokkuus. Uimaharjun tehdasyksikön tapauksessa kunnossapidon ja tuotannon ylimmän johdon tulisi asettaa organisaatioille käyttövarmuustavoitteet. Tuotantopäälliköllä ja kunnossapidon tulosyksikön päälliköllä pitäisi olla näkemystä ja kokemusta siihen mihin suuntaan halutaan käyttövarmuutta lähteä viemään. Uimaharjun nykyinen tapa toimia, jossa ylimmälle johdolle esitetään luotettavuusorganisaation toimesta erilaisia käyttövarmuustoimenpiteitä, ei tue parantavien toimien eteenpäin viemistä. Kuten SFS-EN 60300-1 -standardissa kerrotaan luotettavuuden johtamisesta, tehdasyksikön ylin johto on se oikea taho mielestäni määrittämään luotettavuustavoitteet, johon organisaatiot sitten sitoutuvat.

Suomen metsäteollisuudessa on kehitetty erilaisia digitaalisia työkaluja elinkaaren hallintaan liittyen. Nämä työkalut hakevat tietonsa tuotantolaitoksien toiminnanohjausjärjestelmistä, tuotannonohjausjärjestelmistä ja muista käytössä olevista tietojärjestelmistä. Kuitenkin datan laatu on ongelmana luotettavien analyysien tekemiselle. Näen nykytilan siten, että nykyinen datan laatu ei mahdollista ennustettavaa analytiikkaa kokonaisvaltaisessa tuotantolaitoksen elinkaaren hallinnassa. Poikkeus tähän on automaatiokenttälaitteista saatu data, jota murskaamalla ja rakentamalla erilaisia algoritmeja voidaan tunnistaa ennakkoon erilaisten laitteiden tarvitsemia toimenpiteitä. Tuotannon menetykset, korjauskustannukset, häiriömäärät ym. kertovat vain sen, missä suurimmat ongelmat sijaitsevat. Ne eivät kerro syitä mistä nämä ongelmat johtuvat. Juurisyiden selvittäminen on se keino, jolla voidaan tunnistaa tarvittavat parannukset. Kuitenkin juurisyiden selvittämiseen tarvitaan hyvin erilaista osaamista, kuin operatiiviseen toiminnan johtamiseen. Metsäteollisuuden tuotantolaitoksissa organisaatiot voivat olla järjestäytyneitä siten, ettei nämä tue tällaista toimintaa. Nykyisinkin valitettavan paljon metsäteollisuudessa tahtoo olla toimintaperiaate sellainen, että ongelmaa jos ei saada ratkaistua työkokemuksen pohjalta, laite uusitaan isolla rahalla. Ei haluta ja osata pysähtyä miettimään ja keräämään faktoja

kasaan mistä ongelmat johtuvat. Kuitenkin tulee miettiä sitä, onko tulevaisuudessa ikääntyvässä metsäteollisuuden tuotantolaitoksissa varaa tehdä näin ja kuinka kauan?

Luotettavuustoimintaan ja luotettavuustekniikan taitajia tarvitaan mielestäni tuotannon ja kunnossapidon organisaatioihin nykyistä enemmän. Työntekijä, joka ei ole kiinnostunut tilastotieteistä ja analyyttisestä toimintatavasta, ei myöskään johda itseään tilastojen osoittamien faktojen avulla. Tällöin näiden henkilöiden esimiesten rooli korostuu, mikäli tuotanto- tai kunnossapitoyritys halutaan toimintoja johtaa faktoihin perustuen. Kuitenkin tilastoja tarvitaan organisaatioon, että voidaan nähdä nykytila ja mihin tulisi keskittyä. Vaikka digitalisaatio mahdollistaa erilaisten tilastojen rakentamisen ja niiden automaattisen päivityksen, dataa joudutaan vielä pitkään käsittelemään ja muokkaamaan ihmisen toimesta. Tilastoista tehtäviin analyyseihin ihmisen työpanos on välttämätön, sillä datan oikeellisuus ja laatu pakottavat kriittisesti suhtautumaan analyyseihin.

Datan laadun voidaan sanoa olevan tuotantolaitoksen toiminnan johtamisen kannalta aivan olennaisessa asemassa. Esimerkkinä Uimaharjun tuotannon ja kunnossapidon päivittäisessä tekemisessä tietojen kirjaamisen oikeellisuus sekä SAP-ilmoitusstandardin noudattaminen on erittäin tärkeää. Tuotannonohjausjärjestelmään tiedon kirjaamisen laatua ei saa väheksyä millään organisaatiotasolla. Tämä olisi syytä kaikkien henkilöiden tiedostaa. Myös tuotannon menetyksien oikein kirjaaminen on erittäin tärkeää. Analyysit tuotannon ”pullonkaloista” voivat olla virheellisiä, jos tuotannon menetyksiä ei kirjata oikein tai niitä ei haluta kohdistaa uudelleen juurisyiden ilmetessä.

Metsäteollisuudessa tuotannon ja kunnossapidon ylimmän johdon käytettävissä olevilla tilastoilla johdetaan asioita ja ihmisiä. Tuotannon ja kunnossapidon tekemistä mitataan paljon nykypäivänä ja osoitetaan erilaisilla mittareilla. Pohdin sitä, onko Eforan eri tulosityksiköiden paikkakunnilla sellainen johtamiskulttuuri onnistuttu luomaan tuotantoon ja kunnossapitoon, jossa mittarit ohjaavat tekemistä. Käytännössä tämä velvoittaa kaikkia esimiehiä sitoutumaan tällaiseen mittareilla johtamistapaan. Mielestäni ei riitä, että yksittäiset esimiehet käyttävät tiiminsä johtamiseen mittareita ja asettavat sen pohjalta tiiminsä jäsenille tavoit-

teita. Mikäli jokainen esimies ei ole omaksunut tällaista toimintamallia, se ruokkii organisaatioissa epätasa-arvon tunnetta ja aiheuttaa työntekijöiden välille kauteutta ja kitkaa. Kärjitetysti toiset työntekijät pääsevät tietyn esimiehen hoiteissa ”helpommalla” ja saavat tehdä niitä asioita, jotka ovat ”mukavia”. Näin asiat eivät saa päästä muodostumaan, sillä se alkaa näkyä henkilöstötyytyväisyydessä ja työn laadussa. Pahimmillaan tästä voi seurata työntekijöiden poissaoloja henkisen pahoinvoinnin takia sekä irtisanomisia. Kaikki nämä heikentää työnantajan imagoa ja joissain tapauksissa vähentää työnhakuintoa kyseiseen yritykseen.

Eforan Uimaharjun tulosityksikön tapauksessa olisi mahdollisuus antaa yliopistotai ammattikorkeakouluopiskelijoille harjoittelupaikkoja ja kesätöitä, jotka liittyisivät luotettavuustoimintaan ja tilastotieteisiin. Kuitenkin näen tässä mahdollisuuden, jota ei osata tällä hetkellä hyödyntää. Haasteena voi olla Uimaharjun sijainti, jolloin opiskelijalla tulee olla valmius liikkua omalla autolla. Tämäkin voidaan ratkaista esimerkiksi palkallisella harjoittelulla. Kuitenkin siitä ajattelusta pitää voida luopua, että koulut pelkästään ottavat yhteyttä työpaikkoihin. Mikäli yrityksellä on tarve ja halua syventää yhteistyötä oppilaitosten kanssa, ei ole väliä kumpi taho aloittaa keskustelut. Kyseessä on molempien osapuolten hyötyminen.

Tuotantolaitteiden vikaantumisen estäminen tulisi olla työturvallisuuden jälkeen seuraava ajatus kaikilla tuotantolaitoksissa työskentelevillä. Tuotantolaitoksen johtamiskulttuuri tulisi ruokkia organisaatioita voimakkaammin laitevikaantumisten estämiseen. Palkitseminen ja organisaatioissa johdon arvotus tulisi osoittaa entistä enemmän niihin, jotka pystyvät estämään laitteiden vikaantumisen. Monesti tämä tahtoo jäädä pienen porukan missioksi tuotantolaitoksissa. Johtamiskulttuuri tulisikin muuttaa siihen suuntaan voimakkaammin, että sankarin viitta puetaan sille, joka korjaamisen sijasta estää vian.

Suomi on hyvä maa metsäteollisuudelle: turvallinen ja vakaa sekä raaka-ainetta on saatavilla hyvin. Kuitenkin näen käyttövarmuuden ja elinkaarenhallinnan isona osana metsäteollisuusyritysten investointipäätöksiä. Ne tehdasyksiköt, jotka ovat onnistuneet saamaan tuotantotehokkuuden riittävälle tasolle ja liiketoimin-

nalle on markkinoita, investointipäätökset ovat usein suotuisia näille tehtaille. Miellän asian siten, että tuotantotehokkuuden parantaminen luo varmuutta investointien saatavuudelle.

Eforan eri tulosyksiköiden tapauksessa kunnossapidon panostus luotettavuuden parantaminen ei pelkästään riitä. Tuotanto-organisaation pitää myös pystyä parantamaan toimintaansa luotettavuuden eteen. Eforan tapauksessa kysymys on ulkoistetusta kunnossapitoyrityksestä, jonka strategiaan kuuluu parantaa Stora Enson tuotantolaitosten luotettavuutta. Käytännössä tämä voi asettaa eri paikkakunnilla kunnossapito-organisaatiot epäkiitolliseen asemaan, sillä luotettavuuden parantaminen on tuotos tuotannon ja kunnossapidon yhdessä tekemisestä. Jos tuotanto-organisaatioissa ei luotettavuuden eteen ole osaamista tai halua tehdä parannusta, kunnossapitoa voidaan syyttää siitä, miksi laitteet vikaantuvat yllättäen. Kuitenkin yllättävät laitevikaantumiset on monien asioiden summa, jossa molempien osapuolten tekeminen ja tekemättä jättäminen näkyvät.

Yhdistäen oman työkokemukseni ja Steven Borrison kirjoitukset käyttäjäkunnossapidosta, Stora Ensolla on erittäin suuri työsarka käyttäjäkunnossapidon johtamisessa ja kehittämisessä. Näen asian niin, ettei tehdasorganisaatioissa ymmärretä täysin vielä käyttäjäkunnossapidon roolia käytettävyyden turvaamisessa. Stora Enso Enocellin tapauksessa koen niin, että tuotannon työntekijät mielivät laitteiden seurannan pääpaino olevan ulkoistetulla kunnossapitoyrityksellä (Eforalla). Tämä kertoo minulle vain sen, että käyttäjäkunnossapitoa ei johdeta tuotanto-organisaatioissa intensiivisesti. Myös operaattoreiden rooli ei ole selkeästi kerrottu ja kuvattu mitä heiltä odotetaan. Voisi olla viisautta Stora Enso Enocellin tehdasyksiköissä rekrytoida oma resurssi johtamaan ja kehittämään käyttäjäkunnossapitoa, jolla varmistettaisiin parempi tehtaan käytettävyys.

Eforan kaikissa tulosyksiköissä projektointiorganisaatioihin tarvitaan roimasti lisää käyttövarmuusosaamista. Tehtaan vanhat tuotantolaitteet alkavat vaatia kunnossapitoa entistä enemmän. Mikäli investointiprojektit hoidetaan käyttövarmuuden osalta heikosti, tullaan tilanteeseen, jossa uudetkin laitteet tarvitsevat käyttöönnoton jälkeen paljon kunnossapitoa. Tästä päätelmäni on, että kunnossapitoresurssia saadaan jatkuvasti olla lisäämässä, jotta tuotantolaitosta

voidaan pitää käynnissä. Myös tämä näkyy operatiivisen henkilöstön ylityömäärien kasvussa, jolloin tapaturmien riskikin kasvaa myös. Investointien ja korvausinvestointien hoitamisessa kunnossapidon ja tuotannon henkilöstön osaamisen ja työkokemus täytyy voida valjastaa, että ymmärretään tehdä oikeat laitevalinnat ja ratkaisut. Kuitenkin nämä tahot ovat ne, jotka elävät laitteiden kanssa projektin luovutuksen jälkeen. Jälkikäteen muutokset ja parannukset ovat vaikeita tehdä ja ne maksavat rahaa sekä tämä syö operatiivisen henkilöstön työaika.

Eforan projektoinnin panostusta elinkaariajatteluun täytyy tulevaisuudessa kehittää. Pelkästään investoinnin tai eri teknologioiden tarjouksista hintavertailu ei ole riittävää vaan investoinneille tulee osata laskea elinkaarikustannuksetkin. Ottaen mallia suomen puolustusvoimien hävittäjähankinnoista, jokaisesta koneen tarjoajasta on laskettu elinkaarikustannukset, jotka auttavat valitsemaan Suomelle sopivimman ehdokkaan. Koska inventoinnin hankintahinta on vain pieni osa laitteen koko elinkaarikustannuksia, tätä laskentaa on järkevää tehdä. Mikäli tehtaan organisaatioissa ei ole osaamista tähän, voidaan luoda ”kevyempi” malli, jolla lähdetään liikkeelle ja opettelemaan elinkaarikustannusten laskeamista tai vaihtoehtoisesti käytetään elinkaarikustannusten laskentaan erikoistuneita yrityksiä apuna.

Eräs syy käyttövarmuuden tekijöiden laiminlyömiseen investoinneissa on projektipäällikön kokemattomuus ja tietämättömyys käyttövarmuuden osatekijöistä. Stora Enson tuotantolaitoksissa Suomi-tasolla tulisikin miettiä, ketkä projektoivat investointeja, korvausinvestointeja tai suurkorjauksia. Esimerkiksi onko järkevää teettää tuotantolaitoksen operatiivisella työnjohdolla investointiprojekteja oman työn ohessa, joihin ei kokonaisvaltaista osaamista heillä kuitenkaan ole. Tässä piilee riski siihen, etteivät käyttövarmuusasiat tule huomioitua sillä tavalla, kuin pitäisi ja pahimmassa tapauksessa elinkaari tuotot karkaavat odotettua pienimmiksi. Tämä näkyy nousevana kunnossapitokuluna ja tuotantotehokkuuden laskuna. Vaikka projektien hallintaa koulutetaan tehtaissa operatiiviselle henkilöstölle, projektien johtaminen vaatii järjestelmällistä lähestymistapaa, kurinalaista suunnittelua ja aikataulutusta sekä paljon vuorovaikutustaitoja. Pro-

jektijohtaminen eroaa merkittävästi tuotantolaitoksen käynninaikainen työskentelystä ja johtamisesta.

Sellutehtaan käynninaikainen elinkaarenhallinta ei ole itsestään selvyyys kunnossapidon ja tuotannon organisaatioille. Asioita tehdään paljon tuotannon ylläpitämiseksi mutta kokonaiskuva tuntuu puuttuvan mitä tuotantolaitoksen elinkaaren hallinnalla tarkoitetaan. Luvussa 8 oli kuvattuna Stora Enso Enocellin malli käynninaikaiseen elinkaaren hallintaan ja sen tavoista sekä tekijöistä. Tällä haluan herättää kunnossapidon ja tuotannon organisaatioita ymmärtämään suuremman kuvan käynninaikaisessa elinkaaren hallinnasta sekä oman roolinsa siinä. Suurkorjauksien tunnistamiseen ja näiden priorisoimiseen tarvitaan kehitystä tulevaisuudessa sillä ikääntyvä sellutehdas tuo suurkorjaustarpeita jatkuvasti eteen.

Suurkorjaustarpeiden tunnistamiseen tärkein keino on tällä hetkellä tarkastustoiminta. Metsäteollisuuden tuotantolaitoksissa tarkastustoiminnan kehittäminen tulisi olla yksi tärkeimmistä vuosihuoltoseisokin kehityskohteista. Vuosihuoltoseisokissa saadaan aistinvaraisesti tarkastettua hyvin paljon tuotantolaitteita. Monesti saataisiin enemmän hyötyä tarkastustoiminnasta, jos tarkastukset olisi etukäteen hyvin suunniteltu ja dokumentoitu. Pohdin sitä, olisiko järkevää palkata oma koordinaattori tai työnjohtaja vuosiseisokkitarkastuksille, joka vastaisi tarkastustoiminnan esisuunnittelusta ja toteutuksesta. Kuitenkin näistä tarkastuksista saatava "data" on ensiarvoisen tärkeää sellutehtaan käynninaikaisessa elinkaaren hallinnassa.

Oli tarkastustapa ja tarkastettava kohde mikä tahansa, tarkastusraportit ja analyysit tulee käydä huoltoseisokin jälkeen läpi tuotannon ja kunnossapidon työnjohdon kesken. Vain tällä tavalla saadaan sovittua jatkotoimia mitä tulevaisuudessa aiotaan tehdä. Tällä myös jaetaan tietoa kunnossapidon ja tuotannon välillä, joka tukee yhdessä tekemistä. Kaikki dokumentit tulee tallentaa toiminnanohjausjärjestelmään tai muuhun tuotantolaitoksen johdon määrittämään paikkaan, jolloin niihin voidaan tarvittaessa palata. Minulla on tällä hetkellä näkemys Eforan Uimaharjun tulosyksikön osalta siitä, ettei tarkastuksista saatua tietoa osata käyttää kohteiden korjaustöiden suunnittelussa tarpeeksi tehok-

kaasti. Tähän ilmiöön tullaan usein, kun asian eteenpäin viemiseksi ei "löydetä" vastuuhenkilöä. Ei haluta uskoa tarkastuksista saatuihin faktoihin, jolloin "pois se silmistä, pois se mielestä" on tekijöille helpompi tapa toimia. Syynä voi myös olla alentunut motivaatio hoitaa työtehtäviä, jolloin olisi hyvä miettiä organisaatiossa työtehtäväkiertoja tai työtehtävä muutoksia.

Oli kyse mistä tahansa ulkoistetusta kunnossapitoyrityksestä, tuotantolaitoksien OEE:n parantaminen ja ylläpitäminen ovat lopulta se asia, joka tuo kunnossapitoyritykselle paremman asiakastyytyväisyystuloksen (NPS). Näen asian niin, että asiakastyytyväisyys on hyvän käyttövarmuuden lopputuote. Kuitenkin täytyy muistaa, ettei ulkoistettu kunnossapitoyritys voi yksin tehdä tuotantotehokkuuden kasvattamista. Se on loppujen lopuksi tuotannon ja kunnossapidon yhteinen asia. Koko Eforassa voisi olla järkevää miettiä sitä, onko NPS kysely se paras mahdollinen tapa mitata onnistumista ja asiakastyytyväisyyttä.

Pohdin sitä, voiko ulkoistetulla kunnossapidolla olla omia "oikeita" tulostavoitteita. Jos ulkoistettu kunnossapito yrittää tehdä voimakkaasti tulosta, se korjaa mahdollisimman vähän mahdollisimman halvalla. Mikäli ehkäisevän kunnossapidon määrä ja laatu eivät ole äärimmäisyyksiin tuotantolaitoksessa viritetty, kunnossapidon toiminnan laatu laskee kokonaisuudessaan. Monesti tämä tarkoittaa myös sitä, että kunnossapidon henkilöresurssit laitetaan minimiin. Kuitenkin tämä ei tuo sitä säästöä tuotantolaitokselle mitä halutaan. Mikäli tuotantolaitoksen OEE laskee heikon kunnossapitolaadun takia, siitä kärsii kaikki osapuolet. Käytännössä, jos ulkoistettu kunnossapito haluaa onnistua "asiakkaan" silmissä, sen tulee jakaa "asiakkaansa" tulostavoitteet ja unohtaa liika säästäminen. Pystyykö ulkoistetut kunnossapitoyrityksen mukauttamaan toimintansa "asiakkaansa" tavoitteiden saavuttamiseksi ja onko kunnossapidon ulkoistaminen sitten kuitenkin järkevää metsäteollisuudessa kun mietitään tuotantolaitoksen elinkaaren hallinnan kannalta? Voi olla, että tällaisista strategisista asioista päättävät eivät ymmärrä ja täysin tiedä miten "työarki" käytännössä toimii tuotannon ja kunnossapidon välillä, jolloin ulkoistaminen saattaa käydä pitkässä juoksussa kalliiksi. Tosin ilman ulkoistusta, kehittäisikö kunnossapito omaa toimintaansa ja tyytyisikö vain se toimimaan tuotanto-organisaation alaisuudessa ilman omia kehitystavoitteita ja päämääriä?

Kuitenkin kokonaisuutena voidaan todeta käyttövarmuus sekä elinkaarenhallinta linkittyvät vahvasti toisiinsa. Kyseessä on monisäikeinen yhdistelmä toimintatapoja ja asioita, joiden johtaminen on erittäin haastava kokonaisuus. Teollisuudessa elinkaaren hallinta ja käyttövarmuus yhdessä ovat mielenkiintoinen aihepiiri, sillä kirjatietaa en onnistunut näiden suhteesta löytämään. VTT on tehnyt tutkimuksia elinkaarenhallintaan ja käyttövarmuuden liittyen ja näiden tutkimusten avoimuus oli tärkeää tätä työtä tehdessä. Toivon lukijalle, että tämä selvittää mitä elinkaaren hallinta on metsäteollisuudessa ja mikäli alan parissa työskentelevä saa tästä työstä ajatuksia omiin työtehtäviinsä, on tutkimus tuottanut sen lisäarvon, joka oli tavoitteenani.

Lähteet

- Academia. 2020. Life Cycle Cost & Reliability for Process Equipment. https://www.academia.edu/34158146/Life_Cycle_Cost_and_Reliability_for_Process_Equipment. 29.11.2020.
- Ahonen, T., Jännes, J., Kunttu, S., Valkokari, P., Venho-Ahonen, O., Välisalo, T., Ellman, A., Hietala, J-P., Multanen, P., Mäkiranta, A., Saarinen, H. & Franssila, H. 2012. Käyttövarmuuden hallinta – standardista käytäntöön. Espoo: VTT Oy. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2012/T69.pdf>. 12.12.2020.
- Ali-Marttila, M., Kärri, T., Marttonen-Arola, S., Pekkarinen, O., Pekkola, S., Rantala, T., Saunila, M., Sinkkonen, T., Ukko, J. & Ylä-Kujala, A. 2015. Verkostomainen kunnossapito - kolmiodraama vai teollisuuden dream team?. Helsinki: KP-Media Oy. https://www.lut.fi/documents/27578/392259/opaskirja_final.pdf/ffa0a8e4-cb73-45dd-a49a-5df92a735214. 28.12.2020.
- Antikainen, R., Seppälä, J., Gröönroos, J., Korhonen, M-R., Koskela, S., Manninen, K., Mattila, T., Schultz, E., Tuominen, M., Gustafsson, M., Baumgartner, R., Korhonen, J., Tsvetkova, A., Helin, T., Häkkinen, T., Ovaskainen, M., Pingoud, K., Soimakallio, S., Sokka, L., Tonteri, H., Vares, S., Wessman, H., Angerman, M., Heino, J., Suopajarvi, H., Dahl, O. & Husgafvel, R. 2012. Elinkaarimenetelmät yrityksen päätöksenteon tukena. Helsinki: Suomen ympäristökeskus Oy. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38711/SY_10_2012.pdf?sequence=3&isAllowed=y. 2.2.2021.
- Borris, S. 2006. Total Productive Maintenance. Yhdysvallat: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Fabrycky, W. & Blanchard, B. 1991. Life-cycle cost and economic analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc
- Hassinen, T. 2021. Sähköinsinööri. Efora Oy. Nauhoitettu haastattelu 19.1.2021.
- Jyrkiö, E. & Riistama, V. 2004. Laskentatoimi päätöksenteon apuna. Helsinki: WSOY.
- Jännes, J. 2011. Käyttövarmuuden ja turvallisuuden hallinta suunnittelun alkuvaiheissa. Tampereen teknillinen yliopisto. Konetekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-2011062114737>. 6.12.2020.
- Järviluoto, M. 2020. Engineering osaston nimi muuttuu Projektioinniksi 1.5.2020 alkaen. marko.kettunen@efora.fi. 28.4.2020.
- Kettunen, M. 2021. Luotettavuusinsinööri. Efora Oy. Kehitys. 6.12.2020
- Korkiala-Tanttu, L., Törnqvist, J., Eskola, P., Pienimäki, M., Spoo, H. & Mroueh, U-M. 2005. Elinkaaritarkastelut tienpidon hankintoihin, Tiehallinnon selvityksiä 13/2005. <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200925-velinkaaritarkasthank.pdf>. 21.12.2020.
- Liikanen, E. 2005. Tilastoilla laatua päätöksentekoon. Suomen pankki. <https://www.suomenpankki.fi/globalassets/fi/media-ja-julkaisut/puheet/documents/051004eltilastokeskus.pdf>. 4.1.2021.

- O'Connor, P & Kleyner, A. 2012. Practical Reliability Engineering. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. O'Reilly e-kirjatietokanta. 1.11.2020.
- PSK 6201. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PSK standardisoimisyhdistys ry.
- PSK 7501. 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. PSK standardisoimisyhdistys ry.
- Ronkainen, P. 2021. Projektipäällikkö. Efora Oy. Nauhoitettu haastattelu. 18.1.2021.
- SFS-EN 13363:2017. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.
- SFS-EN 60300-1. 2004. Luotettavuuden hallinta. Osa 1: luotettavuuden hallintajärjestelmät. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.
- Suomala, P., Manninen, O & Lyly-Yrjäinen, J. 2011. Laskentatoimi johtamisen tukena. Helsinki: Edita Prima Oy. Karelia ammattikorkeakoulun e-kirjatietokanta. 9.1.2021.
- Taipale, V. 1998. Osajärjestelmän vaikutus prosessijärjestelmän elinjaksotuottoon. LCP-laskentamalli. Espoo: VTT Oy.
<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/1998/T1920.pdf>. 5.1.2021.
- Valkokari, P., Ahonen, T., Franssila, H., Itäsalo, A., Jännes, J., Välisalo, T. & Ellman, A. 2011. Käyttövarmuussuunnittelun kehittämistarpeet. Espoo: VTT Oy.
<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/workingpapers/2011/W180.pdf>. 1.1.2021
- Yang, R. 2009. Process Plant Lifecycle Information Management. Bloomington, IN: iUniverse, Inc.

Sellutehtaan ehkäisevän kunnossapidon toiminta –kysely

1. Millaisia tarkastustoimia, mittauksia ja testauksia tehdään sellutehtaan käynninaikana?
2. Millaisia tarkastustoimia, mittauksia ja testauksia tehdään sellutehtaan huoltoseisokeissa?
3. Miten tarkastustoimista, mittauksista ja testauksista tulleita raportteja käsitellään ja hyödynnetään tuotanto -ja kunnossapito-organisaatiossa?
4. Miten tarkastustoimista, mittauksista ja testauksista tulleita poikkeamia nykyisin käsitellään tuotanto -ja kunnossapito-organisaatiossa?
5. Miten tarkastustoimista, mittauksista ja testauksista tulleita poikkeamia tulisi käsitellä tuotanto -ja kunnossapito-organisaatiossa?