

Autoklaavin elinkaarimallin käyttöönotto osana liiketoiminnan johtamista

Case- Kittilän kaivos

Aalto Alex

Opinnäytetyö
Teollisuuden ekosysteemien johtaminen
Yamk 2021
Insinööri (Ylempi AMK)
2021

Koulutus Teollisuuden ekosysteemien
johtaminen
Tutkintonimike teknologiaosaamisen
johtaminen

Tekijä	Alex Aalto	Vuosi	2021
Ohjaaja(t)	Helena Kangastie, TtM, Hyry-Honka Outi FT		
Toimeksiantaja	Agnico Eagle Finland		
Työn nimi	Autoklaavin elinkaarimallin käyttöönotto osana liiketoiminnan johtamista		
Sivu- ja liitesivumäärä	85 + 3		

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata Kittilän kaivoksen rikastamalla sijaitsevan autoklaavin elinkaarimallin käyttöönottoon liittyviä toimintoja. Tarkoituksena oli selvittää, millaisia kokemuksia elinkaarimallista ollaan tähän mennessä saavutettu ja millaisia kehityskohteita tämänhetkisestä elinkaarimallista paljastuu. Lisäksi tutkimustyössä on selvitetty, millaisia haasteita autoklaavilla kohdataan, kun huoltoväliä on kasvatettu 8 kuukauteen puolen vuoden sijasta.

Opinnäytteen toimeksiantaja on Agnico Eagle Finland, joka on Kittilän Kiistalassa sijaitseva kultakaivos. Kaivostoimintaa on harjoitettu Kiistalassa vuodesta 2008 alkaen, ja tämänhetkisen arvion mukaan kaivostoimintaa jatketaan aina 2035-vuoteen asti.

Tutkimustyön tarkoituksena oli hakea vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin: Mitä hyötyä elinkaarimallista on ja miten tämänhetkistä elinkaarimallia halutaan kehittää? Lisäksi selvitetään millaisia haasteita kasvanut 8 kuukauden huoltoväli aiheuttaa kunnossapidon ja prosessin näkökulmasta.

Tutkimusmenetelmänä on käytetty kuvaavaa tapaustutkimusta (Descriptive Case Study) laadullisena tutkimusmenetelmänä. Tutkimusaineisto hankittiin haastattelulla rikastamalla vaikuttavia toimihenkilöitä, jotka käyttävät elinkaarimallia toiminnossaan ja omaavat kokemusta sekä näkemyksiä elinkaarimallista. Haastattelumenetelmänä käytettiin teemahaastattelua, jossa kysymykset ovat valmiiksi määriteltä. Haastattelut tapahtuivat MS Teamsin välityksellä ja tallennetut haastattelut litteroitiin. Aineiston analyysissä käytettiin aineistolähtöisen sisällönanalyysin menetelmää.

Saatujen tulosten perusteella elinkaarimallin hyödyt ovat kasvanut ennakoitavuus, suunnitelmallinen toiminta sekä resurssien ja budjetin hallinta. Kehityskohteita löytyi huomattava määrä, joilla on potentiaalia kehittää elinkaarimallin mukaista toimintaa tehokkaampaan suuntaan niin organisaation kuin myös yksittäisten toimintojenkin kohdalla. Kasvanut huoltoväli aiheuttaa haasteita ja aiheuttaa hieman epävarmuutta toiminnossa niin prosessitekniikan näkökulmasta kuin myös henkilöstönkin näkökulmasta.

Avainsanat autoklaavi, elinkaarimalli, tapaustutkimus, liiketoiminnan johtaminen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	OPINNÄYTETYÖN TOIMINTAYMPÄRISTÖ	10
2.1	Kittilän kultakaivos	10
2.2	Kaivoksen toimintoja ja tekniikkaa	10
2.3	Kaivoksen autoklaavi	13
2.4	Autoklaavin varustelu	14
2.5	Autoklaavin putket, venttiilit ja instrumentit	15
3	KUNNOSSAPITO JA SEN JOHTAMINEN KAIVOSALALLA	18
3.1	Kunnossapito	18
3.1.1	JDE- toiminnanohjausjärjestelmä	20
3.1.2	Käyttövarmuuden arviointi	21
3.2	HAZOP – Hazard and operability study	22
3.3	Liiketoiminnan strateginen johtaminen	24
3.4	Muutosjohtaminen	25
3.5	Elinkaarimalli strategisena työkaluna	25
3.6	Elinkaarikustannukset LCC	27
4	AUTOKLAAVIN ELINKAARIMALLI	29
4.1	Yleistä	29
4.2	Autoklaavin elinkaarimallin lähtökohdat ja historiadata	30
4.3	Tiilivuorauksen mittausdata	33
4.4	Tiilivuorauksen elinkaarimalli	34
4.5	Autoklaavin laitekanta	36
4.6	Autoklaavin laitekanta ja varaosat	37
4.7	Autoklaavin varaosien kustannukset	39
4.8	Autoklaavin työmääräinhistoria	40
4.9	Elinkaarimallin rakentaminen	45
5	TUTKIMUKSEN MENETELMÄLLISET RATKAISUT	48
5.1	Tutkimusmenetelmä	48
5.2	Aineiston keruu ja käsittely	50
5.3	Aineiston analyysi	52
6	TUTKIMUSTULOKSET	56

Koulutusalan nimi
Koulutusala
Koulutus

6.1	Autoklaavin elinkaarimallin hyödyt.....	56
6.1.1	Strateginen johtaminen	56
6.1.2	Operatiivinen johtaminen.....	57
6.1.3	Kunnossapidon johtaminen	59
6.1.4	Talouden hallinta	61
6.2	Autoklaavin elinkaarimallin haasteet.....	62
6.2.1	Strateginen johtaminen	62
6.2.2	Kunnossapidon johtaminen	64
6.2.3	Operatiivinen johtaminen.....	66
6.2.4	Henkilöstön Hallinta.....	67
6.2.5	Talouden hallinta	68
6.3	Autoklaavin elinkaarimallin kehityskohteet.....	69
6.3.1	Strateginen johtaminen	69
6.3.2	Kunnossapidon johtaminen	70
6.3.3	Operatiivinen johtaminen.....	72
6.3.4	Henkilöstön hallinta	73
7	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	75
7.1	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	75
7.2	Tulosten tarkastelua	76
7.3	Tutkimuksen luotettavuus ja etiikka	78
7.4	Jatkotutkimuksen aiheideat.....	80
7.5	Omat oppimiskokemukset.....	81
	LÄHTEET.....	82
	LIITTEET	86

ALKUSANAT

Opinnäytetyö on tehty Agnico Eagle Finlandille, ja haluan kiittää asiantuntevasta ohjauksesta Helena Kangastietä ja Outi Hyry-Honkaa. Suuret kiitokset ansaitsee myös esimieheni Kari Siirtola ja kollegani, jotka osaltaan mahdollistivat tutkimustyön tekemisen.

Suurimmat kiitokset ansaitsevat kuitenkin rakas puolisoni ja rakkaat lapseni, jotka ovat jaksaneet kannustaa työni tekemistä.

Levi 28.11.2021

Alex Aalto

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AEF	Agnico Eagle Finland
LCM	Life Cycle Management, Elinkaarimalli
LCC	Life Cycle Cost, Elinkaarikustannus
AK	Autoklaavi
WO	Työmääräin
Malli WO	Järjestelmän luoma työmääräin, ”Mallityömääräin”
LOM	Life Of Mine, arvio kaivoksen eliniästä
PI kaavio	Putkitus- ja instrumentontikaavio
NDT	non damaging test, rikkomaton testi

1 JOHDANTO

Kittilän kaivoksen tämänhetkinen LOM (Life of Mine) on määritelty vuodelle 2035. Kaivoksen johtoryhmä asetti vaatimuksen rikastamon elinkaarimallin määrittämisestä autoklaavin kunnossapitotoimintoihin koko kaivoksen elinkaaren ajaksi. Elinkaarimallilla pyritään rakentamaan ja sitomaan autoklaavin kustannusrakenteet eräänlaiselle mallipohjalle, jonka määrittämisessä käytetään LCC eli elinkaarikustannuksia. Käytännössä koko autoklaavin elinkaaren aikana tapahtuvat huoltotyöt ja kustannukset kasataan yhteen ohjaamaan kustannustehokasta ja kehityskelpoista toimintaa rikastustoiminnan päättymiseen asti.

Autoklaavi on rikastuksessa käytettävä painereaktori, joka on avainasemassa rikastamon rikastusprosessissa. Autoklaavin toimintahäiriöt voivat aiheuttaa hyvin pitkkiä katkoja, mikäli laitteen toimintaa, kunnossapitoa ja tarkistuksia ei suoriteta suunnitellusti. Huoltoväli oli aikaisemmin määritelty 6 kuukauden välein suoritettavaksi ja hiljattain huoltoväli kasvatettiin 8 kuukauteen. Autoklaavi on rikastamon laitekannasta vaativin kohde, niin resurssien kuin kriittisyydenkin kohdalla. Kolmasosa rikastamon huoltobudjetista kohdistuu suoraan autoklaaviin liittyviin kunnossapitotoimiin, joten 8 kuukauden huoltovälin saavuttaminen, kehittäminen ja ylläpito on perusteltua. Huoltoseisakki on budjetoitu 9 päiväiseksi, jonka aikana autoklaavi saatetaan täyteen toimintakuntoon kunnossapitosuunnitelmien määrittelemällä tavalla. Elinkaarimalli tuli ajankohtaiseksi kasvaneen huoltovälin myötä. Autoklaaviin ja sen laitteistoon kohdistuu suurempi laiterasitus ja näin ollen altistaa prosessin suunnittelemattomalle katkolle. Tässä opinnäytetyössä kuvataan elinkaarimallin käyttöönotto autoklaaville ja saavutettavat hyödyt sekä perustelut elinkaarimalliin päättymisen taustalla. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on kuvata elinkaarimallin käyttöönotto autoklaaville ja työn tavoitteena on selvittää elinkaarimallilla saavutettavat hyödyt sekä tulevaisuuden kehittämishaasteet.

Tutkimustyön tavoite ja tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää autoklaavin kunnossapidon toimintoja noudattamaan elinkaarimallia, jolloin tutkimustyössä selvitetään elinkaarimallista savutettavat hyödyt sekä mahdolliset kehityshaasteet. Lisäksi tavoitteena on lisätä elinkaarimallin käyttöarvoa siten, että sitä voidaan tulevaisuudessa soveltaa muillekin tuotantolaitoksen alueille.

Tutkimustyön tarkoituksena on kuvata elinkaarimallin lähtökohdat ja vaadittavat toimenpiteet elinkaarimallin käyttöönottoon. Lisäksi tarkoituksena on selvittää, millaisia käyttökokemuksia elinkaarimallista on tähän mennessä kohdattu ja miten elinkaarimalli on kehittänyt autoklaavin kunnossapidon toimintoja.

Tutkimuksen tavoitteena on vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin

- Mitä hyötyä elinkaarimallista on ja miten tämänhetkistä elinkaarimallia halutaan kehittää?
- Millaisia kehittämishaasteita elinkaarimalliin liittyy?

2 OPINNÄYTETYÖN TOIMINTAYMPÄRISTÖ

2.1 Kittilän kultakaivos

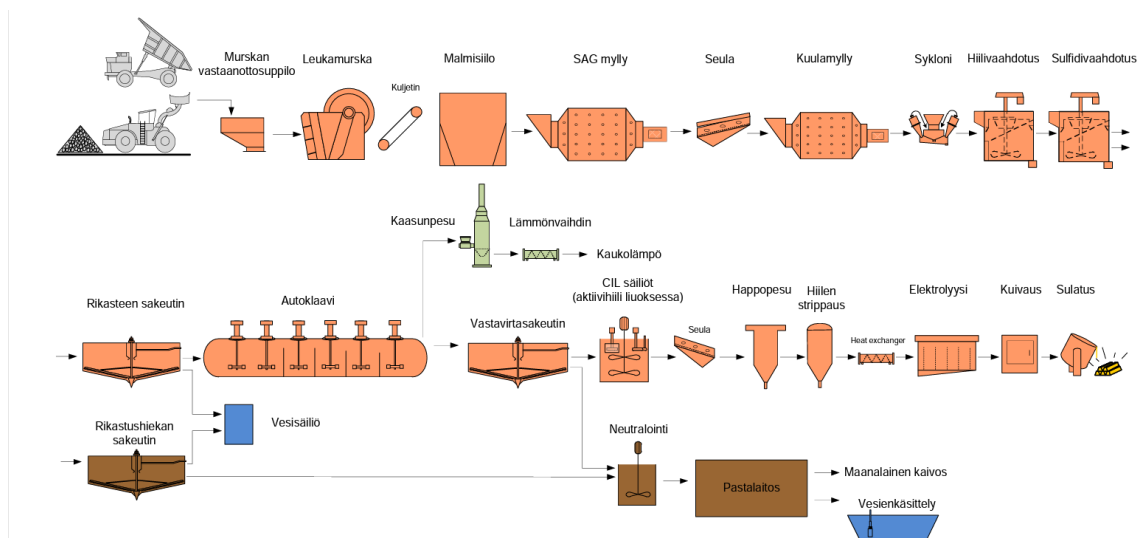
Agnico Eagle Finland on Kanadalaisen Agnico Eagle Miningin tytäryhtiö Suomessa, jolla on Suomen lisäksi kaivannaisteollisuutta Kanadassa, Meksikossa, Yhdysvalloissa ja Ruotsissa. Kittilän Kiistalassa sijaitsevasta Suurikuusikon kultaesiintymästä alkoi löytyä viitteitä jo vuonna 1989, kun nykyään kaivosta sivuaivan tien rakennustyömaalta löytyi mielenkiintoisia kiviä. Reilu vuosikymmen myöhemmin Riddarhyttan Resources Ab aloitti malmin etsintätoimet Suurikuusikon alueella ja vuonna 2005 Agnico Eagle Mines hankki osake-enemmistön Riddarhyttan Resources AB:sta.

Kittilän kaivoksen rakennustyö aloitettiin loppuvuonna 2007 ja ensimmäinen kultaharkko valettiin loppuvuonna 2008, jolloin Kittilän kaivos aloitti toimintansa Euroopan suurimpana kultakaivoksena. Vuosien saatossa tuotanto on kehittynyt tehokkaampaan suuntaan ja tänä päivänä Kittilän kaivoksen elinkaari on määritelty vuoteen 2035 asti. Kaivosyhtiö työllistää melkein 500 työntekijää sekä noin 400 urakoitsijaa, ja kaivos tuottaakin vuotuisesti noin 6000 kiloa kultaa. Kullan tuottamista varten louhitaan 1,6 miljoonaa tonnia malmia, joka käsitellään rikastamalla. Vuonna 2020 valmistunut rikastamon laajennus mahdollistaa 2 miljoonan tonnin tuotantokapasiteetin. Sitä varten Kittilän kaivokselle on rakenteilla noin kilometrin syvyyteen yltävä kaivoshissi, jotta kohonneisiin tuotantokapasiteetteihin voidaan vastata.

2.2 Kaivoksen toimintoja ja tekniikkaa

Rikastamo on yksi Kittilän kaivoksen toiminnoista, jonka tarkoituksena on käsitellä maan alta louhittu malmi. Kittilän kaivos on kultakaivos, jonka pääasiallinen tulonlähde on kulta. Maan alta louhittu kultamalmi kuljetetaan kuorma-autoilla maan alta pinnalle asti, jonka jälkeen se murskataan pienempään kokoon. (Kuva 1) Murskaamolta malmi kuljetetaan kuljetinmattoa pitkin malmisiiloihin, joista malmi jatkaa matkaa jauhatukseen. Nimensä mukaisesti jauhatuksessa malmi

jauhetaan yhä pienemmäksi ja pienemmäksi, kunnes malmia voidaan kutsua jo lietteeksi. Riittävän jauhatuksen ja erotuksen jälkeen lietteestä poistetaan orgaaninen hiili vaahdottamalla, jonka jälkeen lietettä voidaan alkaa kutsua jo rikasteeksi. Rikaste erotellaan joko poistoon meneväksi rikastehiekaksi tai varsinaiseksi rikasteeksi. Rikastehiekka käsitellään ja pumpataan joko altaille tai sitten siitä tehdään sementtiä maan alle pumpattavaksi louhostäytöksi. Varsinainen rikaste sitä vastoin jatkaa matkaansa sakeutuksen jälkeen painehapetukseen. Painehapetuksessa on tämän opinnäytetyön kohde, eli autoklaavi. Autoklaavissa rikaste käsitellään lämmön ja paineen avulla, jonka jälkeen se pumpataan vastavirtapesuun sekä sakeutetaan. Vastavirtapesun jälkeen rikaste pumpataan CIL-piiriin (Carbon In Leech). Rikastelietteessä oleva kulta sidotaan aktiivihiiileen, jonka jälkeen aktiivihiihi käsitellään hiilen ”strippauksessa”, jolloin kulta liuotetaan aktiivihiilestä kemikaaliin. Elektrolyysin avulla kulta lopulta erotetaan kylläisestä liuoksesta ja otetaan talteen.



Kuvio 1. Rikastamon yksinkertaistettu virtauskaavio (AEF:n sisäinen materiaali 2014)

Vuonna 2020 valmistuneen rikastamon laajennuksen tarkoituksena on saavuttaa vaadittava 2 miljoonan malmitonnin vuotuinen tuotanto. Tuotantomäärän kasvassa myös laitteiston rasitus kasvaa, ja näin ollen kustannustehokkaan kunnossapidon rooli on perusteltavissa. Edellä mainitun painehapetuksen rooli on tuotannon kannalta keskeinen. Autoklaavin luotettava toiminta ja käytettävyys luo

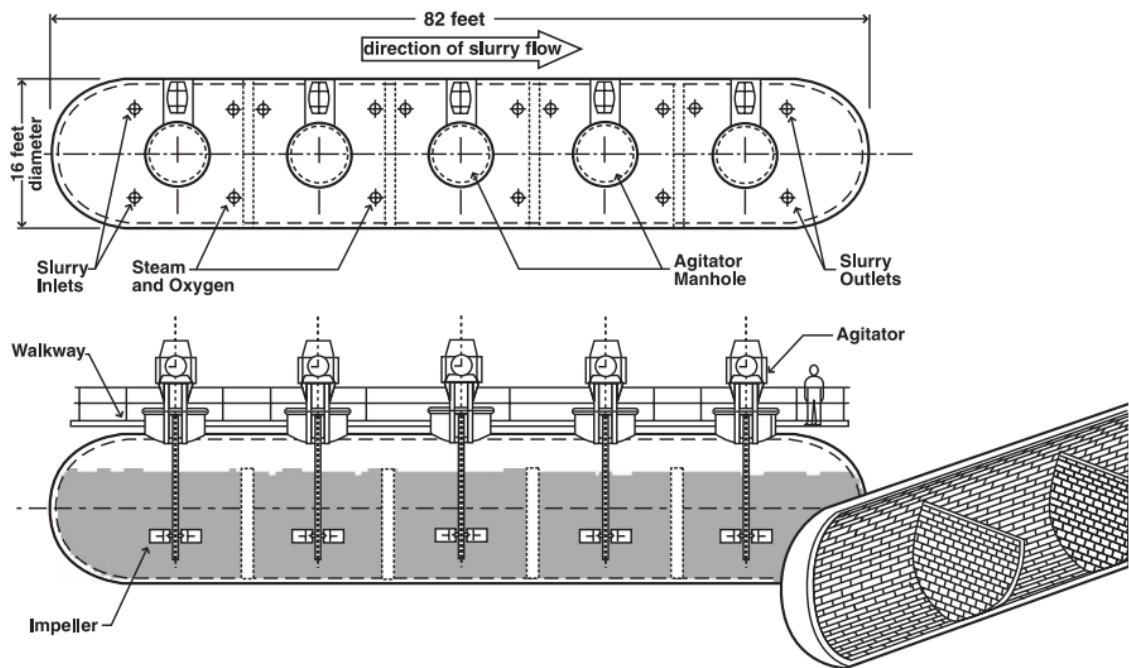
pohjaa tuotannon tehokkaalle toiminnalle sekä luo edellytykset kaivoksen kilpailukyvyille. Kullan tuotannossa painehapetus on suhteellisen nuori tekniikka hydrometallurgian alalla ja on saavuttanutkin suurempaa roolia rikasteen teollisessa käsittelyssä viimeisen 40 vuoden aikana.

Painehapetus alkoi nopeasti kehittyä 80-luvulla ja onkin saavuttanut suosiota lukuisilla kullan rikastukseen keskittyneillä laitoksilla, joiden malmio sisältää arseenia ja pyriittejä, eli sulfaatteja. Kultakaivoksissa, joiden kulta on suurelta osin tai kokonaan malmissa kiteytynyt sulfidikiisuun, on käsiteltävä painehapetuksella kullan erottamiseksi. Painehapetuksessa, nimensä mukaisesti rikaste hapetetaan korkean paineen sekä lämpötilan avulla. Lisäksi prosessiin kuuluu olennaisesti rikasteliuoksen aktiivinen sekoitus sekä puhtaan hapen sekoittaminen rikasteliuokseen. (Thomas 2005, 346–347.)

Painehapetus on prosessi, jossa hydrokemiaalliset ilmiöt tapahtuvat ylipaineisessa kiehumistilassa ja näin ollen vaatii suljetun säiliön prosessin ylläpitämiseksi. Painehapetusta voidaan käyttää lukuisien eri metallien rikastukseen, jolloin prosessissa reaktiot tapahtuvat hyvin happamissa sekä syövyttävissä olosuhteissa. Painehapetuksen laitteiston valintaan vaikuttaa ratkaisevasti rikastettavan ja hapeutettavan materiaalin ominaisuudet. Kittilän kaivoksen tapauksessa kulta on kapseloitunut arseenikiisuun ja malmissa esiintyy rikkiä, joka mahdollistaa happeen sekoitettaessa sekä kuumennettaessa eksotermisen reaktion. Tällaisessa tapauksessa painehapetus vaatii autoklaavin prosessin hallitsemiseksi sekä reaktion ylläpitämiseksi. Autoklaavi toimii kullan rikastustoiminnassa kuten rikinpolttolaitos, jolloin suhteellisen korkea 25 baarin paine ja yli 200 celsius-asteen lämpötila ylläpitää rikin hapettumisreaktiota samalla ylläpitäen suotuista lämpötilaa autoklaavissa. Sivutuotteena autoklaavi tuottaa kultapitoista rikastetta jatkoprosessointia varten. (Frischmuth, Krumins, Pearson ja Fraser 2019, 1239, 1241)

2.3 Kaivoksen autoklaavi

Autoklaavi on painereaktori, jota käytetään muun muassa lääketieteen ja elintarvikkeiden käsittelyn ohella myös lukuisiin erilaisiin sovelluskohteisiin, joissa kaikissa käytetään termiä autoklaavi. On kuitenkin syytä tiedostaa autoklaavi terminä tässä opinnäytetyössä.

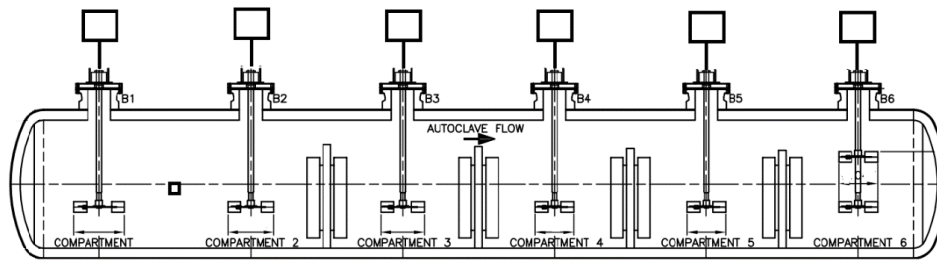


Kuvio 2 Jatkuvatoiminen autoklaavi Lainattu (Frischmuth ym. 2019, 355.)

Kittilän kaivoksen rikastamolla käytettävä autoklaavi on niin kutsuttu hydrometallurginen autoklaavi. Käyttötarkoitukseltaan autoklaavi on niin kutsuttu jatkuvatoiminen autoklaavi, jolloin autoklaavi on toiminnassa huoltoseisakkien välit. Toisin sanottuna reaktiota pidetään yllä uudella lietteellä ja painehapetettu liete poistuu purkuputken kautta ulos. (Kuvio 2)

Kittilän kaivoksen rikastamon autoklaavi on noin 25- metriä pitkä ja teräksestä rakennettu säiliö, jonka halkaisija on noin 4 metriä. Kuvassa 2 oleva autoklaavi on samaa kokoluokkaa, mutta Kittilän autoklaavi on jaettu kuuteen (6) eri lohkokon (Kuva 1). Jokaisella erillisellä lohkokolla on oma sekoitin, ja väliseinät ovat valmistettu titaania. Kunkin lohkon toimintaa seurataan ja lohko kohtaista reaktiota oh-

jataan hapen- sekä jäähdytysveden syötöllä katkeamattoman prosessin ylläpitämiseksi. Autoklaavi on painelaitedirektiivin 97/23/EC-mukainen laite, joka PSK-standardin 4912 mukaan on luokan IV painelaite. Luokka on IV, joka on painesäiliöluokituksista vaativin. Autoklaavi ei ole IV- luokituksessa paineensa takia, vaan haastavan ja kuuman prosessilietteen takia.



Kuva 1 Kittilän kaivoksen autoklaavi (Mukaiillen Kittilän kaivoksen tietokanta 2021)

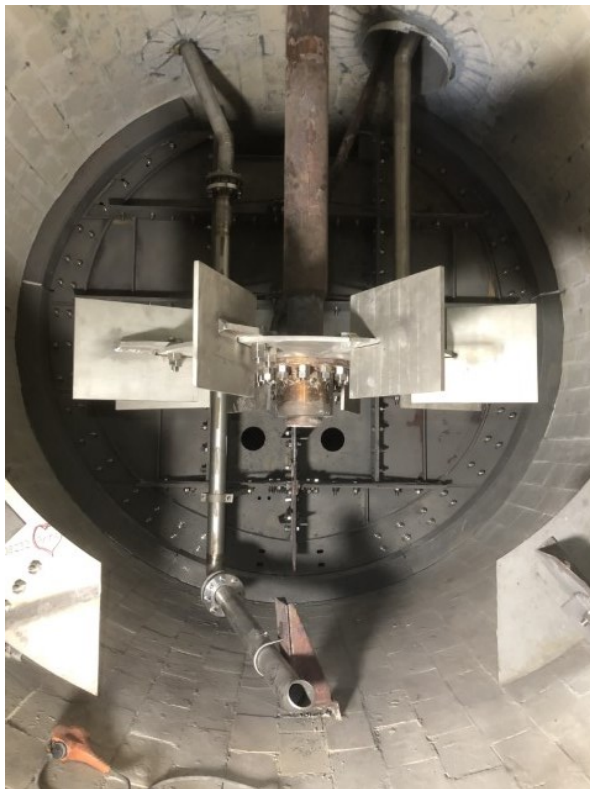
2.4 Autoklaavin varustelu

Mantteli tulee englannin kielen sanasta "mantle", joka tässä tapauksessa tarkoittaa autoklaavin hiiliteräksestä valmistettua vaippaa. Hiiliteräsmantteliä suojaa autoklaavikäyttöön suunniteltu kumipinnoite, jonka on suunniteltu ottamaan vastaan korkeat lämpötilat kuin happamat olosuhteetkin. Kumipinnoitteen päälle on muurattu happamiin olosuhteisiin tarkoitettu haponkestävä tiilikkerros kolminkertaisena. Kuvassa 2 esitetään alinta tiilikerrosta, jonka on tarkoitus olla vaihdettava kerros, ja toimii näin uhrattavana materiaalina.



Kuva 2 Haponkestävien tiilien kerrokset

Prosessin aikana autoklaaviin syötetään jatkuvasti rikastetta, puhdasta happea sekä jäähdytysvettä. Prosessin ylläpitämiseksi on rikastetta sekä puhdasta happea saatava jatkuvasti autoklaaviin sekä jäähdytysvettä prosessin hallitsemiseksi. Happiputket syöttävät puhdasta happea suoraan autoklaavin sekoittajan alle mahdollisimman kattavan dispergaation saavuttamiseksi ja jokaisella lohkolla on oma hapensyöttöputki. Lisäksi jokaisella lohkolla on myös oma jäähdytysveden syöttöputki, joiden avulla säädetään lämpötilaa (Kuva 3).



Kuva 3 Turbiinisekoitin sekä sen alle syöttävä happiputki

2.5 Autoklaavin putket, venttiilit ja instrumentit

Autoklaavin eksotermistä reaktiota ylläpidetään hapen syötöllä, lietteen annostelulla sekä jäähdytysveden syötön säädöllä. Eksotermisen reaktion sivutuotteena muodostuu kaasua, joka kehittää autoklaaviin ylipaineen. Autoklaavin rikastelietteen purku tapahtuu ylipaineen avulla, jonka virtausta hallitaan tulppaventtiilillä. Lietteiden pintaa ei ole suotuisaa laskea säiliössä liian alhaiseksi, joten kaasun painetta säädetään erikseen erillisellä tulppaventtiilillä. Kaikkiin autoklaavin kuudesta lohkosta syötetään happea ja vettä, joita annostellaan prosessin vaatimalla

tavalla lohkokohdaisesti. Annostelu tapahtuu säätöventtiilien avulla. Materiaalivirran hallitsemiseksi käytetään sulkuventtiileitä, jotka ovat toimilaitteellisia venttiileitä. Häätätapauksia varten linjoissa on myös käsiventtiilit. Koska autoklaavi on paineastia, niin jokaisessa linjassa on myös takaiskuventtiili takaisvirtauksen ehkäisemiseksi. Autoklaavin prosessia ohjataan 56 toimilaitteventtiilin voimin, joista jokaisen on toimittava moitteettomasti.

Hapensyöttölinja alkaa happilaitokselta ja päättyy lohko 6:sen hapensyöttöön autoklaavin sisälle. Matkalla runkolinja haarautuu muillekin lohkoille, joiden hapenvirtausta voidaan säätää yksilöllisesti. Jäähdytysvedensyöttö sitä vastoin tapahtuu autoklaavin vastakkaiselta puolelta. Jäähdytysvesi syötetään autoklaaviin korkeapainepumppujen avulla. Jäähdytysveden linjoista syötetään myös vesihöyryä autoklaavin käynnistämiseksi.

Autoklaavin toiminnassa käytetään yhteensä 59 kappaletta erilaisia toimilaitte- ja säätöventtiileitä. Venttiilin rooli prosessin aikana on ratkaisevassa asemassa määritellessä sen kriittisyyttä ja hyvin useat autoklaavin venttiilit ovat kriittisiä. Puolet venttiileistä ovat sulkuventtiileitä, joiden tarkoitus on yksinkertaisesti sulkea tai avata linja. Loput venttiileistä ovat säätöventtiileitä, joiden avulla säädetään erilaisten prosessiainesten virtausta halutulla tavalla prosessin katkeamattoman toiminnan ylläpitämiseksi.

Toimilaitteventtiilien lisäksi linjoihin on asennettu myös käsiventtiilit sekä takaiskuventtiilit. Takaiskuventtiilien tarkoituksena on toimia lisävarmistuksena painelaitteen takaisvirtauksen ehkäisemiseksi, mikäli esimerkiksi jäähdytysveden paine romahtaisi ongelmatilanteissa. Tällöin prosessiainekset voivat virrata paineenalaisesta säiliöstä jäähdytysvesilinjaan. Käsiventtiilien tarkoitus on toimia sulkuventtiileinä mahdollisissa ongelmatilanteissa. Käsiventtiileitä ja takaiskuventtiileitä on autoklaavilla yhteensä 91 kappaletta. Autoklaavilla on yksi varoventtiili ongelmatilanteita varten.

Autoklaavin toimintaa ohjataan sekä valvotaan 56 prosessi-instrumentin avulla. Lämpötilaa valvotaan lietefaasista lohkokohdaisesti ja jokaiselle lohkolle syötettäville prosessiaineille on oma virtausanturinsa, oli kyse sitten jäähdytysvedestä

tai hapestä. Autoklaaville syötettävän lietteen määrää ohjataan tiheysantureiden ja virtausanturin tuottaman tiedon tarjoamana, niin ikään säätöpiirillä. Autoklaavin pintaa valvotaan luvanvaraisella radiometrisellä anturilla ja painetta valvotaan paineanturilla.

Rikasteen syöttölinjat autoklaaviin ovat kahdennettuja ja jokaiselle linjalle on oma syöttöpumppu. Syöttölinjan sulkuventtiilit ovat kahdennettuja ja syöttölinjan virtausta säädetään tulppaventtiilillä. Autoklaavissa on vain yksi rikasteen purkulinjasto, jossa on myös kahdennetut sulkuventtiilit sekä tulppaventtiili virtauksen säätöä varten. Paineen hallintaa varten on olemassa paineensäätölinja kaasulle sekä kaasun varolinja, joka vapauttaa autoklaavista painetta mekaanisella varoventtiilillä. Kaikki autoklaavin putkistot ja venttiilit ovat G-moduulin laitteistoja, jotka kuuluvat olennaisesti painesäiliöluokitus IV piiriin.

3 KUNNOSSAPITO JA SEN JOHTAMINEN KAIVOSALALLA

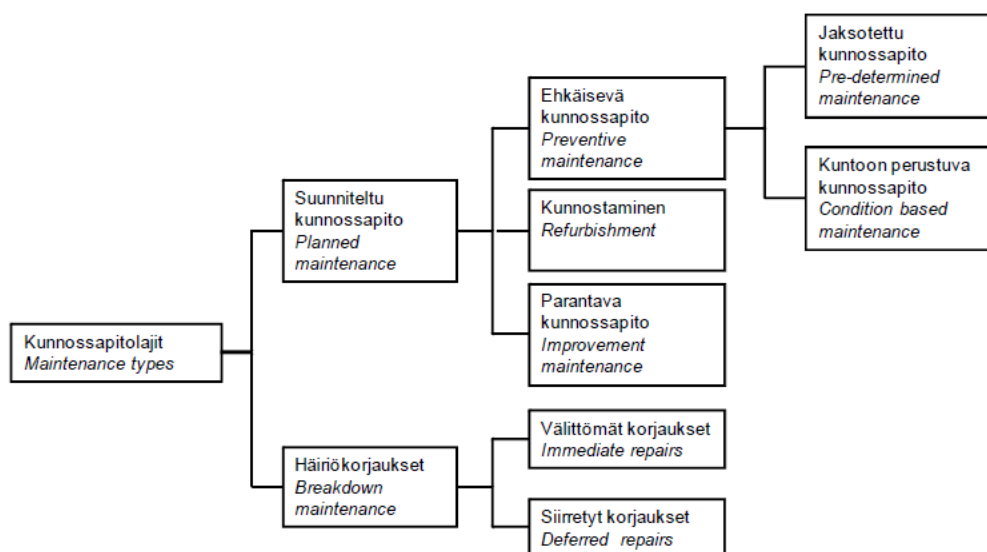
3.1 Kunnossapito

Kunnossapito on minkä tahansa tuotantolaitoksen yksi suurimmista kustannuseristä ja näytteleekin suurta roolia tuotantolaitoksen toiminnassa. Kunnossapidon tehtäviin kuuluu olennaisesti tuotannon toiminnan kehitys, kunnossapitokustannusten hallinta ja katkojen sekä häiriöiden vähentäminen samalla ylläpitäen turvallista ja ympäristöystävällistä toimintaa. (Campbell, J. Andrew K. Jardine, S. McGlynn, J. 2011, 23–24.)

Tehokkaaseen kunnossapitoon sijoitettu pääoma auttaa kehittämään käytettävyyttä, turvallisuutta, laitteiden elin ikää sekä edesauttaa kustannustehokasta toimintaa. PSK 6201 määrittelee kunnossapidon teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimintojen kokonaisuudeksi, jonka päämääränä on pitää kohde toimintakuntoisena tai palauttaa se toimintakuntoiseksi, jossa se suoriutuu toimintoistaan vaaditulla tavalla koko elinkaarensa aikana. (PSK 6201. 2011, 2.)

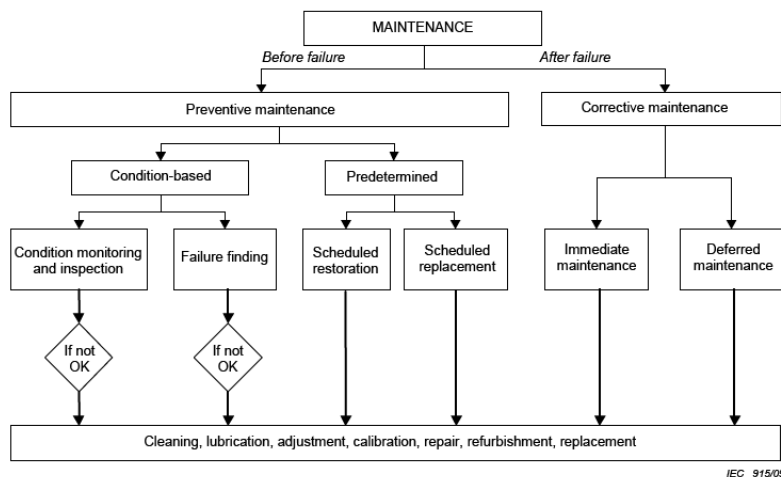
Standardi PSK 7501 jaottelee kunnossapidon kahteen eri haaraan, riippuen siitä, onko kohde vikaantunut vai ei. Ennen varsinaista vikaantumista tapahtuvat kunnossapitotoiminnot ovat suunniteltua kunnossapitoa ja häiriökorjaukset ovat sitä vastoin vikaantumisen jälkeen tapahtuvaa kunnossapitotoimintaa. Suunniteltu kunnossapito pitää sisällään ehkäisevän kunnossapidon, käytönaikaisen kunnostamisen ja parantavan kunnossapidon. Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään jaksotetun kunnossapidon, joka voidaan käsittää ennalta määrätyn välein suoritettua huollon ja kuntoon perustuva huolto sitä vastoin tukeutuu mitattavien määreiden tuottamaan tietoon kunnostustarpeesta. Häiriökorjausten kohdalla korjaukset voidaan jaotella niin ikään välittömiin tai sitten siirrettyihin korjauksiin. PSK standardissa 7501 kunnossapitolajit määritellään kaavan 1 mukaisesti. (PSK 7501 2010, 5.)

Kaava 1 PSK 7501 standardin määrittelemät kunnossapitolajit (lainattu 2021. PSK 7501 2010, 32.)



Kunnossapitolajeja on kuitenkin useita ja on erityisen tärkeää tunnistaa tämä seikka. SFS ja PSK-standardit määrittelevät hyvin samanlailla kunnossapitolajit ja toiminnot, mutta standardissa SFS 60300 kunnossapitolajit ovat määritelty enemmän laitteenvalmistajan näkökulmasta ja eroaa näin hieman PSK standardista. Esimerkiksi häiriökorjaus on SFS standardissa korjaavaa kunnossapitoa ja näin ollen erottaa välittömän korjauksen ja siirretyt korjauksen samalla määrittäen mahdollisia toimenpiteitä (SFS 60300 3-11. 2009, 14.)

Kaava 2 SFS 60300 3-11 määritelty kunnossapitolajit (SFS 60300 3-11 IEC. 2009, 15.)



Marttalan mukaan automatisoivassa teollisuudessa tiedolla johtamisen rooli kasvaa, sillä kookas kerättävän datan määrä mahdollistaa hyvin yhtenäisiä ja tehokkaita kunnossapitomalleja samalla parantaen tiedonkulkua ja tuottavuutta. Tieto tukee päivittäisten kunnossapitotöiden päätöksentekoa reaaliaikaisesti samalla luoden pohjaa tulevaisuuden elinkaaren hallintaan. Simolan mukaan erilaisista kunnossapito, prosessi ja automaatiojärjestelmistä on saatavilla hyödynnettävissä olevaa dataa kasvavissa määrin, joita voidaan yhdistellä ja kerätä yhteen sekä kohdentaa yhä tarkemmin toimintojen kehittämiseksi. (Garlo-Merkas. N. 2020, 46–48.)

Latvakankaan mukaan kunnossapidosta on tulossa yhä enemmän tarvepohjaista lisääntyneen digitalisaation ansiosta. Vikojen havainnointiin sekä havaitsemiseksi on kehitetty erilaisia älykkäitä antureita, joiden avulla vikaantumiseen ja huollon tarpeeseen voidaan varautua ajoissa sekä aikatauluttaa huolto suunnitelmallisesti. Lisääntyvän automaation ansiosta kunnossapidon työmenetelmät tulevat muuttumaan, jolloin kunnossapidon tietojärjestelmän sijaan kunnossapittäjät tarkastelevat trendejä ja mittausdataa älypuhelimien avulla ja voivat olla välittömässä yhteydessä asiantuntijaan. Tällöin kunnossapidon henkilöstö alkaa muuttumaan moniosaamisen piiriin. (Garlo-Merkas. N. 2020, 13.)

3.1.1 JDE- toiminnanohjausjärjestelmä

JDE on liiketoimintaprosessien hallintaohjelmisto (ERP), jonka avulla hallitaan kunnossapidon toimintojen lisäksi myös taloushallintoa, toimitusketjuja, henkilöstöhallinnan toimintoja. JDE toiminnanohjausjärjestelmänä keskittyy koko Kittilän kaivoksen organisaation hallintaan ja jakaa tietoa eri tahojen välillä, kuten kunnossapidon, varaston, henkilöstön, tiliöintien ja sopimuskumppanien välillä. (JDE- kotisivut, 2021)

Lisäksi JDE-järjestelmä selventää johdolle kunkin organisaation suorituskyvystä aina yksilötasolle asti ja auttaa näin ollen pureutumaan ongelmiin johdonmukaisesti. Järjestelmän tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluu olennaisesti tietojen hallinnan lisäksi kattavan tietojen päivitysmahdollisuuden, johon eri organisaatiot voivat reagoida toimintojen tehostamiseksi. (Introduction to ERP, 2021.)

3.1.2 Käyttövarmuuden arviointi

Käyttövarmuus liittyy kohteen elinkaaren käyttövaiheeseen sekä sen aikana muodostuneisiin ylläpidon kustannuksiin. PSK 6201 -standardissa käyttövarmuus kuvataan kohteen kykyä toimia vaaditulla tavalla, eli kykyä olla tilassa, jossa se suoriutuu toiminnoistaan tietyissä olosuhteissa. Käyttövarmuus koostuu kolmen osa-alueen kokonaisuudesta, jotka ovat toimintavarmuus, kunnossapidettävyyden ja kunnossapitovarmuus. Kohteen toimintavarmuus, eli luotettavuus, kuvaa kohteen kykyä suorittaa vaaditut tehtävät tietyn ajanjakson puitteissa. Kunnossapidettävyyden kuva kohteen kykyä tulla korjatuksi tai kykyä ylläpitää kohteen toimintaa, jotta se kykenee suoriutumaan siltä vaadittuihin toimintoihin. Tähän luokituu luokse päästävyys, vaihdettavuus, testattavuus ja huollettavuus sekä vian paikannettavuus. Kunnossapitovarmuus kuvaa kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa vaadittu tehtävä tehokkaasti määrätyissä olosuhteissa vaaditulla hetkellä. Yhdessä toimintavarmuus, kunnossapidettävyyden ja kunnossapitovarmuus muodostavat käsitteen käyttövarmuudesta. (PSK 6201 2011, 7–8.)

Kohteen käyttövarmuus muodostuu kohteelle sen suunnittelu ja valmistusvaiheessa sekä kunnossapito-organisaation kyvystä ylläpitää kohteen teknisille ominaisuuksille asetettuja vaatimuksia. Lisäksi kohteen käyttö- sekä kunnossapitotavoilla voidaan olettaa olevan yhteys kohteen käyttövarmuuteen. Alla kuvaus käyttövarmuuden osatekijöistä. (H. Franssila. S. Kunttu. H. Saarinen. P. Valkokari. 2012, 11–12.)



Kuvio 3 Käyttövarmuuden osatekijöitä (Mukaillen Franssila, Kunttu, Saarinen, Valkokari 2012, 12.)

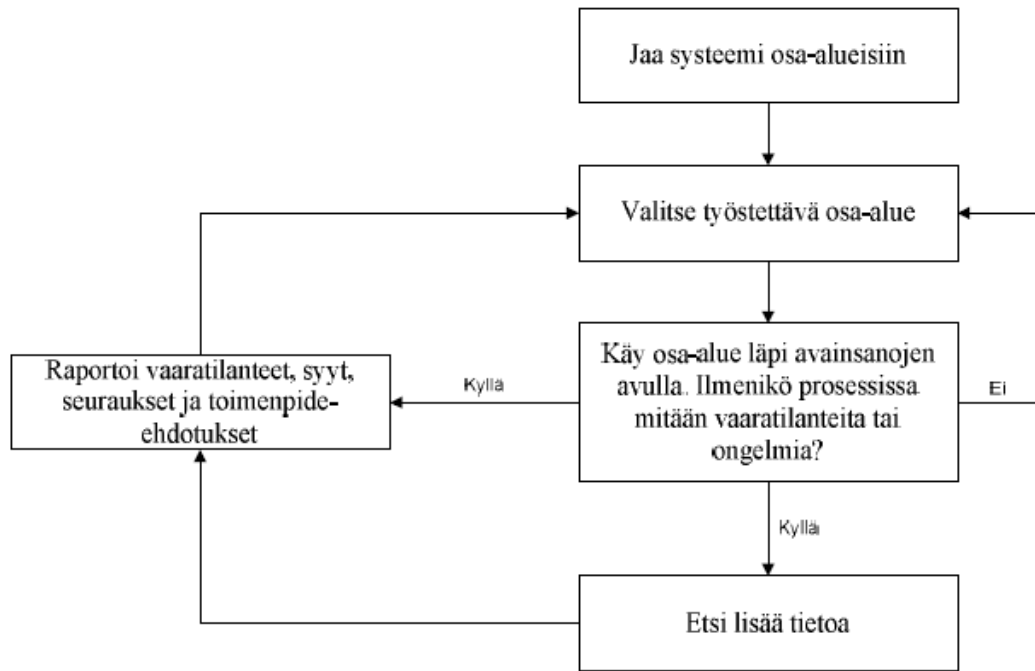
Käyttövarmuuden arviointiin on sovellettavissa menetelmiä, joita sovelletaan käyttövarmuuden arvioinnissa kohteen eri elinkaaren vaiheissa. Ennen varsinaisen kohteen käyttöönottovaihetta voidaan suorittaa HAZOP, joka on kehitetty tukemaan uusien prosessilaitosten suunnittelua. HAZOP pyrkii ennalta tunnistamaan miten komponentit ja järjestelmät epäonnistuvat niiltä vaadittujen toimintojen suorittamisessa sekä avaa mahdollisia vikaantumismuotoja sekä ja vikaantumisen aiheuttamat vaikutukset kohdejärjestelmään.

3.2 HAZOP – Hazard and operability study

HAZOP eli poikkeamatarkastelua voidaan käyttää monenlaisille prosesseille ja monessa prosessin eri vaiheessa aina suunnitteluvaiheesta normaalikäyttöön ja lopetukseen. Poikkeamatarkastelun tavoitteena on parantaa suunnittelun laatua siten, että kohde toimii turvallisesti ja luotettavasti. Poikkeamatarkastelu on prosessijärjestelmien riskien järjestelmällistä tunnistamista ja se voidaan suorittaa prosessilaitoksen putkisto- ja instrumentointikaavioiden, PI-kaavioiden ja layout-piirustuksien perusteella. (Dekra 2021.)

Poikkeamatarkastelussa prosessijärjestelmistä etsitään tilanteita, joissa toimintasuureet voivat poiketa normaaliarvoistaan. Keskeiset suureet voivat olla paine, lämpötila, virtaus, pH ja kemiallinen koostumus sekä pinnankorkeus. Poikkeama-

tarkastelussa prosessi jaetaan pienempiin osiin ja osat käydään yksitellen järjestelmällisesti läpi. Poikkeamat muodostetaan avainsanojen ja toimintasuureiden tai prosessimuuttujien avulla, kuten esimerkiksi korkea paine, matala lämpötila tai ei virtausta. Avainsanoilla tarkastellaan koko prosessi ja koko laitos läpi prosessin osa kerrallaan. (Dekra 2021.)



Kuvio 4 Poikkeamatarkastelun periaatteet

Poikkeamatarkastelu suoritetaan ryhmätyönä ja työryhmä koostuu eri alojen asiantuntijoista. Tarkastelua tehtäessä ensin valitaan tutkittava prosessin osa tarkasteluun, jossa työryhmänvetäjä ohjaa keskustelua avainsanojen ja toimintasuureiden avulla esim. korkea paine, ei virtausta, matala pinta jne. Näistä työryhmän muut jäsenet pyrkivät löytämään seuraukset ja syyt (VTT. 2012, 5.)

3.3 Liiketoiminnan strateginen johtaminen

Liiketoiminnan johdonmukainen hallinta edellyttää valmiutta sisäistää ja hallita organisaation toimintaa suuressa mittakaavassa sekä kykyä yhdistää osa-alueita liiketoiminnan kannalta keskeisiin piirteisiin. Tämä vaatii tuntemusta liiketoiminnan osa-alueiden välillä ja niiden keskeisiä suhteita, jolloin organisaation yhteiset strategiset tavoitteet luovat suunnan organisaation kehityskululle. (Pohto kotisivut. 2021.)

Kamenskyn (2015) mukaan johtaminen on kykyä aikaansaada tuloksia yhdessä organisaation kanssa. Lopputuloksena onnistumiselle on aina tulokset, jotka ovat yhdessä organisaation tavoitteena saavutettavat hyödyt sekä asiat. Tulos on joukkuepelin hengessä saavutettu organisaation lopputulos, jota jokainen organisaation jäsen on työstänyt yhdessä esimiesten kanssa vaaditun lopputuloksen saavuttamiseksi. Johtamisen yhtenä osa-alueena on kyky tunnistaa henkilöstössä yksilökohtaisia osaamisalueita, eli kykyjä. (Kamensky 2015, 72.)

Strategisessa johtamisessa kaiken lähtökohtana on organisaation arvot, visio ja missio. Kaikki nämä yhdessä tarkoittavat organisaation elämäntehtävää, jonka voimalla organisaatiolla on edellytykset toimia ja kehittyä. Tähän sisältyy taitava ja johdonmukainen henkilöstön johtaminen, jossa henkilöstön voimavaroja suunnataan organisaatiolle suotuisaan ja strategian mukaiseen suuntaan. Henkilöstön osuus korostuu henkilöstöstrategian suunnittelussa. Henkilöstö-strategian avulla henkilöstövoimavaroille asetetaan tavoitteet sekä henkilöstöpolitiikka, joiden avulla tavoitteet saavutetaan henkilöstön johtamisen eri osa-alueilla. (Kauhanen 2012, 19,22.)

Strategisella johtamisella on monta osa-aluetta ja se kattaa muiden kautta tapahtuvan hallinnan ja toimii organisaation apuna sopeutumaan alati muuttuvaan maailmaan. Strateginen johtajuus vaatii organisaation sisäisten sekä ulkoisten liiketoimintaympäristöjen sisällyttämistä ja huomioimista, mikä sisältää myös vastuun kriittisen tiedon hallinnasta. Strategiset johtajat luovat ja suorittavat liiketoimintasuunnitelmia positiivisten tulosten saavuttamiseksi, joihin kuuluvat olennai-

sesti strategisen suunnan määrittäminen, tasapainotetun organisaation hallinta, organisaation resurssien tehokas hallinta ja kulttuurin ylläpito sekä painotus eettisten toimintatapojen hallintaan. (Jabbar, Hussein. 2017, 101,103)

3.4 Muutosjohtaminen

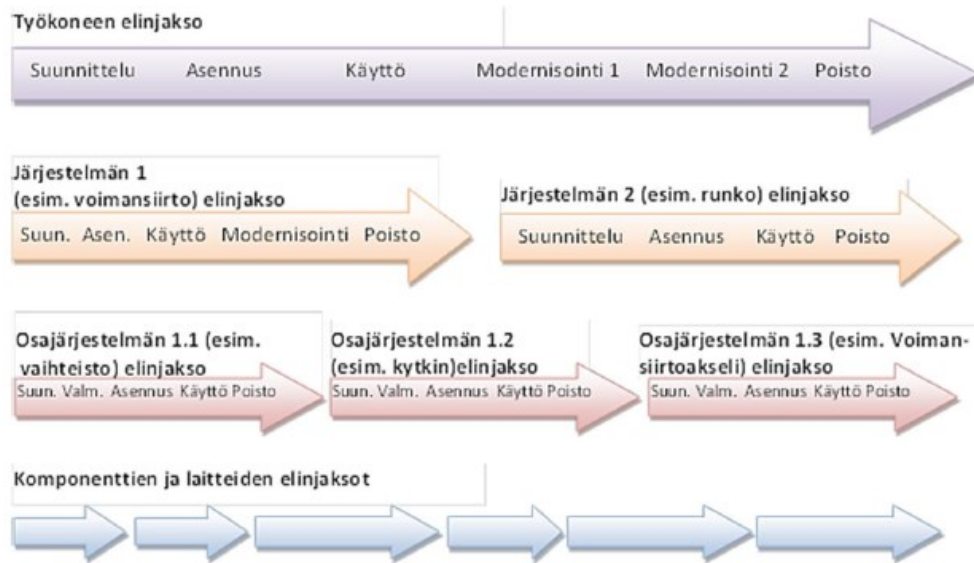
Suunnitellut muutokset ovat olennainen osa johtamista, missä muutoksen saavuttamiseen on panostettava johdonmukaisesti ja lujalla tahdolla. Tärkeä muutoksen saavuttamisessa on johdon päämäärä ja selkeä visio. Muutokset voivat vaikuttaa organisaation strategioihin, toimenpiteisiin ja yksittäisiin organisaation osa-alueisiin. (Abbas, Ashgar 2010, 17.)

Muutoksen lähtökohdat ovat selkeissä tavoitteissa ja yksinkertaisuudessa, missä edistymistä täytyy seurata sekä onnistumisen mahdollisuutta aktiivisesti kannustaa. Muutos alkaa visiona johdon tasolla ja vaatii johdon näkyvyyttä ja läsnäoloa haastavan muutoksen aikaansaamassa tilanteessa. (Trapp 2015)

Muutosta ajavan tahon on otettava rooli muutoksen johtamisessa ja vaatii poikkeuksetta vision myymistä työntekijöille ja muille organisaation jäsenille. Selkeä visio edesauttaa vision myymistä ja ennaltaehkäisee vision kariutumista muutoksen aikana, mutta tärkeää on myös tiivis yhteys henkilöstöön. Muutoksen johtaja on vastuussa muutoksen ajamisesta ja avoimuus toiminnassa edesauttaa muutoksen läpivientiä. (Deshler 2016.)

3.5 Elinkaarimalli strategisena työkaluna

Elinkaarimallin pääasiallinen pyrkimys on ottaa huomioon koko kohteen elinkaarisen aikaiset toiminnot ja toimii taloudellisten sekä teknisten näkökulmien hallintatyökaluna. Elinkaarimalli on tapa hallita, johtaa ja kehittää toimintoja muodostuakseen osaksi tehokasta prosessia ja ajattelutapaa. Elinkaaren hallinta ei toimi sellaisenaan, vaan sen on tarkoitus toimia ajattelutapana ja pohjana organisaation toimintatapoihin ja käytäntöihin sekä sitä mukaan tulla kiinteäksi osaksi prosesseja sekä toimintakulttuuria. (Campbell, Jardine, McGlynn 2016, 15.)



Kuvio 5 Elinjakson kuvaus. (Mukaillen. Ahonen ym. 2012.)

Santala 2020 -mukaan kunnossapidon taloudellinen vaikutus yhtiön tulokseen on merkittävä ja näin ollen tuotantolinjojen käytettävyys vaikuttaa suoraan tulokseen. Laitekannan elinkaarenhallinta auttaa tekemään oikein ajoitettuja päätöksiä sekä investointeja, jolloin kalenteriaika käytetään mahdollisimman tehokkaasti tuotannon tekemiseen ja kunnossapitoaika budjetoidaan mahdollisimman tarkasti. Kunnossapitoajan tarkka budjetointi sekä suunnittelu auttaa seisakkiajan lyhentämisessä ja näin ollen vähentää seisakkiajan tuomaa tuotannonmenetystä. (Garlo-Merkas 2020, 46–48.)

Ennen vuotta 2020 huoltoväli oli määritelty 6 kuukauden huoltovälille, eli rikastamolla pidettiin huoltoseisakki kaksi kertaa vuodessa. Huoltoseisakin kesto oli aina suunniteltu 10 päivää kestäväksi. Tämä tarkoittaa käytännössä 20 päivää suunniteltua tuotannonmenetystä. Näinä 20 päivänä tuotannonmenetykset voidaan laskea moninkertaisena verrattuna huoltoseisakin aikaisiin urakoitsija- ja varaosakustannuksiin. On kuitenkin syytä mainita, että 6 kuukauden versiossa huoltoseisakin urakoitsija- ja varaosakustannukset ovat noin 10 prosenttia pienemmät, kuin 8 kuukauden huoltoseisakissa. Tämä johtuu pääosin autoklaavin korkeamman käytettävyyden aikaansaamasta kulumisesta sekä scalen kookkaamasta muodostumisesta.

Elinkaarimallin päämääränä on saavuttaa 20% käytettävyyden nosto ja noin 15% kunnossapitokustannusten säästö koko rikastamon elinkaaren aikana. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jäljellä olevan 15 vuoden aikana rikastamalla suoritetaan 22 huoltoseisakkaa noin 30 sijaan. Tämä on noin 25% lasku pelkästään tarvittavien huoltoseisakkien määrässä, mutta myös karkeasti laskettuna 80 päivää lisää tuotantoon käytettävää aikaa. Lisäksi ratkaisevasti vähenee tarvittavien varaosien määrä vuositasona, mutta myös urakoitsijakustannukset laskevat. Kolmasosa rikastamon huoltobudjetista kohdistuu suoraan autoklaaviin liittyviin kunnossapitotoimiin, joten 8 kuukauden huoltovälin saavuttaminen, kehittäminen ja ylläpito on perusteltua.

Huoltoseisakki on budjetoitu 9 päiväiseksi, jonka aikana autoklaavi saatetaan täyteen toimintakuntoon kunnossapitosuunnitelmien määrittelemällä tavalla. Autoklaaville ei voi prosessin aikana tehdä juurikaan huoltoja ja sitookin kaikki korjaus ja huoltotyöt huoltoseisakkiin.

3.6 Elinkaarikustannukset LCC

Elinkaarikustannukset PSK 6201, 12 mukaan ovat kohteen koko sen elinkaaren aikaiset suorat ja välilliset kustannukset, jolloin kaikki hankinnasta, käytöstä, kunnossapidosta ja muutoksista koostuvat kustannukset lasketaan yhteen. Elinkaarikustannusten arviointi on prosessi, jonka tarkoituksena on suorittaa taloudellinen arvio kohteen elinkaaren kustannuksista päätöksenteon tueksi. Pyrkimyksenä on minimoida käytöstä muodostuvat kokonaiskustannukset samalla ylläpitäen kohteelta vaadittua suorituskykyä. Parhain hyöty saavutetaan, kun elinkaarikustannuksia määritellään jo kohteen hankintavaiheessa. (SFS 60300 3-3. 2017, 7.)

Elinkaarikustannusten arvioinnin tarkoituksena on helpottaa päätöksentekijöitä parhaan mahdollisen vaihtoehdon valintaan koko kohteen elinkaaren aikana. Elinkaarikustannusten analysointi tuo lisäarvoa vain, jos se tukee päätöksentekoa. Tässä elinkaarikustannukset voivat paljastaa sovellettavissa olevaa tietoa päätöksenteon tueksi sekä vaihtoehtojen punnitsemiseksi. Vaihtoehtoja voidaan

punnita muun muassa kustannusten, aikamääritteiden tai käyttövarmuuden mukaan. Elinkaarikustannusten rajapinnat täytyy olla tarkasti määritelty, jotta voidaan saavuttaa tarkoituksenmukainen lopputulos. (SFS 60300 3-3 2017, 11–12.)

4 AUTOKLAAVIN ELINKAARIMALLI

4.1 Yleistä

Autoklaavin osajärjestelmät pitävät sisällään lukuisia erilaisia laitteita, joille on määriteltävissä hyödyllinen elinikä hyvinkin tarkasti pohjautuen historiadataan. Suurimmasta osasta vaihdetuista komponenteista on olemassa kuntoon perustuvaa dataa, jotka ovat kertyneet vuosien varrella ja tallentuneet erilaisiin kunnossapidon hallintajärjestelmiin. Autoklaavin historiadataa tarkastellessa löytyy hyvinkin yksityiskohtaisia kuvauksia kunkin kohteen huoltotarpeesta, jotka edesauttavat eri kohteiden hyödyllisen elin iän määrittämisessä.

Kohteen eliniällä tarkoitetaan aikajaksoa, jolloin kohteen toimintakyky pysyy riittävällä tasolla. Esimerkiksi autoklaavin tilanteessa on erityisen tärkeää huomioida eri komponenttien hyödyllinen elinikä, joka on määriteltävä ajanjaksona, jonka aikana käyttöomaisuuden odotetaan olevan käyttökelpoinen siihen tarkoitukseen, johon se on hankittu. Tämä tarkoittaa aikajaksoa, jonka aikana käyttöomaisuus tuottaa sen elinkaaren aikana lisäarvoa sen hyödyllisen eliniän aikana. (Ruitenburg, R. Braaksma, A. van Dongen, L, 2014, 205.)

Teknis-taloudelliset näkökulmat kohdistavat eliniän arviointia kunnossapidon sekä taloudellisten näkökulmien muodossa. Teknisessä arvioinnissa sovelletaan vikaumotojen, vikaantumisasteen, vikaantumisvälin ja vikaantumismallien tuottamaa tietoa. Taloudellisessa näkökulmassa arvioidaan kunkin kohteen käytönaikeista sekä kunnossapidollisia kustannuseriä määrittämään eri kohteiden kannattavuutta taloudellis- teknisessä mielessä. (Ruitenburg, Braaksma, van Dongen 2014, 207.)

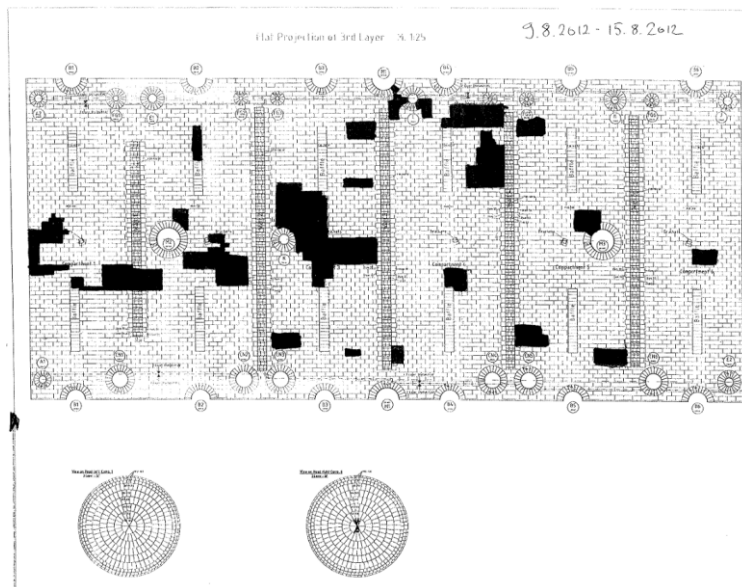
Hyvin usein laadukkaan datan saatavuus on ongelma määriteltäessä hyödyllistä käyttöikä. Datan määrällisessä analysoinnissa puutteellinen tiedon laatu ja saatavuus vääristävät hyödyllisen elin iän määrittäystä. Näissä tilanteissa on sovellettava asiantuntijalähtöistä lähestymistapaa, missä luotettavuuskeskeisen kunnossapidon metodiikkaa kannattaa soveltaa hyödyllisen elin iän arvioinnissa. Määrit-

telyn apuna käytetään asiantuntijoiden kokemusta sekä ennen kaikkea vika- vaikutus analyysiä hyödyllisen elin iän määrittämisessä, mikä edesauttaa laadukkaan lopputuloksen saavuttamisessa. (Ruitenburg, Braaksma, van Dongen, 2014, 205.)

4.2 Autoklaavin elinkaarimallin lähtökohdat ja historiadata

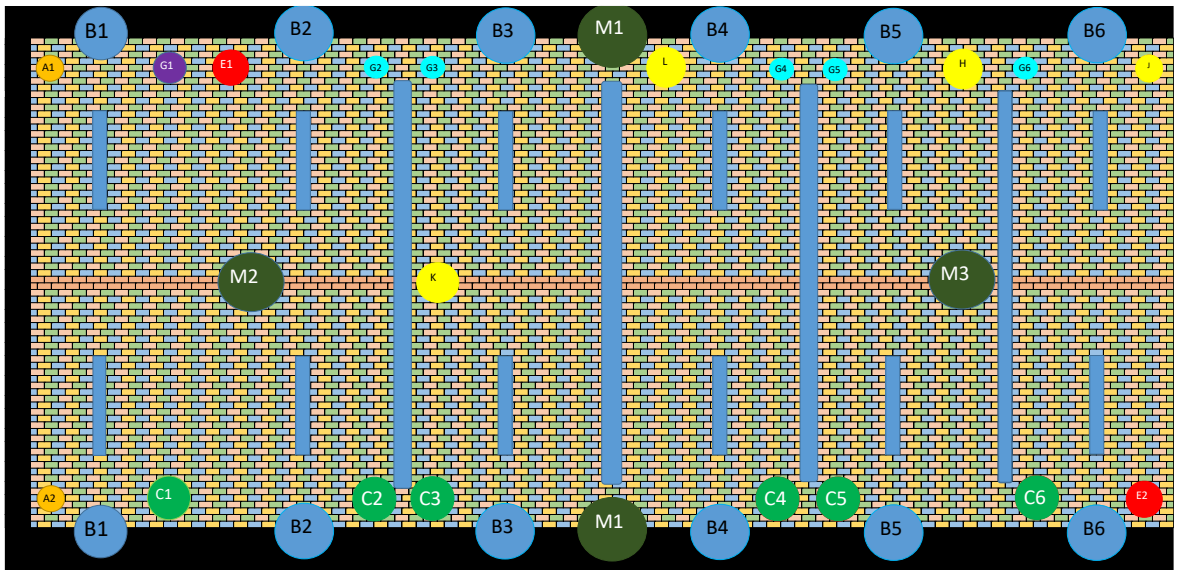
Autoklaaville on suoritettu tämänhetkisen elinkaarensa aikana kaksi kertaa täydellinen vuoraushuolto, jolloin kaikki vuorauskomponentit autoklaavin sisältä uusitaan. Huoltotoimenpide on erittäin aikaa vievä sekä kallis huoltotoimenpide, joka sitoo huomattavan määrän erikoistuneita asiantuntijoita sekä resursseja työn suoritukseen. Vuonna 2018 järjestettiin palaveri yhdessä laitteen valmistajan kanssa huoltoseisakkivälin jatkamisesta 8 kuukauden välille. Historiadataan, mitausdataan sekä analyysihin nojaten, ei täysimittaista vuoraushuoltoa katsottu tarpeelliseksi eikä varsinaista estettä 8 kuukauden huoltovälille nähty.

Tiilivuorauksen historiadata perustuu vuosien saatossa kerättyyn tiilivuorauksien vaihtoraporttiin, joka ottaa huomioon niin kutsutun 3 kerroksen tiilivuorauksien vaihdot. Historiadataa oli kertynyt vuodelta 2008 lähtien kaksi kertaa vuodessa ja hyvin tarkasti raportoituna. Kuvio 6 havainnollistava raportti tiilivuoraushuollosta



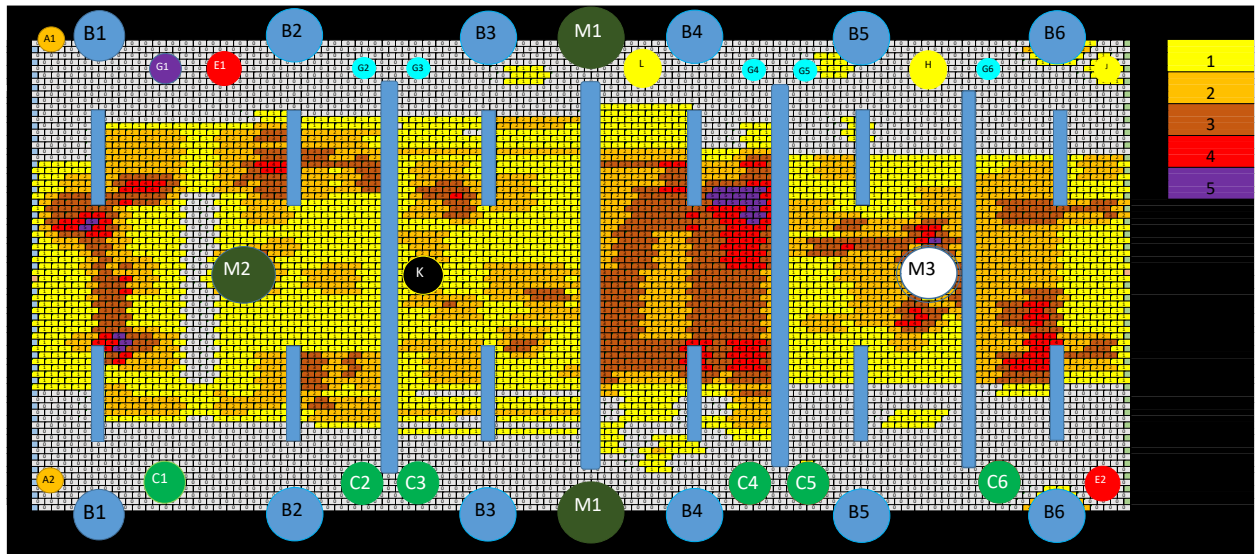
Kuvio 6 Autoklaavin tiilivuorauksen huolto 2012

Autokaavin tiilivuoraukset jaetaan tyypillisesti 2 osaan, jotka ovat kaasufaasi ja nestefaasi (SLURRY), mutta autoklaavissa on myös kolmaskin faasi nesteen ja kaasun välille. Autoklaavi jaetaan 6 eri lohkokoon, joiden tiilivuoraukset kestävät hyvin poikkeavasti toisistaan. Tiilivuorausmatriisi mallinnettiin MS Exceliin mahdollisimman totuudenmukaisesti, jonka ansiosta kyettiin arvioimaan kullekin lohkolle varsin ominaisiakin piirteitä niin tiilivuorauksen keston suhteen kuin myös faasiensa mukaan. Kuvio 7 esittää tiilivuorauskarttaa MS excelliin mallinnettuna.



Kuvio 7 Autoklaavin tiilivuorausmatriisi tyhjänä

Alun perin matriisiin täydentämiseen käytettiin historiadataa vuodesta 2008- lähtien, mutta kävi hyvin nopeasti ilmi, että kookas datamäärä veisi tarpeettoman paljon aikaa. Lisäksi pelkona oli, että tärkeä tieto piiloutuisi datan paljouden alle. Tiilivuorausmatriisiin valittiin vuosien 2014–2019 tiilivuorausraporttien data (noin 5 vuotta ajoa), joka paljasti selkeät parannuskohteet. Kuviossa 7 viiden vuoden aikana olleet korjauskohteet. Matriisiin soluihin on koodattu väri vastaamaan tiettyä arvoa, joka kertoo visuaalisesti, kuinka monta kertaa tiiliä on vaihdettu viiden vuoden aikana. Käytännössä kuva pakkaa kymmenen huoltoseisakin tiedot yhteen kuvaan. Keltainen kertoo, että kustakin kohdasta tiiliä on vaihdettu yhden kerran viiden vuoden aikana. Punainen ja violetti kertovat sitä vastoin lähes joka kertaista huoltotarpeesta. Huoltotarve on tiedostettu olevan joka kertainen, mutta näin selkeästi ei ole huoltotarvetta vielä kyetty esittämään ja kohdentamaan.



Kuvio 8 Autoklaavin tiilivuorausmatriisi täydennettynä 2014–2019

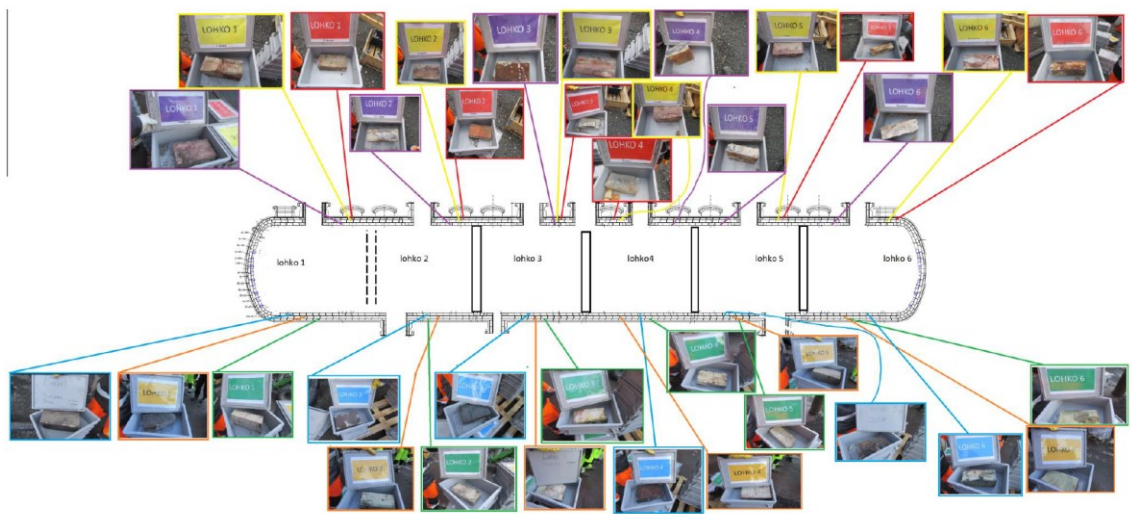
Kuten Kuvio 8 esittämästä voi päätellä, on lohko 4:lle (B4) suoritettu selkeästi enemmän huoltoja, kuin esimerkiksi lohkolle B3 ja B5. Lohko 4 tiilissä kohdataan selkeästi korostettua huoltotarvetta niin prosessiteknisistä syistä, kuin myös huollon aikana tapahtuvasta toiminnasta. Lohko 4:ssä tavataan eniten "scalea", eli prosessiaineksen kovettumista pinnoille, jolloin kovettumien poiston aikana työkalu vaurioittaa tiiliä sekä laastia. On myös tärkeää huomioida, että tiilivaihdot keskittyvät hyvin pitkälti nestefaasin tiilille.

Autoklaavin tiilet ovat erityisesti suunniteltuja happamiin ja korkean lämpötilan sovelluskohteisiin, jossa niiden tehtävä on suojata teräsrakenteita korkeilta lämpötiloilta sekä happamilta olosuhteilta. Tiilet ovat myös suunniteltu kestämään lämpötilamuutosten aiheuttamilta rasituksilta. Prosessiolosuhteiden aikana tiilet kokevat erilaisia voimia, kuten lämpölaajeneminen, lämpöshokki, happamat olosuhteet, puhtaan hapen aiheuttama haurastuminen, veden aiheuttama haurastuminen, liukeneminen ja värinät sekä mekaaninen kuluminen.

Neste- ja kaasufaaseissa käytetään samaa tiilimateriaalia, mutta käytettävä laasti eroaa faasien välillä. Nestefaasissa käytettävä laasti kestää hyvin happoja ja mekaanista kulutusta, mutta ei sitä vastoin puhtaan hapen sekä vesihöyryn yhteisvaikutusta. Tämän takia kaasufaasissa käytetään hieman erityyppistä laastia.

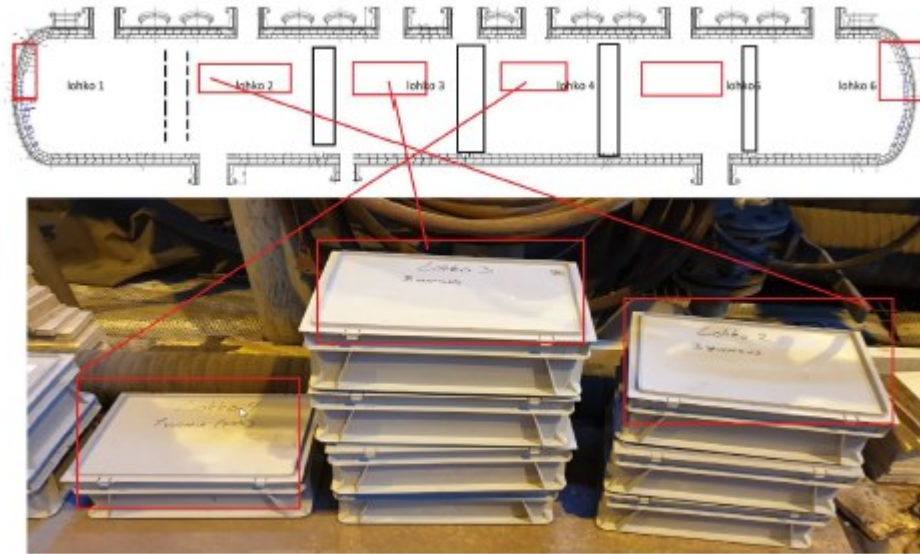
4.3 Tiilivuorauksen mittausdata

Vuonna 2019 suoritettiin viimeinen täydellinen vuoraushuolto autoklaaville, joka aikana kerättiin hyvin kattava näyte-erä tiiliä. Tiilet lähetettiin Oulun yliopistoon analyysiin, jolloin yhteensä 37 kappaletta kaas- ja nestefaasin tiiliä analysoitiin erilaisin menetelmin. Kuviossa 9 yksityiskohtaisesti kohdennettuna näytteiden lähde. Lisäanalysointiin lähetettiin myös 18 kappaletta neste- ja kaasufaasin väliseltä alueelta eli kolmannelta faasilta, joka on havainnollistettu kuviossa 9.



Kuvio 9 Tiilinäytteiden värikoodaus

Tulosten perusteella faasien välillä havaittiin eroavaisuuksia. Nestefaasissa olevien tiilien puristuslujuus on heikoin, mutta sitä vastoin kuluminen on vähäisempää. Kuluminen riippuu pääasiallisesti prosessiaineksen virtaamasta, liukenemisestä ja tiiliaineksen ajan mittaan tapahtuvasta ”köyhtymisestä” sekä lämpötilojen vaikutuksesta. Kaasufaasissa olevien tiilien kohdalla heikentävä ominaisuus on laastissa käytettävän aineksen tunkeutumisena tiileen samalla heikentäen tiilen puristuslujuusominaisuuksia ajan mittaan, mutta myös puhdas happi sekä vesihöyry vaikuttaa ominaisuuksiin ratkaisevasti.



Kuvio 10 Kolmannen faasin näyte-erä

Kaasu- ja nestefaasin välillä, eli kolmannen faasin tiilet vaurioituvat enemmänkin prosessiaineksen tunkeuduttua tiileen aiheuttaen asteittaista rapautumista. Analyysin tärkein anti on kuitenkin muuttuva puristuslujuus, jonka perusteella päätettiin, ettei pelkkiä läikkiä kannata korjata. Päädyttiin siis vaihtamaan kokonainen puolikaari, mikäli kyseessä on Nestefaasi. Kaasufaasin kohdalla tilanne on tapauskohtainen, mutta korjaustarpeen ilmetessä on koko kaari korjattava. Ensimmäisen ja toisen kerroksen tiiliin suoritetaan korjauksia vain tapauskohtaisesti ja koko autoklaavin kattavaa täydellistä uudelleenmuurausta ei suoriteta autoklaavin koko loppuelinkaaren aikana.

4.4 Tiilivuorauksen elinkaarimalli

Edellä mainitut tiilivuorausmatriisi sekä tiilivuorauksen analyysi pohjaustavat ratkaisevasti päätöksentekoa huoltoseisakkivälin osalta. Huoltoseisakkiväli rikastamalla oli alun perin määritelty 6 kuukauden välille, mutta elinkaarimallin myötä siirryttäisiin 8 kuukauden huoltoväliin. Kittilän kaivoksen LOM on määritelty vuodelle 2035, joten autoklaavin elinkaaren on suunniteltu päättyvän vuonna 2035. Taulukossa 1 esitetään tiilivuorauksen elinkaarimalli, joka määrittää tulevat työt lohko-kohtaisesti, töiden keston sekä montako lohkoa tulee työn alle.

Taulukon merkinnät:

L= Liquid Phase – Nestefaasi

g+n= Gas Phase + Nozzle – Kaasufaasi ja yhteet

h= Head – Säiliön päätykupit

Taulukko 1 Autoklaavin tiilivuorausten elinkaarimalli

Shutdown Planing based on 8 months shutdown interval							217,3				
Month	16m	32m	32m	16m	32m	32m	No.of Comp.	Shutdown		Total	
Compartments Date	1	2	3	4	5	6		days	Intervall (months)	months	years
2021-06			L				1	9	8	24	2,0
2022-02		L		L			2	9	8	32	2,7
2022-10	L				L		2	9	8	40	3,3
2023-06				L		L	2	9	8	48	4,0
2024-02	L		L				2	9	8	56	4,7
2024-10		L		L			2	9	8	64	5,3
2025-06	L				L		2	9	8	72	6,0
2026-02				L		L	2	9	8	80	6,7
2026-10	L		L	g+n		h	4	12	8	88	7,3
2027-06	h	L		L	g+n		4	12	8	96	8,0
2028-02	L				L	g+n	3	10	8	104	8,7
2028-10				L		L	2	9	8	112	9,3
2029-06	L		L				2	9	8	120	10,0
2030-02		L		L			2	9	8	128	10,7
2030-10	L				L		2	9	8	136	11,3
2031-06				L		L	2	9	8	144	12,0
2032-02	L		L	g+n		h	4	12	8	152	12,7
2032-10	h	L		L	g+n		4	12	8	160	13,3
2033-06	L				L	g+n	3	10	8	168	14,0
2034-02				L		L	2	9	8	176	14,7
2034-10							0			176	14,7

On tärkeää huomioida, että taulukossa 6 arvioitu työaika sisältää jäähtymisajan, huuhtelun, Scalen poiston, muurauksen purun ja uudelleenmuurauksen, kuivumisajan sekä muun asennustoiminnan autoklaavilla. Esimerkiksi 9 päivän huoltoseisakissa kaikki rikastamon huoltotyöt tulee saada hoidettua aina autoklaavin sammutuksesta takaisin käynnistykseen ja autoklaavi toimiikin tässä tapauksessa määräävänä tekijänä rikastamon huoltoseisokkeja suunniteltaessa ja onkin tärkeä virstanpylväs elinkaarimallien käyttöönotossa.

Taulukkoon 1 määritellyt huoltoseisakkien ajankohdat toimivat pohjana koko autoklaavin elinkaarimallissa sekä samalla myös tulevaisuudessa määriteltävien muiden alueiden elinkaarimalleissa.

4.5 Autoklaavin laitekanta

Autoklaavin toimintaa tukevia laitteita on melkein 300 kappaletta, jotka koostuvat venttiileistä, antureista, putkistoista ja sekoittajista. Täydellinen elinkaarimalli vaatii onnistuakseen täydellisen selvityksen laitekannasta, sen historia sekä laitteiden tiedot, jotta varaosien tarve voidaan selvittää. Selvitystyössä lähdettiin liikkeelle laitekannan rajauksesta, joka käsittää ainoastaan autoklaavissa tai sen välittömässä läheisyydessä olevat laitteet. Laiterajaus tapahtuu positioinnin ja laitteiden fyysisen sijainnin perusteella.

Tiedon haku aloitettiin MS Sharepointiin tallennetuista tiedoista, jossa metadatan avulla tietoja voidaan jaotella tarpeen mukaan. Positioinnin perusteella tapahtuva erottelu ei kuitenkaan ole aivan aukoton, sillä saman alueryhmän alle kuuluu myös muun muassa kaasunpesuryhmä ja autoklaavin syöttöön liittyvien laitteiden kokonaisuus. Erottelun oli tapahduttava myös fyysisen sijainnin perusteella sekä PI Kaavioon perustuen. MS SharePointin tiedot liittyen painehapetusalueeseen kopioitiin Exceliin, joka sallii tietojen käsittelyn nopeammin. Exceliin siirrettyjä tietoja verrattiin autoklaavin PI kaavion tietoihin järjestelmällisesti. Exceliin merkittiin poistettavat positiot värjäämällä rivi poistettavien värillä, tarkistettavien värillä ja jäljelle jäävät lopuksi suodatetaan yhtenäiseksi positiolistaksi.

Sharepointin tietojen vertailu PI kaavioon paljasti nopeasti huomattavan määrän laitteita, jotka eivät ole syystä tai toisesta saaneet positiota. Ilman positiota ovat jääneet käsiventtiilit, takaiskuventtiilit sekä melkein kaikki putket. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, ettei edellä mainituille laitteille voi helposti määrittää varaosia, kohdentaa huoltoja tai suunnitella johdonmukaista kunnossapitoa ja valvontaa.

Puuttuville laitteille oli ensin luotava tehdasstandardin mukainen positio, jotta laitteille voidaan tulevaisuudessa kohdentaa varaosat, huollot sekä laitekorttien tiedot. Puuttuvat laitteet täytyi ensin listata, jotta niiden olemassaolo voidaan varmentaa kentältä. Varmistuksen jälkeen listan mukaisille laitteille annetaan kuvaus, joka parhaiten kuvaa laitteen käyttötarkoitusta ja sijaintia. Tämän jälkeen laitteelle luodaan JDE Toiminnanohjausjärjestelmään positio. Puuttuvia positioita päädyttiin luomaan putkistoille 56 kappaletta ja venttiileille 91 kappaletta. Taulu-

kossa 2 esitetään lohko kohtaisesti venttiilit ja instrumentit, joka sisältää jo olemassa olevat positiot sekä uudet luodut positiot. Värikooditus sitä vastoin paljastaa positiot, joissa käytetään samaa varaosaa sekä toimii ohjenuorana kustannusrakennetta kartoittaessa. Taulukko ei sisällä putkistoja.

Taulukko 2 Lohko kohtaiset venttiilit ja instrumentit

lohko 1	lohko 2	lohko 3	lohko 4	lohko 5	lohko 6
5163HV0811	5163HV0831	5163HV0851	5163HV0911	5163HV0931	5163HV0951
5163HV0874	5163HV0875	5163HV0876	5163HV0966	5163HV0967	5163HV0968
5163FV0814	5163FV0834	5163FV0854	5163FV0914	5163FV0934	5163FV0954
5163FV0871	5163FV0872	5163FV0873	5163FV0972	5163FV0973	5163FV0974
5163HV0812	5163HV0832	5163HV0852	5163HV0912	5163HV0932	5163HV0952
5163TV0815B	5163TV0835A	5163TV0855A	5163TV0915B	5163TV0935A	5163TV0955A
5163TV0815A	5163TV0835B	5163TV0855B	5163TV0915A	5163TV0935B	5163TV0955B
5163FI0814	5163FI0834	5163FI0854	5163FI0914	5163FI0934	5163FI0954
5163FI0871	5163FI0872	5163FI0873	5163FI0972	5163FI0973	5163FI0974
5163PI0868	5163PI0869	5163PI0870	5163PI0969	5163PI0970	5163PI0971
5163FI08200	5163FI0833	5163FI0853	5163FI0913	5163FI0933	5163FI0953
5163TI0815	5163TI0835	5163TI0855	5163TI0915	5163TI0935	5163TI0955
5163PI0816	5163PI0836	5163PI0856	5163PI0916	5163PI0936	5163PI0956
5163FI0745A					
5163FI0745B					
5163FI0820	5163FI0821	5163FI0822	5163FI0920	5163FI0921	5163FI0922
5163PI2913	5163PI2923	5163PI2933	5163PI2943	5163PI2953	5163PI2963
5163TI2914	5163TI2924	5163TI2934	5163TI2944	5163TI2954	5163TI2964
5163GOXV011	5163GOXV012	5163GOXV013	5163GOXV014	5163GOXV015	5163GOXV016
5163GOXV017	5163GOXV018	5163GOXV019	5163GOXV020	5163GOXV021	5163GOXV022
5163GOXV029	5163GOXV030	5163GOXV031	5163GOXV032	5163GOXV033	5163GOXV034
5163WACV038	5163WACV017	5163WACV044	5163WACV047	5163WACV050	5163WACV053
5163WACV039	5163WACV616	5163WACV045	5163WACV048	5163WACV051	5163WACV054
5163WACV601	5163WACV041	5163WACV016	5163WACV034	5163WACV014	5163WACV013
5163WACV602	5163WACV042	5163WACV1001	5163WACV1006	5163WACV026	5163WACV018
			5163PVRV001		
5163SLPV600	5163SLPV019	5163SLPV018	5163SLPV017	5163SLPV016	5163SLPV015
5163SLPV601	5163SLPV029	5163SLPV027	5163SLPV025	5163SLPV023	5163SLPV021
5163SLPV602	5163SLPV030	5163SLPV028	5163SLPV026	5163SLPV024	5163SLPV022
5163SLPV603	5163SLPV038	5163SLPV037	5163SLPV036	5163SLPV035	5163SLPV034
5163GOXV035	5163GOXV036	5163GOXV037	5163GOXV038	5163GOXV039	5163GOXV040
5163WACV040	5163WACV043	5163WACV046	5163WACV049	5163WACV052	5163WACV055
5163WACV603	5163WACV607	5163WACV1002	5163WACV1007	5163WACV015	5163WACV025
5163SLPV604	5163SLPV044	5163SLPV043	5163SLPV042	5163SLPV041	5163SLPV040

4.6 Autokaavin laitekanta ja varaosat

Autoklaavi on Kittilän kaivoksen toiminnan kannalta kriittinen laite, joten ongelmatilanteita varten on varaston tiloihin hankittu huomattava määrä kriittisiä varaosia. Varaosien kriittisyys perustuu aikoinaan autoklaaville suoritetusta kriittisyysanalyysistä, mutta myös vuosien saatossa tarpeen määrittämänä. Autoklaavin varaosia pyritään hankkimaan päälaitetasolla, eli varastoon ei hankita esimerkiksi vaihdelaatikon kulutusosia, kuten hammaspyöriä ja tiivisteitä. Varaosat koostuvat

pääosin kokoonpanoista, eli edellä mainittu vaihdelaatikko varastoidaan kokonaisuena varaosaksi. Sama pätee myös venttiileihin ja instrumentteihin. Sitä vastoin yhteiden tiivisteet varastoidaan kappaletavarana, kuten myös tiilivuorausten tarpeet.

Selvitystyössä paljastuneille positiottomille kohteille oli hankittava myös varalaitte (pl putket). Käytännössä tämä tarkoittaa, että jokaiselle 91 positiomattomalle venttiilille oli selvitettävä jo käytössä olevan laitteen tiedot, jotta vastaava saadaan varastoitua. Hyvin useassa venttiilissä oli asianmukaiset merkinnät, joiden avulla laitteiden toimittaja pystyi tarjoamaan varalaitteen. Erityisen vaikeaksi haasteeksi muodostuivat muutamat venttiilit, joista ei löytynyt painelaitedirektiivissä 2014/68/EU moduulin "G" vaatimustenmukaisuuden täyttäviä vaadittuja tietoja. Painelaitteen vaatimustenmukaisuuden moduulissa G mukaan toimittaessa vaaditaan liitettyjen laitteiden asianmukaista merkintää, mutta myös suunnittelu- ja valmistepiirustuksia. (Kiwa kotisivut 2016, 1.)

Asennetut venttiilit olivat asiaan kuulumattomasti merkitsemättömiä, joten niiden vaatimustenmukaisuudesta ei ollut mitään varmuutta. Venttiileistä tosin löytyi kaksinumeroisia stanssauksia, joiden avulla maahantuoja sai pitkän ja vaivalloisen tutkimisen jälkeen tiedot venttiileistä. Venttiilit osoittautuivat asianmukaisiksi, mutta virheellisesti merkityiksi, jotka vaihdetaan pois seuraavan tilaisuuden tullen. Lisäksi venttiileille toimitettiin myöhemmin asianmukaiset dokumentit, jotka ovat sittemmin lisätty laitekorteille.

Venttiilien varaosakartoituksen jälkeen jokaiselle positiolle linkitetään oikeat varaosat. Tämä ei tarkoita, että varastoon lisätään 91-kappaletta varalaitteita, vaan että positiolle löytyy asianmukainen varalaitte. Varastolle määritetty varalaitteiden lukumäärä määritellään ABC-analyysin perusteella ja hyvin usein varastolla on ainakin 1 kappale varalaitteita ongelmatilanteita varten, mutta vastaa kuitenkin järkevällä tavalla tarvetta, mikäli yhteensopivia kohteita on useita. Uusille 91 kappaleelle päädyttiin luomaan noin 15 uutta varastonimikettä, jotka vastaavat elinkaarimallin vaatimuksia. Tyypillisesti varaosat sisältävät venttiilin lisäksi myös yhteiden tiivistepinnoille vaadittavat tiivisteet. (Purchasing & procurement center. kotisivut. 2021.)

4.7 Autoklaavin varaosien kustannukset

Varaosiksi lasketaan kappaleet, joilla on nimikenumero. Varasto käyttää nimikenumeroa kohteiden yksilöinnissä. Nimikenumero sisältää kaiken oleellisen tiedon varastoitavasta kappaleesta kuten esimerkiksi hinnan, toimittajan, toimitusajan ja varastointiin liittyvät yksityiskohdat. Nimikenumero voi sisältää sarjan erilaisia komponentteja tai yksittäisen kappaleen. Nimikenumeron sisältämää tietoa käytetään hankintatoiminnassa, kunnossapitotoiminnassa ja varastoinnissa sekä hallinnollisissa toiminnoissa.

Nimikenumeroiden hinnat voivat kuitenkin vaihdella huomattavankin paljon. Tämä voi perustua siihen, että toimittajan tarjoukseen määrittämä hinta vaihtelee, mutta myös huollettavan laitteen kustannuksista. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että huollettavan laitteen huoltokustannuksista tulee nimikenumeron hinta. Esimerkiksi uuden vaihdelaatikon hinta on 1000€, kun taas huolletun laitteen hinta 800€. Mikäli varastoidaan huollettu laite, tulee hinnaksi 800€.

Tämä on tärkeää huomioida määriteltäessä elinkaarimallin kustannusrakennetta. Autoklaavissa käytetään erittäin raskaisiin olosuhteisiin suunniteltuja venttiileitä, joiden hinta on uutena useita kymmeniä tuhansia euroja riippuen venttiilin koosta. Pyrkimyksenä on vaihtaa venttiili riittävän ajoissa, jottei korjauskustannukset vastaa uutta laitetta, mutta myös sallia venttiilille riittävä käyttöaste, jossa se selviytyy tehtävistään luotettavasti vaarantamatta autoklaavin toimintaa.

Työmääräimille valitut varaosat kartuttavat työmääräimien kustannusrakennetta materiaalikustannuksina ja lukuisien työmääräimien materiaalikustannukset kartuttavat huoltoseisakin kustannusrakennetta. Jokaiselle yksittäiselle positiolle on määriteltävissä materiaalikustannukset, sillä varaosien hinnat ovat tallentuneet toiminnanohjausjärjestelmään. Liitteessä 2 Ilmoitetaan kunkin nimikenumeron kappalearvo sekä varastoitava määrä. Huomioi, että ilmoitettu kappalearvo ei ole todellinen, vaan toimii esimerkkinä. Värikoodit sitä vastoin vastaavat Liitteessä 2 olevia toimilaitteventtiileitä ja näin ollen antavat yksilöllisille positiolle arvon.

Joillakin nimikkeillä varalaitteen kustannukset voivat vaihdella hyvin voimakkaasti, joten kustannukset jaotellaan normaalijakauman mukaisesti. Normaalijakauman avulla poistetaan poikkeavat ääriarvot, joka tarjoaa paremman arvion

position kustannuksista. Toimenpide on suoritettava jokaiselle Liitteessä 2 olevalle kohteelle, sillä jokaiselle positiolle on saatava arvo. Instrumentit, putket ja käsiventtiilit saavat myös yksilöllisen arvon, joka vastaa historiatietoihin tallentuneita arvoja. Putkistojen kohdalla kustannusrakenne muuttuu enemmän työvoiman resurssipainotteiseksi, sillä putkistoille ei ole mahdollista tehdä varakappaletta. Miltei jokainen putkiston osa täytyy valmistella ja tehdä paikan päällä, mikäli putkistohuoltoihin on tarvetta.

4.8 Autoklaavin työmääräinhistoria

Työmääräimet ovat nimensä mukaisesti toimeksiantoja, jonka mukaan haluttuja toimintoja suoritetaan. Työmääräimiä luodaan ja hallitaan JDE toiminnanohjausjärjestelmän avulla. Työmääräimiin täydennetään tarvittavat tiedot halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Jokainen luotu työmääräin tallentuu toiminnanohjausjärjestelmään samalla pitäen sisällään lukuisia rivejä metadataa, joita eri organisaatiot käyttävät omalla tavallaan.

Luvussa 4.6 mainitussa laitekannan rajauksessa jäljelle jääneillä positiolla oli mahdollista tehdä hakuja toiminnanohjausjärjestelmässä, mutta olisi mahdollisesti vääristänyt lopputulosta sekä vienyt tarpeettoman paljon aikaa. Toiminnanohjausjärjestelmään tallentuneet työmääräimet haettiin painehapetuksen aluepositiioon perustuen, joka löytyy jokaisesta laitteesta painehapetuksen alla. Hakuoperaattorina käytettiin ”5163”, joka rajaa haun painehapetukseen, mutta myös rajattiin vuoden 2008–2020 välille. Tuloksena löytyi 9026 kappaletta työmääräimiä, joiden sisältämä taulukkotieto siirrettiin MS Exceliin.

Tällaista datamäärää ei ole kannattavaa alkaa käsittelemään yksitellen vaan on sovellettava muita menetelmiä. Valitsin MS Excelissä olevan ”Pivot” työkalun suuren datamäärän esikäsittelyyn. MS excelin avulla eroteltiin aluksi positiot, jotka eivät liity autoklaaviin tai ovat tutkimustyön rajapinnan ulkopuolella. Käytännössä erottelu tapahtuu vertaamalla luvussa 4.6 jäljelle jääneitä positiota työmääräimien positiioihin ja näin ollen rajata tarpeettomat työmääräimet ulkopuolelle.

Lopputuloksena yli 3000 työmääräintä jäi jatkotutkimuksiin, jotka vastaavat positiivavaatimuksia. Jokaiselle yksilölliselle työmääräimelle järjestelmä tarjoaa noin 65 riviä erilaista lisätietoa, joiden avulla tietoa on mahdollista rajata halutulla tavalla. Mielenkiinnon kohteena pidetään kullekin työmääräimelle tallentuneita tietoja, jotka rajattuna ovat:

1. Positio→yksilö
2. Työmääräimen yksilöllinen numero→lukumäärä
3. Päivämäärä→milloin (luonti/päätös)→KK/VV
4. Työmääräimen tyyppi (Järjestelmän luoma/ihmisen luoma)
5. Työmääräimen status (suoritettu/peruttu)

Pivot työkalun esitäyttökenttään valitaan mitä tietoja millekin riville tai pylväälle annetaan. Suodattavana operaattorina toimii työmääräimille luotu status, joka kertoo työmääräimen tilan. Perutut työmääräimet suodatetaan pois ja kesken-eräisiä töitä ei huomioida. Taulukossa 3 havainnollistetaan, miten tiedot on valittu halutun lopputuloksen saavuttamiseksi.

Taulukko 3 operaattorit

Suodattimet		Sarakeet	
WO St		Years	
Or Ty		Order Date	
Rivit		Arvot	
Unit Number		Määrä / Order Number	
Asset Number Descri...			

Sarakeosuuteen sitä vastoin valitaan päivämäärät, joka tässä tapauksessa ovat työmääräimen luontipäivä, eli jonkin vian havaintopäivä. Havaintopäivät sitä vastoin pelkistetään kuukauden tarkkuudelle. Riviosuuteen valitaan kaksi operaattoria, jotka ovat positio ja position kuvaus (laitteen nimi). Työmääräintyyppi (Or Ty) kertoo, onko työmääräin ihmisen vai järjestelmän luoma.

Rajattu raakadata paljastaa hyvin nopeasti positiolle kohdistettujen huoltojen luonteen ja antaa yksityiskohtaisemman kuvan kohteen historiasta. Taulukossa 5 pureudutaan sulkuventtiilin historiaan, joka paljastaa aikajärjestykseen laitettuna kuvaukset venttiilin oirehdinnasta, mutta myös hetken, kun venttiili on siirtynyt ennakkohuollon piiriin. Järjestelmä luo jokaiseen huoltoseisakkiin venttiilinvaihdon työmääräimen, joka sisältää vaihto-ohjeet sekä varalaitteen.

Taulukko 5 sulkuventtiiliin 5163HV0902 kohdistetut huollot

Order Number	Asset Number	Description	Unit Number	WO St	Or Ty	Description	Failure Description	Actual Finish Date
2301160	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	95	WO	JUMISSA, EI LIIKU	ISOSSA SEISOKISSA VE	11.1.2020
2160071	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	80	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	15.1.2020
2052357	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	TOIMILAITTEEN ILMANSYÖTTÖLINJA	KANNAKOINTI	12.6.2019
2021979	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	VENTTIILI MENI ITSESTÄÄN	KIINNI AJON AIKANA	10.12.2018
2002690	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	17.6.2019
1877718	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	27.10.2018
1811505	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	15.4.2018
1764691	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	1.12.2017
1746364	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	1.12.2017
1642032	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	6.10.2017
1556996	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	TOIMILAITTE VUOTAA/VUOTANUT	TOIMILAITTEHUOLTO KE	19.6.2019
1555166	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	3.4.2017
1400175	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	14.10.2016
1368096	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	10.4.2016
1309736	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	10.4.2016
1186910	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	HELMILIILOS RIKKI	KORJAUS	15.5.2015
1182197	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	10.10.2015
1142988	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	VENTTIILI EI MENE KIINNI.	YRITETTY AJAA KIINNI.	27.4.2015
1086754	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	25.3.2015
1002898	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	13.9.2014
941272	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	22.5.2014
926981	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	11.2.2014
866989	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	PURKU MOGASIN	VAIHTO	12.10.2013
759198	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WM	VENTTIILIN VAIHTO	.	27.4.2013
751554	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	VENTTIILIN VAIHTO	.	23.1.2013
701317	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	PURKU MOGASIN	VAIHTO	23.11.2012
612244	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	*PURKUMOGASIN VAIHTO	KEVÄÄN 2012 SEISOKSI!	28.5.2012
571885	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	VENTTIILIN VAIHTO	.	30.12.2011
521438	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	*PURKUMOGAS 2 VAIHTO	LOKAKUUN SEISOKISSA	9.10.2011
462583	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	MOGASIN VAIHTO	.	24.4.2011
268550	AK PURKULINJA	VENTTIILI 2	5163HV0902	99	WO	PUSKUSÄILIÖN POISTOVENTTIILI.	AK_3300_HV_0902 VET	22.9.2009

Taulukon 5- mukainen toimenpide suoritetaan jokaiselle 137:lle edellä mainitulle positiolle, jonka perusteella saadaan käsitys yksittäisen position vaatiman ennakkohuollon taso. Taulukossa 4 voidaan nähdä venttiileitä, joille ei ole kovinkaan montaa työmääräintä luotu vuosien saatossa ja onkin poikkeava ilmiö, mikäli dataa tarkastellaan määrällisesti. Laadullisesti tarkasteltuna ilmiö on erikoinen, sillä se tarkoittaa, ettei esimerkin venttiileille ole suoritettu huoltoja ja huolto on reaktiivista. Lisäksi on huomioitava venttiilit, joille ei ole myöskään ikinä luotu työmääräintä, riippuen myöskin siitä onko venttiiliä olemassakaan. Pääasiallisesti resurssit ovat keskittyneet kohteisiin, joiden tiedetään ennakoiden vaativan huoltoa ja kohteisiin, joiden suorituskykyä voidaan mitata.

Vähäiselle huomiolle jääneet venttiilit ovat käytännössä samanlaisessa tilanteessa kuin luvussa 4.6 olevat positioimattomat kohteet. Käytännössä position

laitteille ei suoriteta johdonmukaisesti tarkistuksia, joiden perusteella huoltotarpeeseen voidaan reagoida. Ei ole kuitenkaan perusteltavissa ryhtyä irrottamaan yksittäisiä kohteita tarkistusten takia, sillä asennusvirheen mahdollisuus kasvaa.

Sitä vastoin luvussa 4.7 mainittu painelaitedirektiivi vaatii painelaitteille kunnonvalvontaa ja näin ollen putkiston kunnonvalvonta ei jää mittausten ulkopuolelle. Putkistoille on suoritettava kunnonvalvontaa NDT- mittauksilla 4 vuoden välein vaatimusten täyttämiseksi, mutta on suositeltavaa myös tarkastella putkistoa silmäääräisesti. Kuvassa 4 esitetään erään lohkon hapensyöttölinjan ja hapensyöttölinjan huuhtelulinjan y-haaran putkistoa. Kohde on kriittinen kunnonvalvonnan osalta ja aiheuttaa vikaantuessaan välittömän autoklaavin alasajon, sillä vuotoa ei voida hallita venttiileillä. Lisäksi vikaantuneen y-haaran korjaus on erittäin haastavaa ja aiheuttaa suoraan useamman päivän suunnittelemattoman katkon.



Kuva 4 Hapen syöttölinja ja huuhtelulinjan haara

Y-haarojen huolellinen kunnonvalvonta on näin ollen perusteltua ja hyvin tärkeässä osassa autoklaavin kunnonvalvontaa. Samanlaisia kohteita löytyy autoklaavilta 6 kappaletta. Tämä antaa erinomaisen mahdollisuuden- mutta myös tilaisuuden tarkastella putket sisältä. Tähän saumaan on suotavaa valmistella venttiilin-

vaihto tai tarkistus, jonka perusteella voidaan päätellä kohteiden kunto ja mahdolliset jatkotoimenpiteet. Samanlaista lähestymistapaa sovelletaan jokaiseen autoklaavin putkistoon

Autoklaaville suoritetaan NDT testejä 4 vuoden välein, johon sisältyy putkistot. Putkistojen tarkistusten yhteyteen aikataulutetaan myös venttiilinvaihdot, joka tarkoittaa tarvittavien resurssien varaamista työn suorittamiseen. Työ vaatii tekijät ja varaosat työn suoritukseen, mutta aivan yhtä tärkeässä osassa on työohjeet kunkin työvaiheen suorittamiseen. Kaikkien tarvittavien työvaiheiden myötä on myös harkittava työvaiheiden sekä positioiden ”niputtamista” samaan kokonaisuuteen. Kuvan 4 tilanteessa tarkistuksen lisäksi irrotettavien venttiilien kokonaisuus aikataulutetaan samaan hetkeen riittäväillä resursseilla, jotta työvaiheiden sirpaloitumista ei pääse tapahtumaan. Toisin sanottuna putkilinjan venttiilit irrotaan tarkistuksen ajaksi ja uudet asennetaan riittävän tarkistuksen jälkeen.

On syytä kuitenkin huomioida, ettei putkitarkistuksia tarvitse kaikkia tehdä kerralla. Elinkaarimallissa putkistotarkistuksia suoritetaan 4 vuoden aikana, eli kaikki kriittiset putkilinjat ovat tarkistettu 4 vuoden sykleissä. Sykli alkaa alusta, kun ensimmäisen kohteen tarkistuksesta on kulunut 4 vuotta. Sama pätee myös autoklaavin mantteliin, joka on myös jaettu kahteen osaan aikataulurajoitteiden takia.

4.9 Elinkaarimallin rakentaminen

Elinkaarimallin rakenne perustuu voimakkaasti historiadatan tuottamaan tietoon, mutta tärkeässä osassa on myös eri henkilöstöryhmien näkemys. Kerran viikossa pidettiin palaveri elinkaarimallin etenemisestä, jolloin kunkin aselajin edustaja pystyi esittämään mielipiteen kunkin position huoltotarpeesta. Hyvänä esimerkkinä toimii erilaisten instrumenttien vaihtotarve. Esimerkiksi lämpötila-antureiden toimintaa on hyvin vaikea ennakoida, sillä asiantuntijanäkemyksen mukaan ne joko toimivat tai eivät. Tämä tietenkin on totta sähkötekniikan saralla, mutta juurisyy toimimattomuudelle voi olla hyvinkin vakava, sillä lämpötila-anturit ovat suojasukitettu autoklaavissa. Käytännössä kyse ei ole niinkään itse lämpötila-anturin tarkistuksesta, vaan suojasukan tarkistuksesta, johon olennaisesti sisältyy ennalta määritellyt erilaiset tarkistustyövaiheet. Lisäksi hyvin filosofinen kysymys

toistui palavereissa: *jos se on tähän asti pelannut, niin miksi se ei pelaisi seuraavat kymmenenkin vuotta?*

Pyrkimyksenä onkin tarkistaa, että antureiden suorituskyvyn muutokselle ei ole havaittavia merkkejä. Toisekseen ennalta määritellyin välein suoritettavat laitevaihdot luovat materiaalivirtausta varastoiduille nimikkeille. Pyrkimyksenä on ehkäistä varastovikaantumista, mutta myös mahdollisuuden reagoida laitteiden versiomuutoksiin. Tällä tarkoitetaan valmistajan laitteelle suorittamaa versiomuutosta, joka ei välttämättä ole suoraan yhteensopiva vanhan laitteen kanssa. Hankinta- ja varastohenkilökunnalla on näin ollen mahdollisuus reagoida valmistajan muutoksiin ja konsultoida asiantuntijoita versiomuutosten yhteensopivuudesta ja mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

Tärkein elinkaarimallin anti onkin luoda jokaiselle autoklaavin laitteelle ja kohteelle järkevä elin ikä, jonka mukaan kaikki toimivat aselajista riippumatta. Liitteessä 1 esitetään vuosien 2025–2027 tapahtuvat huoltotoimenpiteet. Jokainen yksilöllinen väri ja fonttityhdistelmä kertoo kullekin kohteelle varattua yksilöllistä kustannusta. Esimerkiksi 5163HV0901-02 ovat samanvärisiä, joten niiden kustannukset ovat samat. Jokaiselle elinkaarimallissa mainitulle positiolle/kohteelle on oma suunniteltu huoltoajankohta sekä positio/huoltokohtainen kustannus, joka kumuloituu kunkin huoltoseisakin arvioiduksi budjetiksi autoklaaville. Elinkaarimallin budjettiarvioita verrattiin edellisvuosien kustannuksiin. Kustannussäästöjä kyllä kyetään saavuttamaan vuotuisella tasolla, mutta niillä harvoilla vuosilla, jolloin sattuu 2 huoltoseisakkia samalle vuodelle, ylittyy kustannusarvio edellisvuosiin verrattuna jonkin verran.

Elinkaarimallin mukaan budjetoidun seisakin toteumaa seurataan huoltoseisakin post mortem palaverissa. Pääasiallisesti käydään läpi toimenpiteiden suoritus- ja valmistumisprosentti sekä budjetin toteuma. Mikäli havaitaan puutoksia tai poikkeamia suoritteissa, pyritään juurisyy selvittämään.

Avainasemassa onnistumiselle on kuitenkin johdonmukainen ja tarkka työnsuunnittelu. Työnsuunnittelijat luovat JDE- kunnonvalvontajärjestelmään jokaiselle yksilölliselle kohteelle ennakkohuolto työmääräimen, josta jokainen sisältää arvion

työn kestosta, työhjeen ja työvaiheet sekä eri aselajien vaatimukset työn suori-
tukseen. Kuukausia ennen huoltoseisakin alkua työsuunnittelijat aikatauluttavat
ja ”niputtavat” töitä elinkaarimallin mukaisesti sekä varmistavat tarvittavat resurs-
sit töiden suoritukseen. Taulukossa 6 esitetään kullekin kohteelle omat yksilökoh-
taiset suoritevaatimukset, jotka työsuunnittelija sisällyttää ennakkohuoltotyö-
määräimen suoriterajapinnoiksi.

Taulukko 6 toimenpide lista työhjeen lisäksi

positio	toimenpide 1	toimenpide 2	toimenpide 3	toimenpide 4	toimenpide 5	toimenpide 6	toimenpide7
5163HV0902	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö		jälkikiristys 100-asteessa
5163HV0901	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö		jälkikiristys 100-asteessa
5163HV0802	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö		jälkikiristys 100-asteessa
5163HV0804	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö		jälkikiristys 100-asteessa
5163HV0908	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö		jälkikiristys 100-asteessa
5163HV0811	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö		jälkikiristys 100-asteessa
5163HV0803	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö	telineet	jälkikiristys 100-asteessa
5163HV0801	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö	telineet	jälkikiristys 100-asteessa
5163HV0852	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö		jälkikiristys 100-asteessa
5163HV0735B	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö		jälkikiristys 100-asteessa
5163HV0911	vaihda venttiili	vaihda tiivisteet	tarkista tiivistepinnat	venttiilin koestus	venttiilin koekäyttö		jälkikiristys 100-asteessa

On syytä mainita, että elinkaarimallin vuosikohtaiset kohteet toimivat pohjana
suoritteille. JDE toiminnanohjausjärjestelmään tallentuneet ajonaikaiset työmää-
räimet suunnitellaan ja suoritetaan elinkaarimallin toimenpiteiden lisäksi. Niihin
kuuluvat olennaisesti kunnonvalvonnan ja mittauksiin perustuvien huomioiden ai-
kaansaamat työmääräimet. Erilaisten havaintoihin perustuvat työmääräimet suo-
ritetaan myös, jotka erikseen vaativat huoltoseisakkia työn suorittamiseksi.

5 TUTKIMUKSEN MENETELMÄLLISET RATKAISUT

5.1 Tutkimusmenetelmä

Tapaustutkimusta voidaan hyödyntää tutkittaessa esimerkiksi yksilökohtaisia elinkaaria, johtamisprosesseja, organisaatiomalleja tai teollisuuden kasvua. Yleisesti tapaustutkimuksen voidaan sanoa soveltuvan menetelmäksi, kun haetaan vastauksia kysymyksiin ”miten” ja ”miksi”, ja halutaan tutkia mahdollisimman tarkasti jotain tiettyä tosielämän tapahtumaa tai ilmiötä. Mitä paremmin tapahtumaa tai ilmiötä halutaan selittää näiden kysymysten avulla ja mitä tarkemmin asiaa halutaan tutkia, sitä varmemmin tapaustutkimus soveltuu menetelmäksi. (Yin 2009, 2–4.)

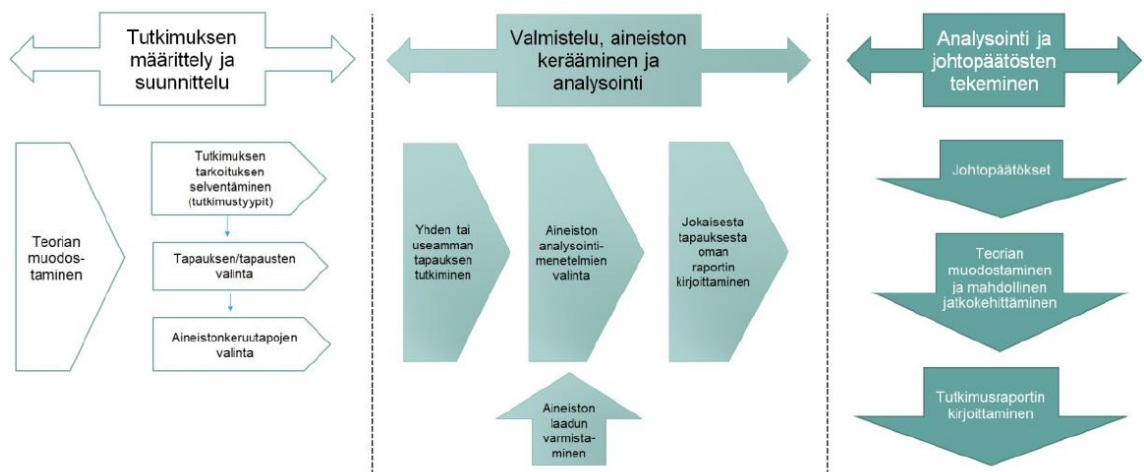
Tutkimustyölle asetetaan aina tavoitteet, joita lähestytään tietyillä lähestymistavoilla, johon sisältyy olennaisesti aineiston hankintatavat sekä analysointi samalla noudattaen valittua prosessia. Tässä tutkimustyössä pyritään kuvaamaan elinkaarimallin käyttöönotto ja siihen liittyviä prosesseja, jossa Eriksson ja Koistisen 2014 mukaan kuvailevaan tutkimustyöön kuuluu olennaisesti tiheä asioiden kuvaus sekä hyvän tarinan tuottaminen. Yksi inhimillisen toiminnan ominaisuuksista on ymmärtää maailman toimintaa, jossa asioihin etsitään yhteyksiä ja joiden avulla voidaan muodostaa kokonaisuus. (Eriksson & Koistinen 2014, 11–12.)

Tämän tutkimustyön menetelmänä käytetään tapaustutkimusta, joka soveltuu hyvin yksittäisen tutkimuskohteen tutkimiseen. Tapaustutkimus mielletään usein empiiriseksi eli kokemusperäiseksi tutkimiseksi, missä ilmiö tavataan sen omassa ympäristössään ja todellisessa tilanteessa tutkimustyön aikana. (Yin 2003, 11–15.)

Tapaustutkimuksessa on hyvin tyypillistä kerätä tutkimusaineistoa monen eri tutkimusmenetelmän avulla, joiden avulla saavutetaan hyvin kokonaisvaltainen kuva tutkimuskohteesta. Useamman tutkimusaineiston käyttäminen tutkimustyössä edesauttaa kokonaisvalaisen kuvan hahmottamisessa ja näin ollen luo perustaa kehitysehdotusten luomiselle. Tutkimusaineistoa voidaan kartuttaa laadullisin

menetelmin, kuten haastatteluiden, dokumenttien ja kokouspöytäkirjojen avulla mutta myös kahvipöytäkeskustelujen avulla. Määrällisen aineisto sisältää sitä vastoin tilastoja, numeerisia suureita sisältävää tietoa, kuten prosessista saatavia lukuja sekä mitattavaa tietoa. (Eriksson & Koistinen 2014, 30–31.)

Tapaukselle ei ole olemassa Piekkarin, Playkouinnakin ja Welchin 2009- mukaan niin sanotusti ”käsikirjaa”, jonka mukaan tapaustutkimuksen voisi vaihe vaiheelta suorittaa. Piekkarin 2009, mukaan tehty kuvio 11 voisi toimia yhtenä iteraationa tulkitessa tapaustutkimuksen metodiikkaa. Kaavioissa oleviin laatikoihin on merkitty tutkimusvaiheiden teemat, jotka vaikuttavat toinen toisiinsa. Laatikoiden alapuolelle on vaiheistettu toimenpiteet, joiden avulla kunkin kohdan suorittamisella voidaan suorittaa tapaustutkimus.



Kuvio 11 Tapaustutkimuksen vaiheet. (Mukaillen Piekkari, Plakoyinnaki, & Welch 2009, 110)

Tutkimuksen alussa valitaan teoreettinen viitekehys tai lähestymistapa, jonka avulla uutta tietoa ryhdytään tuottamaan. Tutkimusaiheesta riippuen tutkimuksen teoreettinen tulkintaviitekehys tulee olla tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukainen ja muodostuu lähestymistavasta riippuen. Tämän jälkeen tutkimustyön tekijä selventää tutkimustyön tarkoituksen, tavoitteet ja kohteen, jota lähestytään valitusta näkökulmasta. Lisäksi määritellään mitä prosesseja, ominaisuuksia ja yhteyksiä halutaan tutkia. Suunnitteluvaiheen jälkeen kootaan tutkimusaineisto, jolloin tapaustutkimukselle ominaiseen tyyliin ainakin kahta aineistonhankintame-

netelmää, jotka myös tukevat toisiaan. Koottu tutkimusaineisto on koottava sel-laiseen muotoon, joka vastaa hyvin tutkimuskohteen kuvausta. Viimeisenä tulee tapaustutkimukseen kuuluvat analyysimenetelmät, joihin kuuluu mallintaminen, selitysten rakentaminen ja aikasarja-analyysi. Analyysin tuloksena voi syntyä ha-vaintoja, joiden pohjalta on palattava suunnitteluvaiheisiin päivittämään tutkimus-kysymyksiä. Näin tutkimustyön päävaiheet ovat vuorovaikutuksessa keskenään. (Piekkari, Plakoyinnaki & Welch, 2009, 110–111; Yin 2003, 72–75)

5.2 Aineiston keruu ja käsittely

Tapaustutkimuksen suoritukseen kuuluu olennaisesti haastattelut aineistonke-ruumenetelmänä. Haastattelut tarjoavat tutkimusaiheesta syvällisempää tietoa haastateltavan kokemuksista sekä näkemyksistä sekä toimivat lisänä kattavassa tiedonkeruussa. (Turner 2010, 754.)

Laadullisen datan keruumenetelmänä yleisin on kahdenkeskeinen haastattelu. Kahdenkeskeisessä haastattelussa haastattelijä keskustelee haastateltavan kanssa keskustelunomaisesti ja pyrkii näin keräämään syvällisempää tietoa ai-heesta. Haastattelussa pyritään keräämään haastateltavan yksilökohtaisia koke-muksia, tuntemuksia ja mielipiteitä, joiden avulla on mahdollista saada aiheesta lisätietoa, mutta voi myös paljastaa aiheen lisätutkimuksille. (Rubin, H & Rubin, I. 2005, 3)

Kahdenkeskeisiä haastatteluja voidaan suorittaa hallituissa ympäristöissä, kuten toimistoissa, mutta haastatteluita voidaan suorittaa myös puhelimitse tai video-puhelun avulla. Haastattelumenetelmät voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat puolistrukturoitu haastattelu, strukturoitu haastattelu ja avoin haastat-telu. Puolistrukturoitu haastattelu eli teemahaastattelu on yleisimpiä haastattelu-muotoja. Teemahaastattelussa agenda on valmiiksi muodostettu ja haastattelijä pyrkii saamaan ennalta rakennettuun runkoon vastauksia sekä mahdollisia tar-kennuksia. Teemahaastattelun ominaisuutena on pieni haastateltavien määrä, mutta vaatii sitä vastoin haastattelijalta syvällisen perehtymisen aiheeseen sekä

huolellisen haastatteludatan analysoinnin. Strukturoitu haastattelu on lomakehaastattelu, jossa haastattelukysymyksen ovat kiinteitä ja vastaajia paljon. Lomakehaastattelun kysymykset ovat samoja kaikille ja sallii näin ollen hyvin vähän lisäkysymyksiä sekä tieto on pinnallista. Avoin haastattelu on hyvin vapaamuotoinen ja pienellä haastattelijoiden määrällä muistuttaa keskustelua sillä siihen ei sisälly valmista haastattelurunkoa sekä kysymyksiä. Vapaasti etenevällä keskustelulla on myös mahdollista saada syvällisempää näkemystä asioihin, mutta haastattelun datan analysointi on työlästä. (U.S Food & Drug Administration. 2017, 11–13.)

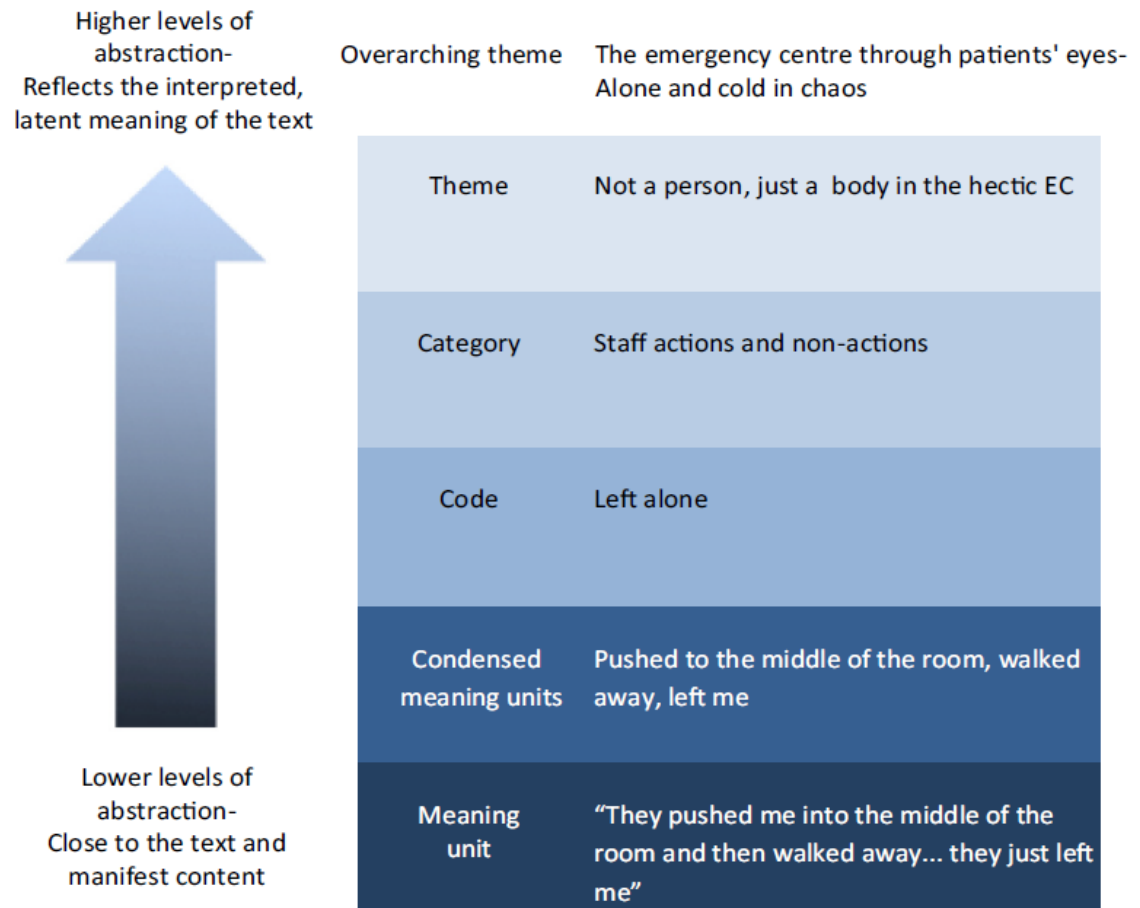
Uskottavien lopputulosten saavuttamiseksi on tutkijan suunniteltava tutkimus huolellisesti, jossa tutkija valitsee tutkimusaiheen ja selvittää mihin kysymyksiin halutaan vastauksia. Tutkimustyöhön on valittava haastateltavat ja miettiä mitä haastateltavilta halutaan kysyä. Tutkimustyön edetessä voidaan saavuttaa vastauksia, jotka ovat tutkimustyön ulkopuolella tai uusia sekä odottamattomia vastauksia. Tutkijan on haastattelun lomassa tai päätteeksi päätettävä ovatko kysymysten vastaukset tutkimustyön kannalta oleellisia ja johtaako vastaus lisäkysymyksiin. (Rubin & Rubin 2005, 39.)

Teemahaastattelu mielletään usein mielekkäänä tai helppona tapana suorittaa haastattelu, mutta vaatii kuitenkin haastattelijalta erityisen hyvää valmistautumista aiheeseen. Teemahaastatteluun kuuluu olennaisesti muutamia ennalta määriteltäviä kysymyksiä, jotka ovat riittävän avoimia, jotta haastateltavan vastauksista ei voida ennalta arvata ja samalla luoden mahdollisuuden lisäkysymyksille. Tällöin haastattelijan täytyy improvisoida jatkokysymyksiä haastattelun lomassa, jotta saavutetaan syvällisempää tietoa aiheesta. Teemahaastattelu vaatii kuitenkin huomattavan määrän valmistautumista ja huolellista kysymystenasettelua sekä lopuksi huolellisen haastattelun analysoinnin. (Wengraf, T. 2001, 30–31.)

Teemahaastattelu on kahden henkilön välinen keskustelunomainen haastattelu, jonka avulla on mahdollista hankkia nopeasti uutta tietoa. Teemahaastattelu on luottamukseen perustuva tutkijan ja haastateltavan tiedonvaihtoa. Teemahaastattelun valmistelussa on tärkeää valita haastateltavat huolellisesti, mutta myös ilmoittaa haastateltaville haastattelun aihe, jotta haastateltava voi valmistautua haastatteluun. Lisäksi haastateltavalle ei kannata tarjota liikaa tietoa, sillä se voi ohjata haastattelun vastauksia ratkaisevasti. Haastateltavan valintaan on syytä kiinnittää huomiota, sillä haastattelun lopputulos liittyy kriteereihin, joilla haastateltava on valittu, mutta myös halutun lisätiedon saavuttamiseen. (Saaranen-Kauppinen, A & Puusniekka, A. 2021)

5.3 Aineiston analyysi

Aineiston analyysiin on käytetty aineistolähtöisen sisällönanalyysin menetelmää. Lähtökohtana sisällön analyysissä käytetään usein litteroitua haastattelua, missä päämääränä on järjestelmällisesti muuntaa ja tiivistää suuri määrä materiaalia tutkimuksen kannalta keskeiseksi sisällöksi. Sanallisen haastattelun muodostaman raakadatan analysoinnin on tarkoitus muodostaa edelleen pelkistetympää dataa askel kerrallaan ryhmittelyn ja luokittelun avulla. Ensiaskel analysointiin on sisäistää ja lukea haastatteluaineisto useita kertoja, jotta saadaan käsitys, mitä haastateltavat haluavat lausunnoillaan kertoa. Pyrkimyksenä on löytää tutkimuksen kannalta oleellinen sanoma, jonka jälkeen aineistoa pelkistetään samalla säilyttäen alkuperäisten ilmausten keskeisiä sisältöjä (Kuvio 12). Pelkistämisen jälkeen aineisto ryhmitellään samankaltaisiin tai eroaviin käsitteisiin. Samaa tarkoittavat käsitteet ryhmitellään sisältyvien käsitteiden mukaisesti yhdeksi luokaksi. Toisin sanottuna ryhmä muodostuu samankaltaisuuksia yhdistämällä luokiksi, joko sisältönsä tai aihealueen mukaan. Luokat voidaan jakaa ala- ja yläluokiksi, jolloin alaluokissa keskenään yhteneväiset seikat abstrahoidaan yläluokiksi niin ikään kasvavana abstraktion tasona. Tällöin pyrkimyksenä tuoda datasta esille ilmeisin sisällön tarkoitus, joka on nähtävissä ja päivänselvää. (Erlingsson, C & Brysiewicz, P. 2017, 94.)



Kuvio 12 Kaavio kasvavasta abstraktion tasosta sisällön analyysissä (Mukaiillen Erlingsson & Brysiewicz 2017, 94.)

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia käyttökokenuksia elinkaarimallista on tähän mennessä kohdattu ja miten elinkaarimalli on kehittännyt autoklaavin kunnossapidon toimintoja. Aineiston analyysissä lähdin liikkeelle tutkimuskysymyksistä, joiden avulla etsin aineistosta vastauksia tutkimuskysymyksiini. Aloitin hakemalla aineistosta vastauksia tutkimuskysymykseen ” Mitä hyötyä elinkaarimallista on ollut?” Tämän jälkeen hain vastauksia tutkimuskysymykseen ” millaisia kehittämishaasteita elinkaarimalliin liittyy” sekä ” miten tämänhetkistä elinkaarimallia halutaan kehittää?”. Toisin sanottuna haen aineistosta vastauksia elinkaarimallin hyödyistä, haitoista ja kehitysehdotuksista.

Aineistoon tutustuminen alkoi litterointivaiheessa, kun kirjoitin videopuhelin aikaisia haastattelunauhoituksia kirjalliseen muotoon. Litterointi pyrittiin aloittamaan heti haastattelun päätyttyä, jotta haastattelun kokonaiskäsitys säilyisi mahdollisimman hyvin. Haastattelunauhoituksia joutui siitä huolimatta litterointivaiheessa kuuntelemaan lukuisia kertoja toistuvasti uudelleen, jotta haastattelun kokonaiskäsitys ilmaisusta säilyisi. Litteroitua aineistoa joutui lukemaan usein uudelleen, jotta ymmärrys tutkittavasta ilmiöstä selvenisi. Jokaisen haastattelun kohdalla litterointi tapahtui samalla tavalla ja litterointi kirjoitettiin MS powerpoint ohjelmaan. Tämän jälkeen kaikkien haastatteluiden erillinen litterointiaineisto yhdistettiin samojen haastattelukysymysten alle samaan tiedostoon.

Seuraavaksi litterointiaineisto siirrettiin MS Exceliin yksittäisten haastattelukysymysten alle, jotta litteroinnin rakenne saatiin säilytettyä alkuperäismuodossaan. Sisällönanalyysin apuvälineenä käytin MS Exceliä, joka omasta mielestäni soveltuu tekstin käsittelyyn ja erillisten ilmaisujen korostamiseen analysoinnin edessä. Seuraavaksi aloitin autenttisten ilmaisujen pelkistämisen samalla huomioiden, että alkuperäinen sisältö säilyy pelkistyksessä. Tämän jälkeen jokainen erillinen pelkistys luokiteltiin yleisellä, hieman karkealla tasolla. Luokittelun lomassa alkoi paljastumaan, etteivät jotkin poimituista pelkistyksistä vastaa mihinkään tutkimuskysymykseen. Tällaiset ilmaisut katsottiin tarpeettomiksi ja hylättiin.

Jäljelle jääneet pelkistykset sitä vastoin luokiteltiin yhteneviin ja tutkimuskysymyksen kannalta oleellisiin luokkiin. Yksinkertaisesti nuolia piirtämällä pelkistykset ryhmiteltiin saman luokan alle omiksi ryhmikseen. Kun pelkistykset oli saatu ryhmiteltyä, nimettiin jokainen ryhmä, eli alaluokka vastaamaan pelkistysten yhtenevyyksiä.

Tämän jälkeen samankaltaiset alaluokat ryhmitellään yläluokiksi, joka on kaikkia alaluokkia yhdistävä ryhmä. Luokittelu yläluokiksi tapahtui hieman eriävällä tavalla kuin alaluokkien kohdalla, sillä yläluokkaa ilmaisee erillinen väri nuolien sijaan. Tässä tapauksessa yhtenevät alaluokat yhdistetään yhden hallitsevan värin alle, niin ikään yläluokan värin alle. Tulkitsemisen helpottamiseksi liitteessä 3 esitetään sisällön analyysin eteneminen, missä pelkistetyt ilmaisut luokitellaan kärkejitetysti sisältöä vastaaviin alaluokkiin. Lisäksi alaluokkia yhdistää kuvauksensa

perusteella yhtenevä ja hallitseva yläluokka, mikä liitteessä 3 on nimetty ”Kunnossapidon johtaminen”.

Haastattelutulosten myötä aineisto on abstrahoitu muotoon, joka tutkimuskysymyksiin viitaten voidaan tulkita olevan elinkaarimalliin liittyviä hyötyjä, jotka tiivistyvät kunnossapidon johtamista edesauttaviksi seikoiksi.

6 TUTKIMUSTULOKSET

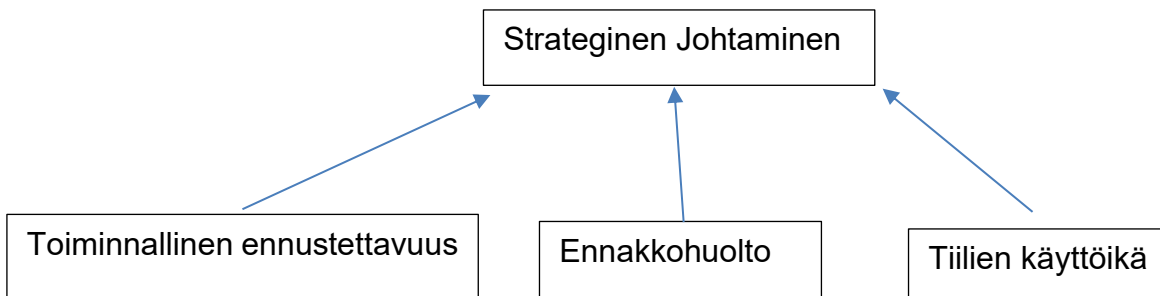
6.1 Autoklaavin elinkaarimallin hyödyt

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen: ”Mitä hyötyä elinkaarimallin käyttöönotosta on ollut?”- sain sisällönanalyysin menetelmää käyttäen havaitut hyödyt jaettua seuraavien neljän osa-alueen alle.

6.1.1 Strateginen johtaminen

Strategista johtamista edesauttaa esimerkiksi toiminnallinen ennustettavuus, missä etu on ilmaistu seuraavasti:

”niin näen sen edun niin me meillä on selkeästi suunnitelmissa, että mitä vaihdetaan ja sitä myöten kustannukset on ennakoitavissa ja miten varaudutaan. Varsinkin sen hyödyn näen,. että. on budjetoitu kuoren paksuusmittaukset ym. Kyllä se tuo tälle toiminnalle sellaista toiminnallista ennustettavuutta.”



Lisäksi tiilien tehokas käyttöikä on saatu tunnistettua historiatietoihin perustuen, mutta myös analysoimalla tiiliä. Strategisessa mielessä etuna nähdään selkeästi se, että laite on hallinnassa ja sen kunnossapitämiseksi on hyvä menetelmä.

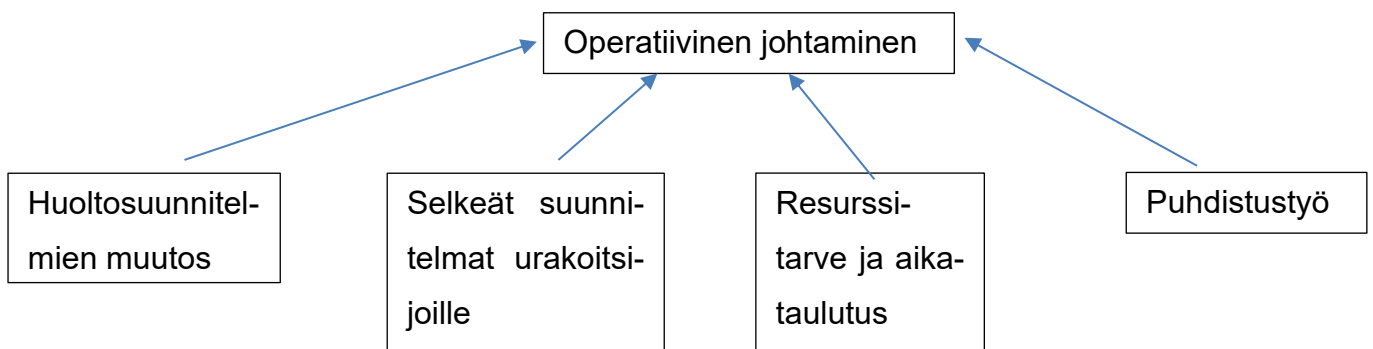
”..Eli minulle se on selkeä ja uskottava suunnitelma. Me hallitaan se laite ja meillä on (tiilivuorauksen suhteen) hyvä menetelmä millä me pidetään sitä ajokuntoisena. Tätä ennen meillä oli tiilitoimittaja, joka sanoi, että ”se on 6 vuotta ja kaikki vaihtoon” ja se oli se fakta mikä me tiedettiin.”

Sitä vastoin strategisessa mielessä jotkin kohteet kannattaa vaihtaa ennakkoon, vaikka epäilystä vikaantumisesta ei ole. Tällöin kokemuspesäiseen tietoon perustuen laitteille suoritetaan ennakkohuoltoa seuraavasti:

”Kokemuksen mukaan on päädytty siihen, että jotkut venttiilit vaihdetaan (ja huolletaan) vaikka olisivatkin toimintakuntoisia.”

6.1.2 Operatiivinen johtaminen

Operatiivisen toiminnan tasolla johtamiseen liittyvät toiminnot liittyvät hyvin pitkälti huoltosuunnitelmien, urakoitsijoiden, toimitusaikojen, resurssitarpeiden sekä aikataulutuksen hallintaan. Huoltosuunnitelmien muutos vaikuttaa hyvin selkeästi resurssitarpeisiin, urakoitsijoihin ja toimintojen aikataulutukseen, mutta etu nähdään suunnitelmien selkeydessä.



Operatiivisella tasolla resurssitarve ja aikataulut on pysynyt hyvin pitkälti samaa. Elinkaarimallin mukaisille- sekä lisääntyneille toimenpiteille on tehty hie- man tapauskohtaisesti resurssiarviointia. Siitä huolimatta resurssitarve on hyvin samanlainen kuin aikaisemminkin:

”Minun mielestä resurssimäärä on tähänkin asti melko lailla sama monia vuosia niin ei hirveitä vaikutuksia. Kyllä minun mielestä ei klaavilla ole jäänyt töitä tekemättä. Aika hyvin onnistuttu siinä.”

”..viime katko mentiin 1 päivä alle budjetoidun, että tuota ilmeisen hyvin. Kokonaisuunaan peilaten se ainakaan hidastanut sitä..”

Tieto saavuttaa myös urakoitsijat, jolloin myös urakoitsijoilla on selkeä käsitys suunnitelmista ja mahdollisuus varautua tarvittavilla resursseilla:

”Ainakin se selkeyttää sitä myös sille urakoitsijalle sitä, että mitä siellä (autoklaavissa) tullaan tekemään. kun on suunnitelmat, mitä tiiliä tullaan vaihtamaan niin ne (urakoitsijat) osaa paremmin suunnitella työkalut, resurssit ja aikataulut. että nyt sille on selkeä aikataulu ja työjärjestys..”

Operatiivisella tasolla huoltosuunnitelmien muutoksen myötä etu nähdään myös suunnitelmien selkeydessä. Selkeiden suunnitelmien myötä aikataulutuskkin on helpommin suunniteltavissa, joka on ilmaistu seuraavasti:

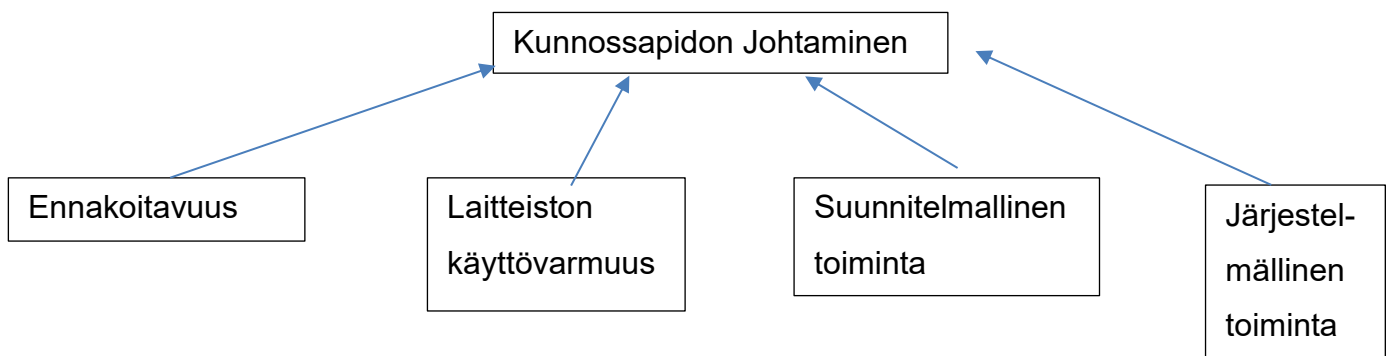
”Nyt kun se tuli niin selkeesti tuli tiettyjen aikajaksojen välillä vaihde- taan tai tarkastetaan kohteita. Kyllä se semmoinen säännönmukai- sen tarkastelu se on tosiaankin suunniteltua hommaa.”

Puhdistustyön sujuvuus on ratkaisevassa asemassa muuraustöiden sujuvuuden kannalta ja suunnitelmat puhdistustöille on valmisteltava hyvissä ajoin.

”Mikä on nyt tämä tiilien vaihdoista, mikä antaa pohjaa puhdistamiin, että päästäisiin mahdollisimman äkkiä niitä tiiliä vaihtamaan.”

6.1.3 Kunnossapidon johtaminen

Kunnossapidon johtamisessa saavutetut hyödyt ovat selkeästi ennakoitavuuteen, käyttövarmuuteen, suunnitelmalliseen- ja järjestelmälliseen toimintaan liittyvät seikat. Kunnossapidon johtamiseen liittyvät hyödyt voidaan jakaa seuraavasti neljään luokkaan.



Kasvanut ennakoitavuus ja selkeät suunnitelmat nähdään hyvin oleellisena hyötynä kunnossapidon johtamisen tasolla. Säännönmukainen toiminta ja selkeämmät raamit erilaisiin toimintoihin on ilmaistu seuraavasti:

”.. LCM:llä olevat Malli WO:t helpottaa varaosien hankintaa.. Kyllä ne osat selkeästi osat löytyvät helpommin kuin aikaisemmin. kyllähän se (LCM) tuo siihen sellaista suunnitelmallisuutta ja näkymää pitemmälle tulevaisuuteen..”

Kunnossapidon johtamiseen liittyviä hyötyjä voidaan korostaa käyttövarmuuteen, liittyvissä seikoissa. Käyttövarmuuden osalta havaitut hyödyt rajautuvat erilaisten laitteiden käyttövarmuuteen, missä hyödyt ovat ilmaistu seuraavasti:

”Tiedetään historiasta, että mitä kannattaa vaihdella. Kun vaihtoja tehdään, niin todennäköisesti saavutetaan 8 kuukauden huoltoväli todennäköisemmin. Kyllä LCM kautta tulleiden töiden vaikutus luotettavuuteen on merkittävä, että päästään seuraavaan katkoon.”

Pidentyneen huoltovälin vaikutus käyttövarmuuteen on huomattavissa, jolloin järjestelmällisen ja suunnitelmallisen kunnossapidon rooli kasvaa huomattavasti. On syytä huomioida, että suunnitelmallisen ja järjestelmällisen kunnossapidon vaikutus käyttövarmuuteen katsotaan vastaavan pidentyneen huoltovälin tuomaan epävarmuuteen, joka on ilmaistu seuraavasti:

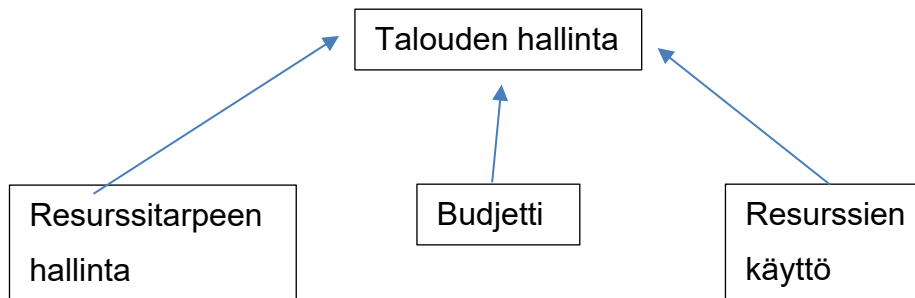
”Kyllä se tuo sitä luotettavuutta sinne toimintaan ja just sitä suunnitelmallisuutta sinne tulevaisuuteen....Se 8 kuukauden huoltoväli tuo sitten käänöpuolena vähän sitä epävarmuutta, siihen sitten seisakin työlistat on sitten selkeät. Eli hyötynä selkeys töihin ja suunnitelmiin.”

Lisäksi järjestelmällisen toiminnan myötä suoritetaan enemmän suunniteltuja töitä, mitä välttämättä ei aikaisemmin ole ikinä suoritettu. Tällöin tulee tarkasteltua useampiakin paikkoja suunnitellusti ja säännöllisesti.

”..sinne tuli nyt vähän lisää suunniteltuja töitä, laitevaihtoja ja tarkastuksia mitkä ei sinällään ole edes millään tavalla edes huono asia.”

6.1.4 Talouden hallinta

Talouden johtamisen näkökulmasta edut ovat hyvin selkeästi rajautuneet resurssitarpeen hallintaan sekä budjettiin. Laitteiden vaihdot, tarkistukset sekä niihin liittyvät kustannukset katsotaan olevan selkeämmin hallittavissa sekä ennakoitavissa.



Resurssitarpeen hallinnan on katsottu olevan helpompaa, sillä elinkaarimalliin kuuluu olennaisesti selvitys kunkin kohteen kustannuksista niin lyhyellä kuin pitkälläkin aikavälillä. Hyödyt ovat resurssitarpeen hallinnan kohdalla ilmaistuu seuraavasti:

"..Tiedetään mitä aiotaan tehdä ja paljonko se vaati henkilötyötunteja ja milloin se aiotaan tehdä jne. Se on tuonut vähän selkeyttä siihen. Kyllähän se siinä auttaa kun tiedetään mitä aiotaan tehdä niin siihen on myös helpompi hankkia ostatkin valmiiksi."

Lisäksi resurssien käytön on katsottu tasoittuvan, missä ei tapahdu suuria kerta kustannuksia sekä toimintaa voi paremmin ennakoida.

"No ehkä se on vähän paremmin ennakoitavissa, jos niin voi sanoa. Ei tule kaikki kuusi lohkoa venttiilivaihtoineen samaan seisakkiin. Tasaisempaa kulutusta."

Tieto vaadittavasta budjetista on keskeisessä asemassa rikastamon johtoryhmän toiminnassa ja elinkaarimallin sisältö tarjoaa uskottavan arvion vaadittavasta budjetista.

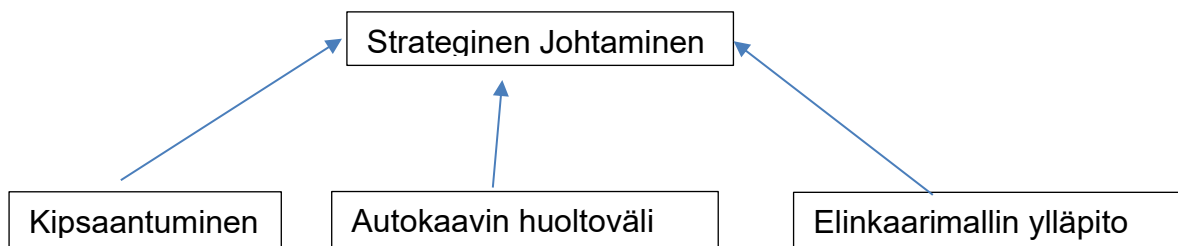
”Sieltähän (LCM:stä) tulee se budjetti .. se ennustettavuus on minun hommassa älyttömän hyvä, koska mikään ei ole inhottavampaa sanoa, kuin että meillä menee 2 euroa ensi vuonna johonkin ja sitten kun se vuosi onkin käsillä, niin sanotaankin ” että ei se onkin 6 euroa eikä 2 euroa.”

6.2 Autoklaavin elinkaarimallin haasteet

Toiseen tutkimuskysymykseen ” millaisia kehittämishaasteita elinkaarimalliin liittyy”- löytyi hyvin monisyisiä vastauksia. Pääasiallisesti haasteet liittyvät kasvanen huoltovälin aiheuttamasta prosessirasituksesta, niin ikään kasvaneesta käyttöasteesta. On kuitenkin huomioitava, että 8 kuukauden huoltoväli on rikastamon strategian kannalta tärkeässä roolissa, minkä tarkoituksena on kasvattaa käyttöastetta sekä laskea yksikkökustannuksia. Sisällönanalyysin avulla kehittämishaasteet saatiin viiden eri pääluokan alle.

6.2.1 Strateginen johtaminen

Strategisen johtamisen tasolla haasteet muodostuivat kolmeen osa-alueeseen, jotka ovat selkeimmin kipsaantumiseen liittyvät haasteet sekä hieman epäsuorasti elinkaarimallin ylläpitoon sekä koko rikastamon kunnossapidon määrittäisiin.



Kipsaantuminen on yksittäinen ja selkeästi hallitsevin haaste strategisen johtamisen tasolla, mikä vaikuttaa oleellisesti autoklaavin toimintaan sen eri vaiheissa. Kipsaantuminen on prosessissa muodostuva sivutuote, jonka vaikutuksesta autoklaavin ajo vaikeutuu kipsaantumisen edetessä. Kasvaneen käyttöasteen myötä huomattava määrä haasteita kohdistuu autoklaavin kipsaantumiseen ja siihen liittyviin riskeihin, mikä osaltaan aiheuttaa muutosvastarintaa 8 kuukauden huoltovälille. Haasteena strategian toteutumiselle on kipsin muodostuminen ja kipsaantumisen hallinta, mikä on ilmaistu seuraavalla tavalla:

”..Me pyrimme sitä kipsaantumista minimoimaan ja niin sanotusti ohjaamaan mihin se (SCALE) kipsaantuu. Happiprofiililla voidaan vähän ohjata, mihin kipsaantumista tapahtuu, niin se vaatii 8 kuukauden katkovälillä enemmän säätämistä. Siinä pitää onnistua vielä paremmin kuin verrattuna 6 kuukauden ajossa..”

Toisekseen 8 kuukauden huoltoväli on muutos koko rikastamon toimintaan, missä autoklaavin huoltoväli määrittää myös koko rikastamon huoltovälin. Tämä tarkoittaa sitä, ettei jauhatusta voi tapahtua autoklaavin huoltotöiden aikana ja näin ollen määrittää vaatimustason myös muun rikastamon laitteiden osalta. Ilmiö SAG-jauhinmyllyn kasvaneesta vaatimustasosta on ilmastu seuraavalla tavalla:

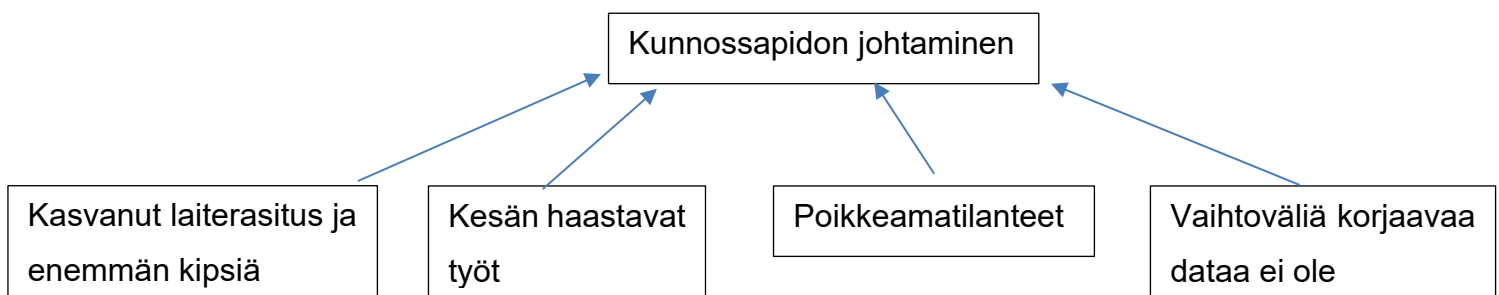
”..Meillä on yksi autoklaavi, joka sanelee muidenkin laitteiden huoltovälit. Niin se siinä mielessä se (autoklaavin huoltoväli) pakottaa meidän vuorausdesignin (SAG- myllyllä) tavoitteen kahdeksaan kuukauteen.. Lisäksi kun aikaisemmin ollaan oltu 6 kuukauden välein, niin siirtyminen 8 kuukauden välein aiheuttaa haasteita myös näissä tilanteissa”

Lisäksi haasteena voidaan pitää elinkaarimallin ylläpitoon liittyviä seikkoja, jotka vaativat henkilöstöltä aktiivista osallisuutta ja päivitystä. Elinkaarimalli on altis näivettymiselle, mikäli elinkaarimallia ei päivitetä ja ylläpidetä uusien havaintojen tullessa esille ja näin ollen nakerra elinkaarimallin mukaisten toimintojen uskottavuutta tulevaisuudessa.

”Niin siinä mielessä meidän pitää muistaa pysyä siinä mielessä kriittisenä sille LCM:lle. Sitten kun me nähdään jotain ja pitää myöskin korjata sinne.. Eli jos me jotain muutetaan, niin sehän pitäisi muuttaa sitä sinne LCM:ään ja silloin me noudatetaan sitä ja se olisi edelleen ennustettavissa se toiminta.”

6.2.2 Kunnossapidon johtaminen

Kunnossapidon johtamisen tasolla haasteet painottuvat voimakkaasti kasvaneeseen laiterasitukseen ja sitä myöten poikkeamatilanteiden hallintaan. Lisäksi haasteita aiheuttavat pakkaskausille epäsuorasti vaikuttavat kunnossapitotyöt, mitkä täytyy aikatauluttaa kesäksi. Tämä aiheuttaa kasvanutta resurssirasitusta kesäkuukausille, mutta myös lisää haastavien töiden määrää kesäkuukausilla. Lisäksi haasteita aiheuttaa näennäisesti laitteiden vaihtoväliä korjaavan tiedon puute.



Eryyisenä huolenaiheena paljastui talvikuukausille sijoittuvat huoltoseisakit sekä kasvanut vaatimustaso muille rikastamon päälaitteille. Talvikuukausille sijoittuvat huoltoseisakit altistavat laitteistoa kylmyydelle, joka poissulkee joitain huoltomahdollisuuksia talvikuukausilta ja näin ollen siirtää huomattavan osuuden huolloista

kesäkuukausille. Tämä kasvattaa resurssitarvetta huomattavasti kesäkuukausien huoltoseisakeille, jotta kriittiset huollot voidaan suorittaa.

”Ainakin se, että 8 kuukauden sykli tuo väkisinkin keskelle talvea sijoittuvia huoltoseisakkeja.. mikä tarkoittaa, että joka toinen seisakeista osuu sinne keskitalvelle.. ettei voida suorittaa.. sähkökatkoja vaativia töitä. .. ajaa sen toiminnan siihen.. isompia töitä kesäkuukausille .. talvikuukausina tehdään sitten ne mitä on ihan välttämättä pakko, että päästään seuraavaan seisakkiin.”

Elinkaaren haasteeksi nähdään myös kasvaneen laiterasituksen vaikutukset sekä tulevaisuuden näkymät, missä laiterasitusta kasvatetaan edelleen yhä korkeammaksi, mikä eittämättä tulee vaikuttamaan elinkaarimalliin.

”..toinen haaste elinkaarelle on se että jos meidän syöttömäärää vielä nostetaan jos meillä lupatonnit on 2milj tonnia nyt, niin on uusi YVA menossa 2.xx milj niin sehän saattaa muuttaa ja vaikuttaakin elinkaarimalliin.”

Toisekseen haasteeksi muodostuu myös tilanne, missä laitteiden vaihtovälin tarvetta ei ole vielä uudelleentarkasteltu. Laittevaihtojen tarvetta varten ei ole vielä olemassa korjaavaa dataa, millä mahdollisiin epäkohtiin voitaisiin puuttua. Tilanne voi liittyä modifikaatioihin, missä laite kokonaan vaihtuu tai sitten laitteita vaihdetaan turhaan samalla kasvattaen tarpeettomasti kustannuksia.

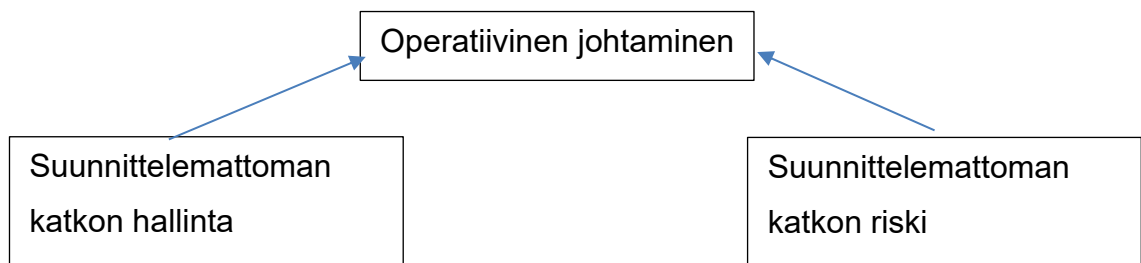
”Kyllä meillä on tiilivuorauksen kohdalla on tulossa testiin piikarbiiditiiltä että ja kyllähän sitä pystytään seuraamaan että kuluuko se hitaammin ja sitä kautta pystytään muokkamaan suunnitelmaa.”

Poikkeamatilanteet ja niiden johdonmukainen hallinta on eräs kriittisimmistä haasteista, joka on paljastunut tutkimustyössä. Kasvanut laiterasitus altistaa laitteistot korkeammalle riskille ja näin ollen poikkeamatilanteiden kohdalla kunnossapidon johtamisella on suuri rooli.

”.. suunnittelematon stoppi niin siinä tulee vaikeuksia hankkia osat ja resurssit ajoissa, jos vielä sattuu, että on semmoinen aika jossa muillakin toimijoilla on huoltoseisakkeja niin on hankala saada resursseja siihen. Jos .. jokin hajoaa autoklaavilla, niin ei niitä lennosta voi vaihdella...”

6.2.3 Operatiivinen johtaminen

Operatiivisen johtamisen tasolla haasteet ovat hyvin selkeät ja liittyvät voimakkaasti kunnossapidon johtamisen tasolle. Haasteet hyvin pelkistetysti ovat suunnittelemattoman katkon riski, joka operatiivisella tasolla ovat yksinomaan kipsaantumiseen liittyviä seikkoja.



Suunnittelemattoman katkon suunnitteluun on hyvin vähän aikaa ja resurssien kerääminen haastavaa lyhyellä aikavälillä. Tällöin operatiivisen johtamisen tasolla avain asemassa on ongelmatilanteiden hallinta.

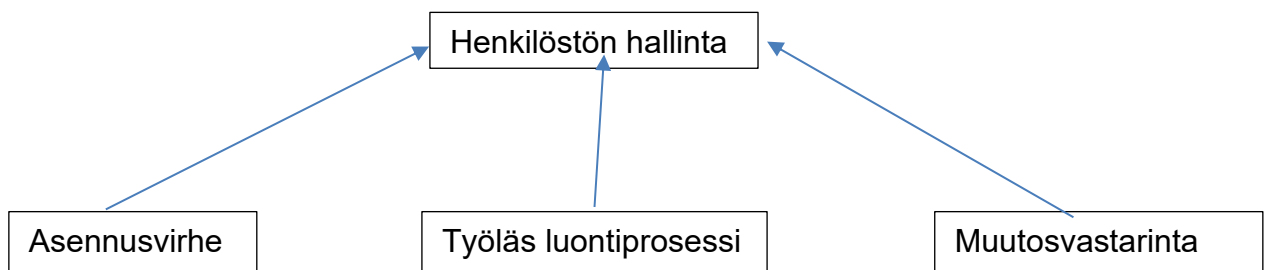
”Sitten haittana kun tavoitteeseen ei päästä niin .. alkaa heti vaikeudet hankkia resursseja ja osia. Se on melkoista vääntämistä, että suunnittematon stoppi aikaiseksi. Se on yksi iso haitta.”

Suunnittelemattoman katkon riski on hyvin todellinen haaste operatiivisella tasolla. Tällä hetkellä autoklaavin toiminta mielletään haasteelliseksi loppua kohden ja näin ollen mahdollisuus suunnittelemattomaan katkoon kasvaa.

”Meidän tapauksessa mennään siinä veitsenterällä, että päästäänkö siinä sitä 8 kuukautta. Tulee riski siinä ennenaikaisesta suunnittelemattomasta katkosta ja riski siihen kasvaa.”

6.2.4 Henkilöstön Hallinta

Henkilöstön hallinnan tasolla haasteet rajautuvat asennusvirheisiin, työlääseen luontiprosessiin sekä muutosvastarintaan.



Asennusvirhe on yleinen ilmiö kunnossapitotoiminnassa ja voi aiheuttaa huomattavaa vahinkoa. Elinkaarimalliin luotiin lukuisia uusia toimenpiteitä, joissa voi ilmetä puutoksia työohjeissa ja määritelmässä.

”Nyt kun sinne on niitä Malli WO tehty niin onko tarpeeksi hyvin selostettu mitä työssä on tarkoitus tehdä. Jos tehtävät työt on epämääräisesti selostettu niin homma ei silloin toimi.”

Muutos toimintatapoihin, menetelmiin ja suunnitelmiin saattaa aiheuttaa hieman epäröintiä ja mahdollisesti muutosvastarintaa niin töiden suoritukselle kuin suunnittelutoiminnalle. Henkilöstö saattaa pitää töitä turhauttavana tai jopa turhana, mikä on sitten elinkaarimallin toteutumalle haaste.

”Varmaan ne haasteet on niitä, kun ihmiset ovat tottuneet tekemään tietyllä tyylillä töitä. Ajattelutyylin muutos voi olla haasteellista.. Eli haasteena voi olla saada ihmiset siihen eri moodiin ajattelemaan.”

Viimeinen haaste on työläs luontiprosessi, mikä tarkoittaa käytännössä koko pohjatyön ja toimintojen jalkauttamiseen liittyvät seikat.

”En tiiä voiko siitä sanoa että se on haitta, mutta onhan se vaatinut ison työn sen polkaisu käyttöön.”

6.2.5 Talouden hallinta

Talouden hallinnan haasteet ovat hyvin yksiselitteisesti autokaavin kunnossapitoon liittyvien kustannusten hallinta. Autoklaavin korjaus- ja huoltotoiminnot vaativat hyvin paljon resursseja. Lisäksi huoltotoiminta kestää hyvin pitkään, mikä aiheuttaa loven myös tuotannon tekemiseen, eli kunnossapitokustannusten lisäksi muodostuu myös tuotantotappio. Autoklaavin kokonaiskustannukset ovat s 1/3 koko rikastamon kunnossapitobudjetista.

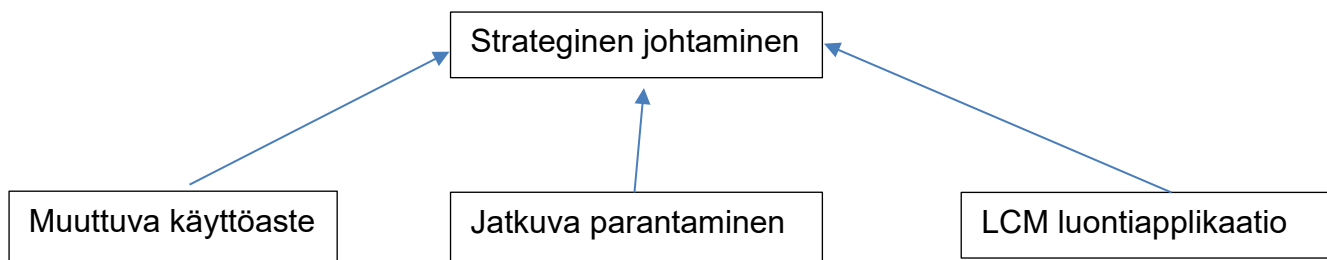
”...on kans se että autoklaavin huolto on arvokasta ja siihen vaaditaan henkilöstöä sekä sitten varaosat ovat arvokkaita...”

6.3 Autoklaavin elinkaarimallin kehityskohteet

Elinkaarimallin kehityskohteet rajoittuvat neljän eri yläluokan alle, jotka ovat strategisen, operatiivisen ja kunnossapidon johtamisen tasolla sekä henkilöstön johtamisen tasolla.

6.3.1 Strateginen johtaminen

Strategisen johtamisen tasolla kehityskohteet voidaan jakaa kolmen eri osa-alueen alle. Pääasiallisena kehityskohteena nähdään strategisessa mielessä muuttuvan laiterasituksen ja käyttöasteen muutos suhteessa laitteen vaihtotarpeeseen. Lisäksi hyvänä kehityskohteena nähdään jatkuvan parantamisen kehitystoimenpiteet sekä hieman vieraampi idea: ” LCM luontiapplikaatio”.



Laiterasituksen tarkempi huomioiminen laitevaihdotarpeen määrittämisessä nähtiin yhtenä kehityskohteena strategisessa mielessä. Tässä tapauksessa laitteiden muuttuva käyttöaste, laiterasitus ja operointiarvot vaikuttaisivat korostetummin laitevaihdotarpeeseen ja sen määrittämiseen. Ohessa pelkistys:

”Ottaa huomioon operointiarvot laitteiden vaihtovälin määrittämisessä... Jotkin venttiilit eivät kestä montaa käyttökertaa. Venttiilien käyttöaste vaihtelee, riippuu häiriöiden määrästä, Käyttökertojen huomioiminen tukemaan LCM vaihtotarvetta.”

Jatkuva parantaminen nähdään strategisen johtamisen tasolla hyvin tärkeänä ja organisaation toiminnan kannalta välttämättömänä.

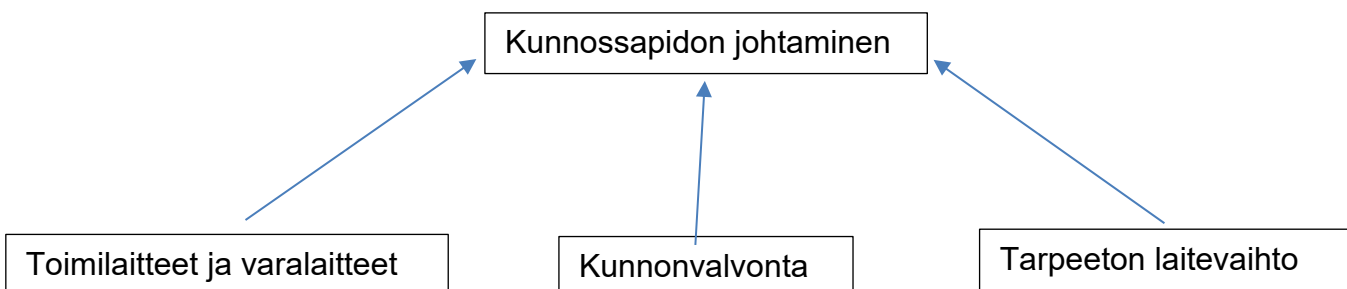
”... se on kyllä meidän organisaation tavoitteena pyrkiä parempaan ja olla kriittinen sitä suunnitelmaa kohtaan.. Se voisi enemmänkin puute, että miten me kuitenkin tehtäisiin sitä jatkuvaa parantamista.”

Hieman eksoottisempi idea kehittämisen saralla ja samalla strategisen johtamisen tasolla on nimittäin elinkaarimallin luontiapplikaatio. Tarkoituksena olisi ilmeisesti elinkaarimallin taustalla olevat määritykset luoda jonkinlaisen koontiapplikaation pohjaksi jolloin toimintoja voidaan tietyillä parametreilla monistaa useammalle alueelle.

”.. kokemuksen pohjalla ja niillä määritelmillä miten ne on tähän määritely ja jos niistä rakentaisi jonku tämmösen.., applikaation tai vastaavan johon tietoa syöttämällä niin sitä voitaisiin monistaa vastaaviin laitteistoihin tai muihin prosessialueisiin sitten... niinku elinkaarimallin luonti applikaatio...”

6.3.2 Kunnossapidon johtaminen

Kunnossapidon johtamisen tasolla kehityskohteita hallitsee tarpeettomat laitevaihdot. Kunnossapidon johtamisen kannalta tarpeettomat laitevaihdot sijoittuvat yksinomaan erilaisten mittalaitteiden ja antureiden kohdalle, missä laitevaihtojen tarpeellisuus kyseenalaistetaan voimakkaasti.



Tärkeä huomio oli toimilaitteet ja toimilaitteiden varalaitteet. Tällä hetkellä toimilaitteiden huolto tapahtuu noin 10 vuoden välein, mikäli joku muistaa laitteet huollattaa. Kehityskohteena nähtiin toimilaitteiden huomiointi elinkaarimalliin.

”Sellainen tuli mieleen, että mehän vaihdetaan venttiileitä eikä toimilaitteita... Oisko niihin tulossa säännönmukaista huoltoa tai semmoista? Pitäisikö olla toimilaitteita varastossa? Kenties huollattaa seisakeissa LCM mukaan.”

Kunnonvalvonnan roolia halutaan selkeästi kasvattaa elinkaarimallin toimenpiteiden tueksi putkistojen kuin myös laitteidenkin kohdalla.

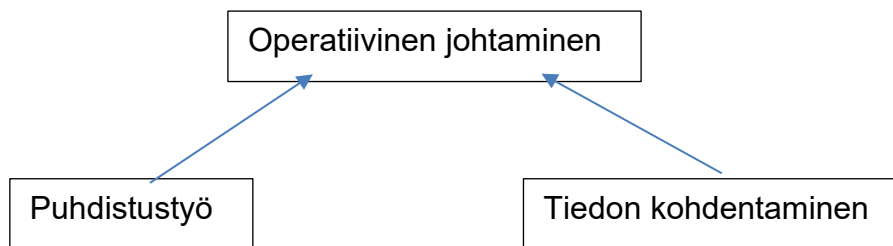
*”..jos diagnostiikan perusteella venttiili alkaa ämpyileen niin tiedetään että venttiili on vaihdon rajalla että sillälaila se ei meidän aika-
tauluja kattele..*

Hallitsevin kehityskohde kunnossapidon johtamisen tasolla on tarpeettomat laitevaihdot. Kohteena erityisesti pidetään erilaisten mittalaitteiden ja antureiden laitevaihtoja, mitkä vaikuttaisivat kaikki olevan tarpeettomia ja jonka kohdalla haluttaisiin erilaista lähestymistapaa.

”...Semmoinen tulisi mieleen.. varmuuden vuoksi vaihdetaan laitteita, jotka eivät olisi kuluneet tai menneet miksikään. Varsinkin just viittaa tähän sähkö ja elektroniikkapuoleen, että on sellaisia komponentteja jotka eivät käytössä sillä tavalla kulu miksikään..”

6.3.3 Operatiivinen johtaminen

Operatiivisen toiminnan tasolla kehityskohteet liittyvät puhdistustöihin ja tiedon kohdentamiseen, jossa toimenpiteiden hallintaa ja tietoa voitaisiin hallita tehokkaammin.



Puhdistustyöt ovat kehityskelpoinen alue operatiivisen johtamisen tasolla. Puhdistustöiden sujuvuus edesauttaa muuraustöiden alkua.

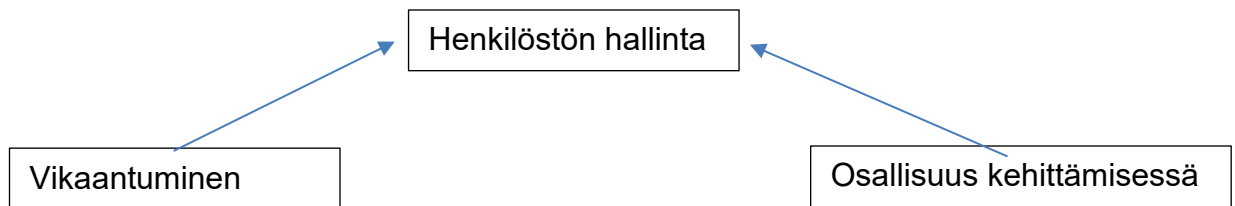
”..voitaisiin vielä kehittyäkin. Kun meillä lähtökohtaisesti tuo puhdistustyö on työvoimapainotteista, sillä sitä ei voida laitteilla tehdä vaan se vaatii miehiä tai henkilöitä sisälle töihin.. lisäksi uudelleenmuuraukselta ei voida aloittaa ennenkuin puhdistustyö on valmis... sekin kuitenkin vaikuttaa ratkaisevasti katkon kestoon..

Lisäksi oleellinen osuus on tiedon kohdentaminen, missä kullekin toimenpiteelle tarjotaan vaadittava tieto, mutta myös kokonaisuuden hallinnan osalta tarpeellinen tieto. Elinkaarimallin työmääriä merkintä on katsottu tarpeelliseksi kokonaisuuden hallinnan osalta.

”No ehkä se ”korvamerkintä” olisi saanut heti olla. Nyt on jo kaikki tilaukset tehty, joten olisi saanut korvamerkitä ne työt heti alussa. Nyt ne työt hukkuvat muiden töiden joukkoon.”

6.3.4 Henkilöstön hallinta

Henkilöstön hallinnan tasolla haasteet liittyvät elinkaarimallin käyttöönottoon liittyviin seikkoihin, missä osallisuus kehittämisessä on nähty puutteellisena ja työmääräimien määritykset vajavaisina.



Elinkaarimallin luomistyön ohessa ja käyttöönoton aikana henkilöstön osallistaminen ei ole katsottu olevan riittävää ja näin ollen aikaansaanut osaltaan muutostavastarintaa:

”Vähän tuli semmoinen fiilis, että puskasta putosi tämmöinen ja nyt aletaan tämmöinen vääntämään.”

Lisäksi henkilöstöhallinnan tasolla kehityskohteita nähdään eritoten elinkaarimallin työmääräimien määrityksissä, kuvauksissa ja ohjeistuksissa, jonka on katsottu olevan puutteellista ja altistavan potentiaalisille vikaantumisille niin ikään asennusvirheinä:

”Nyt kun sinne on niitä Malli OW tehty niin onko tarpeeksi hyvin selostettu mitä työssä on tarkoitus tehdä. Jos tehtävät työt on epämääräisesti selostettu niin homma ei silloin toimi.”

On kuitenkin huomioitava, että elinkaarimallissa itsessään ei puututa työhjeistuksiin, vaan vaadittavien töiden kokonaisuuksien määrittämiseen. Työhjeistuksien ja aikataulutuksien määrittäminen kuuluu olennaisena osana vastuullisen ja turvallisen toiminnan kokonaisuutta, mikä on vaatimuksena koko rikastamon organisaation toiminnassa. Eräs ilmaisu herätti mielenkiinnon henkilöstön hallinnan tasolla, jossa haastateltavan ilmaisu vikaantuvan laitteen huoltamatta jättämisestä verraten elinkaarimallin määrittäystä aiheutti suurta hämmennystä:

”Sehän tässä sitten jännittää, että mikä laite sieltä porsii loppupäästä, ennen kuin kuin kaikki kuusi lohkoa ollaan käyty läpi. Kyllähän me niitä pidetään silmällä, ettei niitä kuitenkaan päästetä niin huonoon kuntoon..”

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

7.1 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkimustyössä kuvataan Kittilän kaivoksen autoklaaville luodun elinkaarimallin luontia sekä selvitetään millaisia kokemuksia elinkaarimallista ollaan tähän mennessä saavutettu. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kuvaavaa tapaustutkimusta. Tutkimustyössä aineistoa kerättiin teemahaastattelun avulla, joka soveltuu hyvin tilanteeseen, kun halutaan tietää syvällisempää tietoa tutkittavasta ilmiöstä. Elinkaarimallin hyödyistä ja kehityskohteista kertyi hyvin tietoa, joiden avulla toimintaa voidaan edelleen parantaa. Lisäksi haastatteluissa paljastui hyvin selkeät haasteet.

Tutkimustyö paljasti hyvin paljon erilaisia näkökulmia autoklaavin elinkaarimallista, jotka karkeasti jaettuna rajoittuvat tiilivuoraukseen ja ulkoiseen laitekantaan. Autoklaavin huoltovälin kasvettua 8 kuukauteen nähdään elinkaarimalli hyvin positiivisessa mielessä, jota varjostaa kasvaneen käyttöasteen tuoma epävarmuus käyttövarmuudesta. Epävarmuus korostuu erityisesti kasvaneessa kipsin muodostumisessa, joka sitä vastoin altistaa laitteet suuremmalle kuormitukselle. Määritelly 8 kuukauden huoltoväli on kuitenkin ollut vielä suhteellisen vähän aikaa käytössä ja mahdollisesti hakee vielä uomiaan niin kunnossapidollisten toimien kuin myös käyttäjienkin kohdalla. On kuitenkin huomioitava, että pidentyneellä huoltovälillä saavutetaan korkeampi autoklaavin käyttöaste ja näin ollen tuotantoa tehdään enemmän kaivoksen elinkaaren aikana.

Kasvanut huoltoväli saa myös aikaan sen, että huoltoseisakkeja suoritetaan vähemmän koko rikastamon elinkaaren aikana ja näin ollen kunnossapidon kustannukset laskevat. Positiivisena asiana elinkaarimallissa nähdään myös resurssien hallinnan ja käytön lisäksi ennustettavissa oleva budjetti. Tässä resurssit ovat helpommin määriteltävissä niin henkilöstön kuin myös käytettävän ajankin suhteen ja näin ollen suoraviivaistaa suunnittelutyötä. Lisäksi budjetti on helpommin ennustettavissa, kun kaikki on laskettu elinkaarimalliin valmiiksi.

7.2 Tulosten tarkastelua

Sisällönanalyysillä löytyi hyvin kehityskohteita, joilla on potentiaalia muovata elinkaarimallia sekä organisaation toimintaa tehokkaampaan suuntaan. Strategisen johtamisen tasolla kehityskohteiksi löytyi esimerkiksi elinkaarimallin jatkuva parantaminen organisaatiotasolla. Tässä painoarvo nähdään muuttuvien, turhien tai liian aikaisten laitevaihtojen valossa niin ikään kokemuksen karttuessa. Tarve jälkianalyysille katsotaan palvelevan jatkuvan parantamisen mallia. Lisäksi selkeänä kehityskohteena nähdään muuttuvan laiterasituksen ottaminen huomioon, missä esimerkiksi lisääntyvän tuotannon aikaansaama laiterasitus muuttaa oleellisesti huoltotarvetta. Tässä vaaditaan huomattavaa päivitysalttiutta elinkaarimallin suunnitelmille, jotta huoltotarve olisi ajan tasalla muuttuvissa olosuhteissa. Lisäksi paljastui hieman eksoottisempi kehitysidea elinkaarimallin luontiapplikaatiosta, joka ilmeisesti toimisi tämänhetkisten parametrien mukaan ja joka toimisi pohjana elinkaarimallia laajemmin sovellettavana alustana muillekin alueille. Tutkijalla ei ole kokemusta luontiapplikaation luonnista.

Kunnossapidollisella tasolla kehityskohteet liittyvät kookkaisiin toimilaitteisiin, joita on käytössä autoklaavilla venttiilien ohjaamisessa. Lisäksi toimilaitteilla ei ole olemassa varalaitetta. Kehityskohteeksi paljastui nimenomaan toimilaitteiden sisällyttäminen elinkaarimalliin, joka on hyvin selkeä parannuskohde ja helposti toteutettavissa.

Kunnonvalvonnan roolia halutaan selkeästi kasvattaa niin putkistojen kuin myös muun laitekannan osalta tukemaan esimerkiksi venttiilien laitevaihtoja. On kuitenkin huomioitava, että kunnonvalvontaa kyllä suoritetaan erilaisten laitteiden kohdalla, mutta säännönmukaisesti venttiileille toimenpidettä ei suoriteta. Venttiilien johdonmukainen ja suunniteltu kunnonvalvonta on helppo lisäys elinkaarimallin toimenpiteiksi ja palvelisi käyttövarmuutta. Kunnossapidon johtamisen tasolla kunnonvalvonnan roolia olisi syytä kasvattaa kriittisimmille laitteille. Tässä kunnonvalvontaa voidaan käyttää päätöksenteossa elinkaarimallin rinnalla, jolla olisi mahdollisuus myös madaltaa kustannuksia. Painoarvo turhista laitevaihdoista heijastaa kunnossapidon johtamisen tasolla, missä toistuu usein alaluokka

”Turhat laitevaihdot”. Kunnossapidon johtamisen tasolla tarvetta nähdään eritoten kunnonvalvonnan ja diagnostiikan tarjoaman tiedon hyödyntämiseen erilaisien mittalaitteiden vaihdon tarpeen määrittämisessä. Mittalaitteiden elinkaarta on hyvin vaikea arvioida ja ennakkohuollon määrittäminen laitevalmistajan arvioon perustuen ei välttämättä palvele tarkoitustaan. Toistuva kommentointi erilaisten mittalaitteiden ennakkohuolloista riittää vakuuttamaan, että mittalaitteiden osuus elinkaarimallissa on vähintäänkin kyseenalainen ja vaatii erillistä asian käsittelyä.

Operatiivisella tasolla autoklaavin puhdistustyö nähdään tärkeänä kehityskohdeena. Autoklaavin puhdistaminen on hyvin fyysistä ja työvoimapainotteista. Puhdistustyön operatiivisen johtamisen kehittäminen edesauttaisi huomattavasti puhdistustöiden sujuvuutta sekä nopeuttaisi muuraustöiden alkua ja potentiaalisesti laskisi kunnostustöihin käytettävää aikaa. Käytännössä tehokkaammalla puhdistustyöllä on mahdollisuus edesauttaa lyhentämään autoklaavin huoltoon vaadittavaa aikaa. Toinen kehityskohde operatiivisella tasolla liittyy työnsuunnitteluun ja tiedolla hallitsemiseen. Kehityskohdeena nähdään kaikkien elinkaarimalliin liittyvien töiden korvamerkintään, joka helpottaisi töiden valvontaa ja aikataulun seurantaan. Korvamerkintä on helppo toteuttaa erillisellä metadata alimerkinällä.

Henkilöstön hallinnan tasolla kehityskohteiksi havaittiin henkilöstön osallistaminen elinkaarimallin luontiin. Tässä henkilöstö katsoi, että heille ei ole kerrottu riittävästi hankkeen taustoista ja heidän mielipidettään ei ole kysytty. Syyttävä sormi lankeaa tässä tapauksessa itse tutkijalle, joka on luonut elinkaarimallin. Vastaisuudessa henkilöstöä osallistetaan intensiivisemmin muiden alueiden elinkaarimallien luonnissa. Toinen henkilöstön hallinnan tasolla on hieman erikoisempi, sillä henkilöstön täytyi luoda elinkaarimallia varten lukuisia työmääräimiä, joista joiltakin puuttui asiaankuuluvia ohjeisuuksia ja määritelmiä. Tässä riskiksi muodostuu eritoten erilaiset asennusvirheet ja asennusvikaantumiset.

Lisäksi henkilöstön hallinnan tasolla paljastui hyvin erikoinen ilmaisu suhtautumisesta elinkaarimalliin, missä vikaantuvan laite jätetään vaihtamatta tai huoltamatta, koska sitä ei elinkaarimallin mukaan ole tarvetta vielä vaihtaa. Tulkitsin kyseisen ilmaisun niin, että elinkaarimallin määrittäisiin suhtaudutaan ”kuin piru

raamattuun”, eikä määräyksistä sovi poiketa, vaikka kenttähavainnot vaatisivat pikaista huomiota. Totuus on kuitenkin aivan toista, sillä pyrkimyksenä on saavuttaa kaikin hyväksi havaituin keinoin maksimaalinen käyttöaste autoklaavilla poissulkematta kenenkään havaintoja. Toisin sanottuna laitteiden vaihtotarve ei ole kiveen hakattu ja voi näin ollen poiketa määräykistä tarpeen niin vaatiessa.

Tämä aiheutti huolen henkilöstön suhtautumisesta elinkaarimalliin käytännön tulokinnallisina epäkohtina. Elinkaarimalli on kuitenkin pitkälle aikajanelle kohdistuva huoltosuunnitelma, joka voidaan käsittää niin sanotusti vähimpänä, millä autoklaavin käyttövarmaa toimintaa saadaan ylläpidettyä luotettavasti ja kaikille selkeällä kaavalla

Elinkaarimallia on tämän tutkimustyön lomassa luotu rikastamon eri osastoille, jotka ovat kaasupesuri, vaahdotuspiiri, pastalaitos ja lähestulkoon kaikki sakeuttimet. Lukijan on syytä tiedostaa, että elinkaarimallin luonti lähtee kullekin osastolle aina alusta ja vaatii huolellisen perehtymisen laitekantaan. Laitekannalle ominaiset seikat vaikuttavat elinkaarimallin määrittämisen rajapintoihin, mutta etenee hyvin samalla tyylillä kuin autoklaavinkin tapauksessa.

7.3 Tutkimuksen luotettavuus ja etiikka

Denzin ja Lincolnin mukaan laadullinen tutkimus on paikallista toimintaa, joka sijoittaa tutkimustyön tekijän todelliseen maailmaan, missä tutkimustyö avaa tutkittavaa ympäristöä erilaisiksi tulkinnoiksi erilaisten muistiinpanojen, haastatteluiden ja keskusteluiden avulla. Tutkimustyö näin ollen sisältää tulkinnallisen ja luonnollisen lähestymistavan tutkittavaan ympäristöön. Tämä tarkoittaa tutkijan sijoittumista todelliseen ympäristöön, missä tutkija selvittää ihmisten tuoman lisätiedon avulla ilmiötä. (Creswell, 2013, 43–44.)

Laadittu opinnäytetyö vastaa asetettuihin tavoitteisiin ja tutkimustyössä nousseisiin kehittämistarpeisiin, missä pyrin selvittämään elinkaarimallin hyödyt sekä kehityskohteet tämänhetkiseen elinkaarimalliin. Opinnäytetyöni perustuu organisaatiossa kerättyyn aineistoon. Kerätyt aineistot ovat organisaation kokemukset

elinkaarimallista ja niihin liittyvät kehityskohteet. Lisäksi tutkimustyössä selvitetiin ilmeisimmät haasteet toiminnassa. Tutkimustyön osalta aineisto on riittävä vaikka se rajoittuu muutaman vastaajan ilmaisuihin, sillä vastaajat ovat elinkaarimallin käytössä ja soveltamisessa avain-asemassa. Creswellin mukaan laadullisessa tutkimuksessa tutkija keskittyy ilmaisuihin sekä mitä ne tutkimustyön kannalta tarkoittavat. Vastaajien erilaiset näkemykset asioista tuovat erilaisia näkökulmia erilaisiin tilanteisiin ja näin ollen tutkimustyön teema tulisi heijastaa vastaajien näkökulmia. (Creswell, 2013 44.)

Creswellin mukaan tutkimustyö sisältää yksityiskohtaisia menetelmiä tiedon hankintaan, tiedon analysointiin ja siitä seuraavaan raporttiin. Lisäksi tutkija analysoi kerättyä tietoa kasvavan abstraktion tason mukaan ja näin ollen alati laajemmaksi sekä yhteneväisiksi näkökulmiksi. Analysoidessani tämän tutkimustyön kehittämiskohteita jaottelin ilmaisut mahdollisimman tarkasti ja teemaan sopivasti. Siitä huolimatta luokitteluja piti vielä loppumetreilläkin vielä luokitella uudelleen luotettavan lopputuloksen saavuttamiseksi. (Creswell, 2013, 54.)

Aineiston hankintaan käytettiin teemahaastattelua ja haastateltavien halukkuutta tiedusteltiin henkilökohtaisesti. Haastatteluun valittiin tutkimuskohteen, eli elinkaarimallin kannalta keskeiset henkilöt, jotka omalta osaltaan tarjoavat tärkeää tietoa elinkaarimallista. Haastateltavien kesken olosuhteet erosivat hieman toisistaan, sillä heidän roolinsa organisaatiossa sekä työnkuvassa erosivat toisistaan. Jokaista haastateltavaa rohkaistiin mahdollisimman avoimeen ilmaisuun, niin hyvässä kuin pahassakin, sillä tutkijan suhtautuminen täytyy olla hyvin objektiivista. Jokaiselle haastateltavalle ennen haastattelun alkua ilmoitettiin, että haastattelu nauhoitetaan ja syynä siihen oli litterointi. Nauhoitteet tallennettiin pilvipalveluun, jonne ei ole pääsyä muilla kuin tutkijalla vastaajien suojelemiseksi.

Haastateltavat vastasivat täysin samoihin kysymyksiin täysin samalla menetelmällä kuin muutkin. Haastatteluista saamani aineisto litteroitiin heti haastattelun päätyttyä ja jokaiselle aineistolle luotiin oma tiedosto. Kaikkien haastateltujen litteroitu aineisto sittemmin yhdistettiin yhdeksi isoksi tiedostoksi, missä kunkin vastaajan anonymiteettiä pyrittiin lisäämään ja yksilöllisiä sekä ominaisia ilmaisuja häivyttämään tunnistamisen välttämiseksi.

7.4 Jatkotutkimuksen aiheideat

Jatkotutkimuksia ajatellen olisi kannattavaa syventyä autoklaavilla toimivien urakoitsijaryhmien näkemykseen elinkaarimallista sekä heidän näkemyksiin määritellyistä toimenpiteistä. Autoklaavin kunnostustoimenpiteet ovat voimakkaasti urakoitsijapainotteisia ja osa urakoitsijoista ovat tehneet kunnostustöitä autoklaavilla useita vuosia. Urakoitsijoilla on ensikäden kokemus töiden suorittamisesta ja huomattavaa hiljaista tietoa autoklaavilla tapahtuvista kunnostustoimista. Heidän kokemuksiin perustuen olisi potentiaalia kehittää autoklaavin kunnostustoimintoja huomattavasti tehokkaampaan suuntaan niin ohjeistuksien, määritysten, aikataulutuksen kuin myös työnsuunnittelun saralla.

AMK-tason työlle sopiva kohde olisi edellä mainitut kunnonvalvonnan kehitystoimet venttiileille sekä putkistoille. Lisäksi tutkimustyössä voisi ottaa huomioon myös vaihdelaatikoiden öljyn kunnonvalvontalaitteet ja niistä saatavan hyödyn kohdentaminen kuntoon perustuvan kunnossapidon määrityksessä sekä suunnitelman jalkauttamisessa elinkaarimallin tueksi.

7.5 Omat oppimiskokemukset

Opinnäytetyön tekeminen on ollut raskas, mutta opettavainen kokemus. Autoklaavin aihepiiri on minulle tuttu laite, mutta niin se on myös kollegoillekin. Tutkimuksen myötä asiaa syvällisemmin tarkastelleen elinkaarimalliin löytyi hyvin paljon uusia näkökulmia, jotka olen sisäistänyt ja monistanut muille prosessialueille. Vastaavanlaisten toteutuksien myötä olen oppinut paljon elinkaarimallin luonnista muille prosessialueille ja työkavereiden panos on kiistaton lopputulosten kannalta. Vastaavanlaisen tutkimustyön suorittaminen saattaisi sujua hieman paremmin, kun tutkimustyöstä ja siihen liittyvistä toiminnoista on kertynyt nyt hieman kokemusta.

LÄHTEET

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. VTT.

Campbell. J, Jardine A, McGlynn. J. Asset Management Excellence: Optimizing Equipment Life-Cycle Decisions. 2016. Second Edition. Lontoo. CRC Press

Creswell, J. 2013 Qualitative inquiry & research design. Choosing among five approaches. 3-painos. Sage publications inc. <http://www.ceil-conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2018/04/CRESWELLQualitative-Inquiry-and-Research-Design-Creswell.pdf>

Dekra kotisivut. FAQ. viitattu 28.7.2021 <https://www.dekra.com/en/hazard-and-operability-studies/#elementnull00>

Deshler, R. 2016. The Role of Leadership in Change Management. Viitattu 25.11.2021 <http://alignorg.com/the-role-of-leadership-in-change-management/>

Eriksson, P. & Koistinen, K. 2014. Monenlainen tapaustutkimus. Kuluttajatutkimuskeskuksen tapauksia ja selvityksiä 2014:11. Viitattu 19.9.2021. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/153032/Tutkimuksia%20ja%20selvityksi%c3%a4_11_2014_%20Monenlainen%20tapaustutkimus_Eriksson_Koistinen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Erlingsson, C. Brysiewicz, P. 2017. African journal of emergency medicine 7. A hands-on guide to doing content analysis. <http://dx.doi.org/10.1016/j.afjem.2017.08.001>

Franssila, H. Kunttu, S. Saarinen, H. Valkokari, P. 2012. Käyttövarmuustiedon hallinta ja hyödyntäminen suunnittelussa. Julkaisija VTT

Frischmuth, R. Krumins, T. Pearson, M., and. Fraser, K. 2019 Pressure leaching and oxidation. SME Mineral Processing and Extractive Metallurgy Handbook. EBSCO Publishing.: eBook Collection

Garlo-Merkas, N. Promaint 4/2020. Kunnossapitoyhdistys promaint. Vantaa. Omnipress OY.

Jabbar, A. Mohammed, A. 2017. The role of leadership in strategic management. International journal of research – Granthaalayah. <https://doi.org/10.5281/zenodo.583890>

JDE- kotisivut. viitattu 29.7.2021 <https://www.oracle.com/applications/jd-edwards-enterpriseone>

Kamensky, M. 2015. Menestyksen timantti: Strategia, johtaminen, osaaminen, vuorovaikutus. Helsinki: Talentum

Kauhanen, J. 2012. Henkilöstövoimavarojen johtaminen. 10.-11 painos. Juhani Kauhanen ja Alma Talent Oy. E- aineisto. Viitattu 20.10.2021. [https://verkkokirjailly-almatalent-fi.ez.lapinamk.fi/teos/EAEBHXBTDG#kohta:HENKIL\(\(d6\)ST\(\(d6\)VOIMAVAROJEN\(\(20\)JOHTAMINEN\(\(20](https://verkkokirjailly-almatalent-fi.ez.lapinamk.fi/teos/EAEBHXBTDG#kohta:HENKIL((d6)ST((d6)VOIMAVAROJEN((20)JOHTAMINEN((20)

Kiwa kotisivut. Painelaitteen yksikkökohtaiseen tarkastukseen perustuva vaatimuksenmukaisuus, Moduuli G. 2016. viitattu. 25.11.2021. <https://www.kiwa.com/4a293f/globalassets/finland/pdf-tiedostoja/ohje-ped-moduuli-g.pdf>

Moubray, J. 1997. Reliability Centered maintenance 2.0. 2 painos. Industrial Press inc.

Piekkari, R. Plakoyinnaki, E & Welch, C. 2009. Industrial Marketing Management. 'Good' case research in industrial marketing: Insights from research practice. Science Direct, Elsevier

Purchasing & procurement center. Kotisivut ABC Analysis: A Critical Inventory Management Tool. Viitattu 26.7.2021 <https://www.purchasing-procurement-center.com/abc-analysis.html>

Pohto kotisivut. Esimiesvalmiudet. viitattu 7.9.2021 <https://www.pohto.fi/index.php?p=Esimiesvalmiudet>

PSK strandardisointi. PSK 6201. 2011. 3. painos

PSK strandardisointi. PSK 7501

Rubin, H & Rubin, I. 2005 Qualitative Interviewing: The Art of Hearing Data. Lontoo. SAGE publications Ltd.

Ruitenburg, R. Braaksma, A. van Dongen, L. 2014 A multidicpliniary, expert based approach for the identification of lifetime impacts in asset life cycle management. Procedia CIRP. Elsevier. <https://doi:10.1016/j.procir.2014.07.007>

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. KvaliMOTV viitattu 20.09.2021. https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_2.html

SFS standardi 60300 3-11 IEC Versio 2.0. 2009

SFS standardi 60300 3-3 IEC Versio 3.0 2017

Thomas, K. Developments in mineral processing. Pressure oxidation overview 2005. Viitattu 20.9.2021. [https://doi.org/10.1016/S0167-4528\(05\)15015-7](https://doi.org/10.1016/S0167-4528(05)15015-7)

Trapp, R. 2015. How Effective Leaders Keep Change Management Programs On Track. Viitattu 29.9.2021.

<https://www.forbes.com/sites/rogertrapp/2015/08/25/how-effective-leaders-keep-change-management-programs-on-track/#6b79f7781253>

Turner, D 2010. Qualitative Interview Design: A Practical Guide for Novice Investigators. The Qualitative Report. Viitattu 25.11.2021.

<https://doi.org/10.46743/2160-3715/2010.1178>

U.S Food & Drug Administration. 2017. Patient focused drug development, public workshop on guidance 1. Collecting comprehensive and representative input. Viitattu 19.7.2021. <https://www.fda.gov/media/109163/download>

Aineisto Laitoksen elinkaaren riskianalyysi- ja prosessiturvallisuuskoulutukseen. VTT. 2012. Viitattu 20.9.2021. http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/alarp/aineisto/hazop_ohje.pdf

Wengraf, T. 2001. Qualitative Research Interviewing: Biographic Narrative and Semi-Structured methods. Lontoo. SAGE publications ltd.

Yin, R. K. 2003. Case Study Research. Design and Methods. Third Edition. Applied Social Research Methods Series. Vol 5. United States of America: SAGE Publications, Inc.

LIITTEET

Liite 1, vuosien 2025-2027 huoltotoimenpiteet.

	9	9	12	12
	2025-06	2026-02	2026-10	2027-06
		5163AUC01	5163AUC01	
5163AUC01	5163AUC01	5163AUC01	5163AUC01	5163AUC01
5163HV0901	5163HV0901	5163HV0901	5163HV0901	5163HV0901
5163HV0902	5163HV0902	5163HV0902	5163HV0902	5163HV0902
5163HV0802	5163HV0802	5163HV0802	5163HV0802	5163HV0802
5163HV0804	5163HV0804	5163HV0804	5163HV0804	5163HV0804
5163HV0910	5163HV0910	5163HV0910	5163HV0910	5163HV0910
5163HV0909	5163HV0909	5163HV0909	5163HV0909	5163HV0909
5163HV0852	5163HV0852	5163HV0852	5163HV0852	5163HV0852
5163LV0964	5163LV0964	5163LV0964	5163LV0964	5163LV0964
5163PV0904	5163PV0904	5163PV0904	5163PV0904	5163PV0904
5163AGI04	5163AGI04	5163AGI04	5163AGI04	5163AGI04
5163AGI05	5163AGI05	5163AGI05	5163AGI05	5163AGI05
5163AGI06	5163AGI06	5163AGI06	5163AGI06	5163AGI06
5163AGI07	5163AGI07	5163AGI07	5163AGI07	5163AGI07
5163AGI08	5163AGI08	5163AGI08	5163AGI08	5163AGI08
5163AGI09	5163AGI09	5163AGI09	5163AGI09	5163AGI09
5163TNK06	5163TNK06	5163TNK06	5163TNK06	5163TNK06
5163TNK07	5163TNK07	5163TNK07	5163TNK07	5163TNK07
5163PI0904	5163PI0904	5163PI0904	5163PI0904	5163PI0904
5163LI0964	5163LI0964	5163LI0964	5163LI0964	5163LI0964
5163HV0811	5163HV0851	5163HV0968	5163HV0831	5163HV0831
5163HV0874	5163HV0876	5163HV0803	5163HV0911	5163HV0911
5163FV0814	5163FV0854	5163HV0801	5163FV0834	5163FV0834
5163FV0871	5163TV0855A	5163HV0862	5163FV0872	5163FV0872
5163TV0815A	5163TV0855B	5163HV0735A	5163HV0832	5163HV0832
5163HV0735B	5163HV0908	5163FI0745A	5163TV0835A	5163TV0835A
5163FI0814	5163FI0853	5163FI0745B	5163HV0966	5163HV0966
5163FI0871	5163LI0963	5163PI2912	5163FV0914	5163FV0914
5163PI0868	5163FI2922	5163FI2915	5163TV0915B	5163TV0915B
5163FI08200	5163PI2925	5163SLPV015	5163PSV1101	5163PSV1101
5163TI0815	5163FI0820	5163SLPV021	5163PSV2816	5163PSV2816
5163PI0816	5163PI2913	5163SLPV022	5163PSV2804	5163PSV2804
5163HV0812	5163TI2914	5163SLPV034	5163FI0833	5163FI0833
5163FI0922	5163WAC220SD	5163SLPV040	5163TI0835	5163TI0835
5163PI2963	5163WAC221SD	5163PIP008TD	5163PI0836	5163PI0836
5163TI2964	5163WAC222SD	5163PIP009TD	5163FI0821	5163FI0821
5163WAC245SD	5163WAC223SD	5163PIP014TD	5163PI2923	5163PI2923
5163WAC246SD	5163WAC224SD	5163GOX201SD	5163TI2924	5163TI2924
5163WAC247SD	5163WACV041	5163WAC003SD	5163WAC225SD	5163WAC225SD
5163WAC248SD	5163WACV042		5163WAC226SD	5163WAC226SD
5163WAC249SD	5163WACV043		5163WAC227SD	5163WAC227SD
5163WAC601AD	5163AGI10		5163WAC228SD	5163WAC228SD
5163SLP600AD	5163TSL05		5163WAC229SD	5163WAC229SD
5163GOX007SD	5163GOX009SD		5163WACV034	5163WACV034
5163WAC014SD	5163WAC016SD		5163WACV1006	5163WACV1006
5163TNK05	5163WAC207SD		5163WACV1007	5163WACV1007
	5163SLP009SD		5163SLPV017	5163SLPV017
			5163SLPV025	5163SLPV025
			5163SLPV026	5163SLPV026
			5163SLPV036	5163SLPV036
			5163SLPV042	5163SLPV042
			5163AGI10	5163AGI10
			5163TSL05	5163TSL05
			5163WAC606AD	5163WAC606AD
			5163SLP602AD	5163SLP602AD
			5163GOX010SD	5163GOX010SD
			5163WAC017SD	5163WAC017SD
			5163WAC202SD	5163WAC202SD

Toistuvat

yksilöity suunnitelma

Liite 2 Varalaitteiden kustannukset ja varastointimäärä

varastossa	mogas	kappalearvo
9	127695	13057
12	127696	7962
6	127697	2866
2	127698	7325
3	127692	5096
1	130988	11146
2	127701	12739
2	127694	5573
1	127699	13376
2	127704	5732
2	130985	7643
2	127703	5732
		0
	muut venttiilit	0
1	120258	10510
1	120257	5732
2	187778	637
1	181159	255
2	187779	637
2	187780	637
1	162642	255
2	187777	637
2	187782	637
6	156229	255
1	181158	255
2	262360	1592
2	187781	637
1	163776	637

LIITE 3 Esimerkki sisällön analyysin etenemisestä pelkistyksistä yläluokkaan

Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka
Osat löytyvät helpommin ja pitkän tähtäimen suunnitelma on selkeytynyt. LCM:lle luotujen WO-iden avulla resurssien hankinta/hallinta on helpompaa	Ennakoitavuus	Kunnossapidon johtaminen
Luonut säännönmukaisuutta autoklaavin huoltosuunnitelmiin. Ennakkohuolto valmiiksi selvillä sekä Kohteet ja tarvittavat toimenpiteet selvillä missä systemaattiset suunnitelmat ja rajapinnat ovat tiedossa		
Ei vaikutuksia prosessiin tai luotettavuuteen. Ulkopuoleiset laitteet eivät vikaantuneet. Sisäpuolisia tukoksia kipsaantumisesta	Laitteiston käyttövarmuus	
Ulkopuoleiset laitteet eivät vikaantuneet. Sisäpuolisia tukoksia kipsaantumisesta		
Suurimmaksi osin autoklaavi toimi hyvin Loppua kohden alasajo tukosten takia ja sekoittajan lavat kuluivat pois. Laitteivioista johtuvia häiriöitä ei tapahtunut		
Prosessihäiriöt voivat aiheuttaa laitevaurioita, mutta laitevaurioita ei tavattu tällä ajokaudella. Laitteisto toiminut luotettavasti		
Autoklaavi on hyvin ainutlaatuinen ja kriittinen laite. Käyttövarmuus heikentyisi, mikäli Suunnitelmallista huoltotoimintaa ei suoriteta		
Laitteevaihdot perustuvat historiatietoihin ja laitevaihtojen myötä voidaan saavuttaa huoltoväli todennäköisemmin ja LCM vaikutus luotettavuuteen on merkittävä	Suunnitelmallinen toiminta	
Tuo luotettavuutta ja suunnitelmallisuutta toimintaan, jolloin tiedetään tarkasti mitä ja milloin aiotaan tehdä ja mitä suorittaminen vaatii. Pidentynyt huoltoväli tuo sitä vastoin epävarmuutta, mihin suunnitelmallinen toiminta vastaa.		
Kokemuksen kartuttua voidaan laitteiden huoltotarvetta tarkentaa ja jonka pohjalta voidaan muodostaa vakiotyölista toimintojen ohjaamiseksi		
Huomattavat hyödyt kun LCM on yhdistetty 8-kk huoltoväliin. LCM tarjoaa ennustettavuutta toiminnoista ja kustannuksista, missä katkon pituuden merkitys korostuu. Saadaan varmuutta laitteiden luotettavuudesta, joka on parannus aikaisempaan, sillä autoklaavi on keskeinen laite prosessissa.	Järjestelmällinen toiminta	
LCM lisää laitekannan luotettavuutta ja samalla voidaan todeta tiilivuorauksen LCM:n vaikutus tiilien kestoon ja vaihtoväliin muutamassa vuodessa.		
Ei tukeuduta niin voimakkaasti asiantuntijoihin, vaan Järjestelmällinen toiminta tarjoaa suuntaviivat ja mahdollisuuden suunnitelmien muutoksille tarpeen niin vaatiessa ja Suunnitelmia voidaan helposti päivittää		
Tarkasteltavat kohteet lisääntyneet ja toiminta on järjestelmällistä, Aiemmin ei ollut näin säännönmukaista		
Tuli lisää suunniteltuja töitä ja tarkastuksia mikä ei ole huono asia		