

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

KIMMO KALLIOMÄKI

Tuotannolle kriittisten venttiilien ja toimilaitteiden elinkaarisuunnittelu

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN TUTKINTO-OH-
JELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Kalliomäki, Kimmo: Tuotannolle kriittisten venttiilien ja toimilaitteiden elinkaarisuunnittelu
Opinnäytetyö, AMK
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2024
Sivumäärä: 26

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Boliden Harjavallan sulattojen DN800 tai sitä suurempien venttiileiden kriittisyys tuotannon, elinkaaren ja toimilaitteiden kannalta. Lisäksi selvitettiin venttiilien kunto, mahdolliset huollot ja tehdyt vaihdot.

Työssä tarkasteltiin lisäksi tietojen oikeellisuutta Boliden Harjavallan sulatolla käytettävissä järjestelmissä. Venttiileille tehtiin kriittisyysanalyysi, jonka tuloksia analysoitiin.

Työssä tutustuttiin elinkaarensuunnitteluun ja sen osatekijöihin. Tämän lisäksi perehdyttiin venttiileitä ja toimilaitteita koskeviin standardeihin.

Työ toteutettiin tutkimuksellisia ja toiminnallisia menetelmiä hyväksikäyttäen. Työn lopputuloksena saatiin kriittisyysanalyysi, jossa on kirjattuna tietoja venttiileistä.

Sulaton venttiili ja toimilaittekannan läpikäymisen osalta jäi vielä työtä tehtäväksi. Tämä on kuitenkin välttämätöntä, jotta pystytään tiedolla johtamaan.

Tiedon pirstaloituminen ja osittain sen puute järjestelmistä aiheuttaa ongelmia päätettäessä toimenpiteistä tulevaisuutta ajatellen. Osana ongelmaa on, miten Auman ja Valmetin toimilaitteiden kunnonvalvonta jatkossa toteutetaan.

Avainsanat: Elinkaari, Kriittisyys, Kriittisyysanalyysi, Venttiilit, Venttiilitoimilaite

ABSTRACT

Kalliomäki, Kimmo: Life cycle planning for production critical valves and actuators

Bachelor's thesis

Electrical and automation engineering degree programme

November 2024

Number of pages: 26

The aim of this thesis was to determine the criticality of valves DN800 or larger at Boliden Harjavalta smelters in terms of production, life cycle and actuators. In addition, the condition of the valves, possible maintenance work that has been done and replacements were investigated as far as possible.

Part of the work was to investigate the accuracy of the data in the systems that are used in the Boliden Harjavalta smelters. The valves underwent a criticality analysis, and the results were analyzed.

The work also explored the essential parts of life cycle planning when the device is not a directly productive but one on which production depends. In addition, standards for valves and actuators were also studied.

The work was carried out using research and operational methods. As a result of the work, criticality analysis was also obtained, which includes information on valves found in the systems.

There is still work to be done on combining the data and going through the base of the entire smelter's valves and actuators. However, this is necessary work for the sake of deciding future measures.

The fragmentation of information and, in part, the lack of it in systems causes problems when deciding on measures for the future. As well as how the condition monitoring of Auma's and Valmet's actuators is sorted out in the future.

Keywords: Life cycle, Criticality, Criticality analysis, valves, valve actuator

ALKUSANAT

Haluan kiittää Boliden Harjavaltaa ja Jari Holmbergia mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyöni sulaton tuotannon kriittisistä osista. Työ perehdytti tekijäänsä käytettäviin järjestelmiin, liikkumaan ja löytämään erikohteita tehdasalueella. Työstä on hyötyä niin sen tekijälle kuin myös hänen kollegoilleen tulevaisuudessa. Tietoa pyrittiin tuomaan ajan tasalle niin järjestelmissä kuin myös kentällä. Päivitettävää on runsaasti niin järjestelmien, kuin myös kaikkien loppujen venttiilien selvittämisen osalta, joita tämä opinnäytetyö ei käsittele.

Tämän lisäksi isoin kiitos kuuluu perheelleni opintojeni mahdollistamisesta työnohella pääasiassa iltaisina ja viikonloppuisin työpäivien jälkeen.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA	7
3 ELINKAARISUUNNITTELU	8
3.1 Periaate	8
3.2 LCC = Life Cycle Cost	10
3.3 LCP = Life Cycle Profit	11
3.4 Suunnittelun tavoite kunnossapidon näkökulmasta	12
4 KUNNOSSAPITO	12
4.1 Kunnossapito Bolidenilla	13
5 VENTTIILIT JA NIIDEN TOIMILAITTEET	14
5.1 Venttiilit.....	14
5.2 Valmet/Neles Pneumaattiset toimilaitteet	15
5.3 Auma moottorikäyttöiset toimilaitteet	18
6 TULOKSET	19
6.1 Huomioita tuloksista	22
7 YHTEENVETO.....	23
LÄHTEET.....	25

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli selvittää Boliden Harjavalta Oy:n myöhemmin BoHa:n tuotannolle kriittisten venttiilien sekä näiden toimilaitteiden nykytila ja tehdyt toimenpiteet. Lisäksi luoda suunnitelma näiden vaihdoille ja mahdollisille huolloille jatkossa kriittisyysanalyysin avulla. Tutkittujen venttiilien ja näiden toimilaitteiden vaihtaminen vaatii tuotantokatkoksen venttiilien haastavien sijaintien vuoksi.

Työ rajattiin koskemaan kaikkia putken nimellistä halkaisijaa millimetreinä tarkoitettavaa Diameter Nominal eli DN800 ja sitä suurempia venttiileitä. Tarkoituksena selvittää laitekannan ylläpitoon käytettävästä järjestelmästä Alma kaikki venttiilit, sekä moottoritoimilaitteet. Pneumaattisista toimilaitteista Valmetilla on lista olemassa sillä näistä, luetaan diagnoosit. Alma:sta laitekanta siirtyy kaikkine tietoineen BoHa:n käyttämään kunnossapitojärjestelmään Maximo. Maximo:sta tarkasteltiin laitteille kirjatut työt, mahdolliset vaihdot ja varaosat. Projektinhallinta järjestelmää Project Wise:en on tallennettu myös teknisen suunnittelun dokumentit. Dokumentteja käytettiin tukena ja niiden ajantasaisuutta tarkasteltiin erityisesti sellaisten venttiileiden kohdalla, joita ei ollut luotu Alma:an tai tiedot olivat puutteellisia.

Tämän lisäksi työssä tutkitaan elinkaarensuunnittelua ja miten se olisi hyvä huomioida laitteissa, jotka vikaantuessaan pysäyttävät tuotannon joko hetkellisesti tai pidemmäksi aikaa. Standardit ohjaavat venttiilien ja toimilaitteiden valintaa. Tämän vuoksi työn aikana perehdyttiin myös oleellisiin standardeihin.

2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA

BoHa on yksi New Boliden yhtiöiden viidestä sulatosta. Muut sulatot sijaitsevat Kokkolassa, joka on Euroopan toiseksi suurin sinkin valmistaja. Ruotsissa Rönnskärissä on yksi maailman suurimmista elektroniikan kierrätyslaitoksista ja kuparisulatto. Bergsöessä yksi Euroopan suurimmista lyijyakkujen kierrätyslaitoksista. Norjan Oddassa puolestaan on sinkkisulatto, jota modernisoidaan tällä hetkellä tuotanto kapasiteetiltaan Kokkolaa hieman isommaksi.

Vaikka Harjavalta on sulattona maailman mittakaavassa pieni, on se tästä huolimatta yksi tehokkaimmista kupari ja nikkeli sulatoista maailmalla. Päätuotteiden ollessa kupari, nikkeli, kulta ja hopea sekä sivutuotteena rikkihappo.

Harjavallan nikkelisulatto on ainoa laatuaan Länsi-Euroopassa ja viimeisimmän teknologian ansiosta tuotettu nikkelikivi on korkealaatuisia. Tuotantoprosessin rikkidioksidipäästöt tuotettua nikkelitonnia kohden on muihin maailman sulattoihin verrattuna alhaiset tehokkaan ja ympäristöystävällisen tuotantoprosessin ansiosta. Päätuotteet sulatetaan kierrätysmetalleista ja rikasteista, jotka ovat peräisin Bolidenin omilta sekä ulkopuolisilta vastuullisilta kaivoksilta.

Bolidenin kaivokset sijaitsevat Suomessa, Ruotsissa ja Irlannissa. Kevitsa tuottaa Nikkeliä, kuparia, kultaa, platinaa, palladiumia ja kobolttia, ollen yksi Suomen suurimmista mineraalilöydöistä kautta aikain. Ruotsissa on kolme kaivosta, joista koko Boliden yhtiöiden suurin kaivos Aitik on pohjois-Ruotsissa, joka on maailman tuottoisin kupariavolouhos. Tämän lisäksi on Bolidenin alue, josta löytyy kolme maanalaista kaivosta: Renström, Kristineberg ja Kankberg. Nämä ovat mineraalirikkaita kaivoksia historiallisella maaperällä. Täältä koko yrityksen toiminta on lähtenyt 1924 eli 100-vuotta sitten. Näiden lisäksi Ruotsista löytyy vielä Garpenberg, joka on maailman tuottavin maanalainen sinkki-kaivos sekä yksi moderneimmista kaivoksista maailmalla. Näiden lisäksi Irlannista löytyy vielä Taran kaivos, joka on yksi Euroopan suurimmista Sinkkikaivoksista.

BoHa on perustettu 1936 Imatralle kuparisulattona, josta se on toisen maailmansodan aikana 1944 siirtynyt henkilöstöineen Harjavaltaan. Osaksi Boliden konsernia BoHa siirtyi vuonna 2004.

2023 BoHa tuotti rikkihappoa (sivutuotteena) 646 000 tonnia. Kuparia 129 000 tonnia ja nikkelikiveä 34 000 tonnia. Näiden lisäksi BoHa tuottaa kultaa ja hopeaa. Näiden avulla BoHa teki liikevoittoa 2023 1093 MSEK, joka on euroissa n. 94,5 miljoonaa. Työntekijöitä BoHa:lla oli vuonna 2023 559 henkilöä. (Boliden n.d.)

3 ELINKAARISUUNNITTELU

3.1 Periaate

Laitteiden elinkaarenhallinta on osa omaisuudenhallintaa ja toisaalta osa elinkaarenhallinnasta on laitteen kunnossapitoa ja kustannuksia. Voidaan siis puhua omaisuuden hallinnasta, jonka tasot on esitetty kuvassa 1.

Elinkaaren suunnittelussa vaikuttavina tekijöinä on mm. uuden laitteen toimitusaika, hinta sekä sen tuotantokriittisyys. Mikäli laite on tuotantokriittinen ja sen hajoaminen aiheuttaa kunnossapitoa suuremmat kustannukset se on enakkohuollon piirissä ja sen olisi hyvä olla myös kunnonvalvonnan seurannan alaisena. Venttiilit mm. toimilaitteesta saatavan diagnostiikan avulla. Mikäli laite ei ole tuotantokriittinen ja sen hankintakustannukset ovat edulliset ja toimitusaika nopea. Sen kunnossapitoon ei välttämättä kannata panostaa, vaan se kannattaa ajaa loppuun ja ostaa varastoon jo valmiiksi uusi ns. ”varaosaksi”. (Aalto, 1994.)

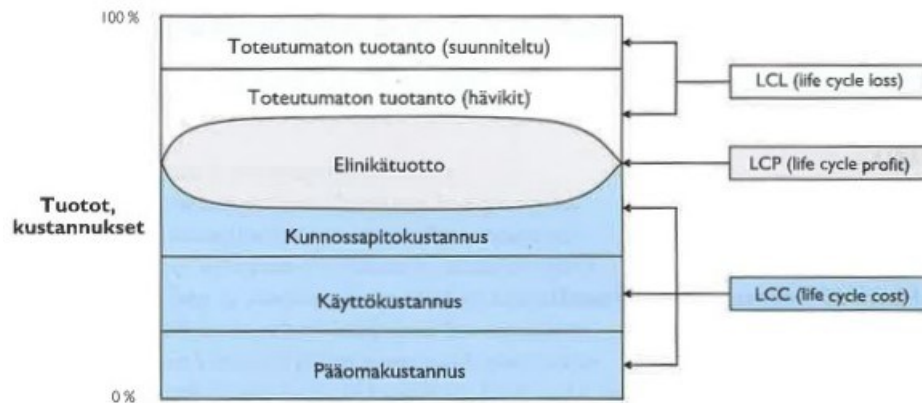


Kuva 1. OmaisuuDENhallinnan tasot

Koneiden ja laitteiden elinkaarensuunnittelu on osa jokaisen yrityksen toiminta strategiaa. Toiset panostavat tähän vähemmän ja ajavat laitteet loppuun. Nykypäivänä tuotannon maksimoimiseksi on yrityksen hyvä ymmärtää luoda suunnitelma laitteiden kunnossapidolle ja elinkaarelle, jotta tuotannon menetykset ovat mahdollisimman pienet. Koska tämän päivän markkinataloudessa tuotoilla luodaan voitot ja niitä jokainen yritys yrittää maksimoida. On syytä tehdä vaihtoehtoisia laskelmia minkä laitteen hankinta olisi kannattavinta tuotanto ja tuotto määrien suhteen.

Siksi yrityksen olisikin hyvä tehdä Life Cycle Assesment, joka vapaasti suomennettuna tarkoittaa Elinkaarianalyysiä eli LCA koneiden ja laitteiden tuotokustannuksia silmällä pitäen niitä hankittaessa. Elinkaarianalyysin tarkoituksena on selvittää koneen tai laitteen vaikutukset ympäristöön SFS-EN ISO 14040, 14044 ja 14067 standardien mukaan. Standardin 14044 yhtenä heikkoutena on kuitenkin markkinoiden epävakaa taloudellinen allokointi monopoleista, sääntelystä ja markkinoihin vaikuttavista tuista johtuen. Pitkän aikavälin hintojen ennustaminen on myös vaikeaa. (SFS-EN ISO 14044:2006)

Tuottokustannuksiin puolestaan vaikuttavat Elinkaaren menetykset Life Cycle Lost eli LCL, tuotot Life Cycle Profit eli LCP ja kustannukset Life Cycle Cost eli LCC, kuten kuvasta 2 on nähtävillä. Menetyksiksi lasketaan sekä suunnitellut että suunnittelemattomat tuotannon katkokset. Tuotot puolestaan ovat koko elinkaaren aikainen tuotto aina suunnitellusta laitteen käytöstä sen poistoon. (Järviö & Lehtiö, 2017.)



Kuva 2. Elinjakson kustannukset

3.2 LCC = Life Cycle Cost

Elinkaaren kustannukset eli LCC puolestaan on osa koneen tai laitteen tuotto-kustannuksia. LCC pystytään laskemaan kaavan (1) avulla.

$$L_{CC} = C_i + N_y(C_o + C_m + C_s), \quad (1)$$

Kaavan (1) osat pystytään laskemaan auki ja sen tekijät ovat:

C_i = Kaikki mahdolliset investointikustannukset mm. tuotantovälineistä, ohjeisiin, piirrustuksiin, rakennuksiin, energian jakeluun ja koulutuksiin

N_y = Koneen tai laitteen elinaika vuosina

C_o = Kaikki vuosittaisiin käyttökustannuksiin liittyvät mm. energia, henkilöstö jne.

C_m = Vuosittaiset kunnossapitokustannukset henkilöstöstä materiaaliin ja työkaluihin

C_s = Toteutumaton tuotanto, joka muodostuu kunnossapitokertojen määrän / vuosi, keskimääräisen seisokkajan ja epäkäytettävyyuskustannus / tunti tulona. (Järviö & Lehtiö, 2017.)

Varaosien tai kokonaisten laitteiden varastointi, on huomioitava osaksi vuosittaisia kunnossapitokustannuksia. Varastointi ei ole ilmaista, vaikka näin voidaan monesti mieltää. Varastoinnilla on suora vaikutus myös yrityksen ROCE arvoon eli return of capital employed, joka vapaasti suomennettuna tarkoittaa sijoitetun pääoman tuotto prosenttia. ROCE:n laskukaava on esitetty kaavassa (2). Varastoinnilla pääoma sidotaan yritykseen ja sen tuotto on varastossa nolla. Yrityksen taas pitäisi tavoitella yleistä korkotasoa parempaa tuottoa sijoituksilleen, jota se mahdollisesti maksaa lainoistaan. Tämän vuoksi yritykset pyrkivät varastoimaan ainoastaan kriittisiä laitteita tai niiden varaosia. Näin toimiessaan yrityksellä on enemmän varaa tehdä muita investointeja. (Alma insights, n.d.)

$$\frac{\text{Sijoitetun pääoman tuotto} - \%}{\text{Sijoitettu pääoma keskimäärin}} = \frac{100 * (\text{Nettotulos} + \text{rahoituskulut} + \text{verot}(12kk))}{\text{Sijoitettu pääoma keskimäärin}}, \quad (2)$$

3.3 LCP = Life Cycle Profit

Elinkaaren tuotot eli LCP on edelleen kehitetty käsite elinkaaren kustannuksista eli LCC:stä. Siihen vaikuttavat myös elinkaaren menetykset, laitteiden käytettävyyden K , todellinen tuotantonopeus suhteessa maksimiin eli nopeuskerroin N sekä lopputuotteen laatu L . Näin ollen koneesta tai laitteesta pystytään laskemaan sen todellinen tuotto hyödyntämällä KNL-mallin kaavaa (3).

$$\text{Maksimi tuotanto} = \text{Teoreettinen maksimituotanto} * K * N * L, \quad (3)$$

Elinkaarituottoanalyysi LCP vastaa myös mm. kysymykseen kuinka suuri käytettävyyssaste tarvitaan, jotta projekti on tuottava tai mikä investointi kannattaa saattaa loppuun asti. Analyysi toimii myös hyvänä apuvälineenä kustannuksien ja tuottojen ohjauksessa ja laskemisessa. (Riikonen, ym, 1996.)

3.4 Suunnittelun tavoite kunnossapidon näkökulmasta

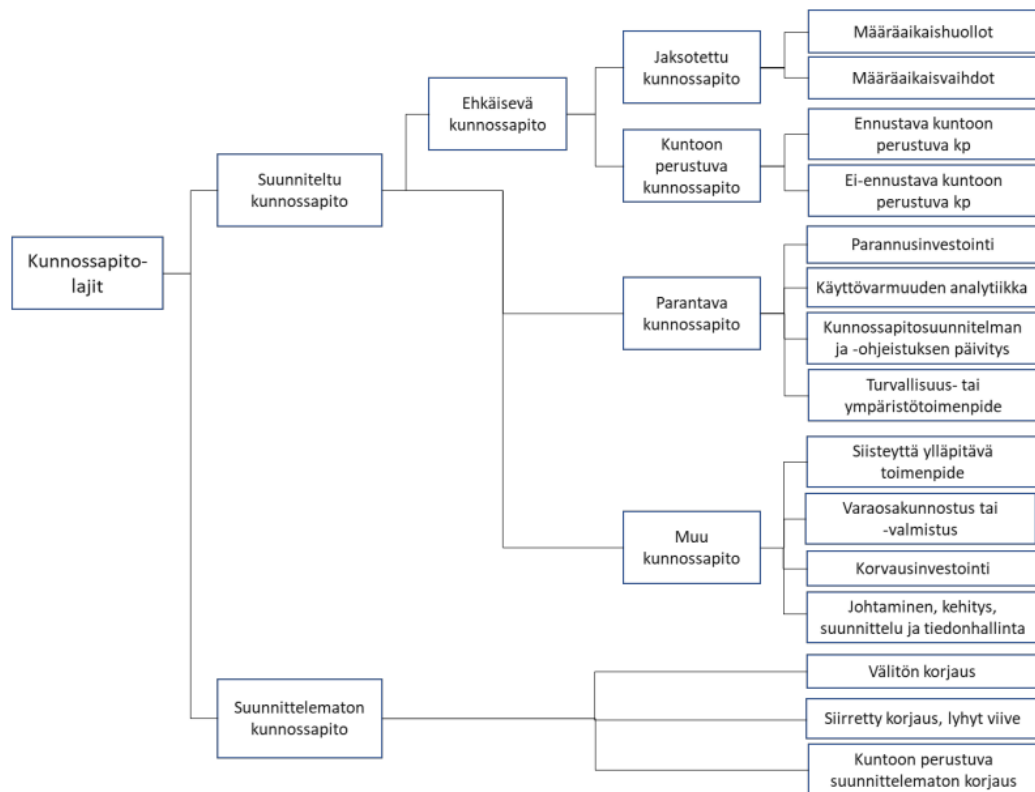
Nykytilan selvittäminen on olennainen osa olemassa olevan koneen tai laitteen elinkaaren analyysissä ja suunnittelussa. Tätä helpottaa suunnattomasti mahdollinen kunnonvalvonta ja käyntitiedon kerääminen. Tiedon kerääminen helpottaa kunnossapitoa ja tulee tulevaisuudessa lisäämään tietoutta koneiden ja laitteiden vikaantumisten estämiseksi, sekä parantamaan näiden oikea aikaista huoltotoimenpiteitä. Tiedon keruun ja kunnonvalvonnan tavoitteena on pidentää koneiden ja laitteiden elinikää. Lisäksi kun kunnonvalvonnan tuloksia opitaan paremmin tulkitsemaan, osataan myös varaosia tilata ajoissa. Pitkänkin toimitusajan varaosat saadaan näin ollen ajoissa paikalle ennen koneen tai laitteen vikaantumista ja tuotannon pysähtymistä. Näin saadaan myös resursien käyttö suunniteltua mahdollisimman hyvin ja yllättävien rikkojen aiheuttamat kiireelliset työt vähenevät. Voidaankin sanoa, että aika perusteisesta ”time based maintenance” ja kuntoon perustuvasta kunnossapidosta ”condition based maintenance” ollaan siirtymässä tekniset ja kaupalliset riskit huomioivaan kunnossapitoon ”risk based maintenance”. (Aunola, 2023. s. 47–48)

Tekniset ja kaupalliset riskit huomioiva kunnossapito ohjaa kunnossapitoa analysoimaan jatkossa enemmän koneista ja laitteista saatavaa kunnonvalvontatietoa. Luonnollisesti investointikustannukset uusiin kunnonvalvontalaitteisiin kasvavat, mutta pitkällä aikavälillä kunnossapito kustannukset pienentyvät. Korjauksista ja kunnossapidosta tulee oikea aikaista. Myöskään varaosia ei vaihdeta varmuuden vuoksi, eikä niitä tarvitse turhaan varastoida ja sitoa pääomaa näin. Ne vaihdetaan, kun ne on syytä vaihtaa koneen tai laitteen käytön optimoimiseksi.

4 KUNNOSSAPITO

Kaikki koneet, laitteet sekä rakennukset tarvitsevat kunnossapitoa toimiakseen tarkoituksiensa mukaisesti. Kunnossapito on aiemmin jaettu karkeasti

suunnitelluksi ja suunnittelemattomaksi kunnossapidoksi. Myöhemmin nämä molemmat ovat syventyneet samalla kun kunnossapidon sukupolvet ovat vaihtuneet. Kunnossapito määritelläänkin standardeissa SFS-EN 13306:2010 ja vielä hieman tarkemmin PSK 6201:2022 kuvan 3 mukaisesti.



Kuva 3. Standardin PSK 6201:2022 mukaiset kunnossapitolajit

4.1 Kunnossapito Bolidenilla

BoHa:lla nämä on lajiteltu Maximo:on, joka on IBM:n ylläpitämä kunnossapitojärjestelmä seuraavasti. BR – Vikakorjaus, CM – Kunnonvalvonta / Mittaava kunnossapito, IM – Parantava kunnossapito / Muutos työ, PM – Ennakkohoito, RI – Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus. Tämän lisäksi jokaisella työllä on prioriteetti eli tärkeys aste, niiden kiireellisyyden perusteella. Nämä on numeroitu asteikolla 7–9, 7 ollessa normaalityö, jonka vasteaika on määriteltä yli 24 h ja tavoite ajan ollessa 7 vuorokauden sisällä. Kaikki ennakkohuoltotyöt ja kunnonvalvonta / mittaavat kunnossapitotyöt ovat aina prioriteetti asteikolla 7 töitä, mutta myös muiden luokkien työt voivat olla 7 luokan töitä, jos ne eivät vaaranna tuotantoa, ympäristöä tai turvallisuutta. Kiireitä eli

prioriteetti asteikon 8 töitä taas voivat olla kaikki loput. Näiden vasteaika on määritelty 8–24 h. Hälytystöitä eli prioriteetin 9 töitä on ainoastaan vikakorjaukset, erityisesti sellaiset, jotka rajoittavat tuotantoa.

Kunnossapito on BoHa:lla järjestetty niin, että 7 työt tehdään päivävuorossa tekevän kunnossapidon toimesta ja 8 työt vuorokunnossapito ainakin aloittaa ja 9 töiden ollessa hälytystöitä tekee vuorokunnossapito ne useasti myös valmiiksi. (Boliden Intranet, 2018.)

5 VENTTIILIT JA NIIDEN TOIMILAITTEET

PSK Standardointi on yli 50 vuotta toiminnassa ollut teollisuuden ja sen yhteistyökumppaneiden yhteinen kehitysyksikkö. (PSK Standardointi, n.d.). PSK 6800 standardi on teollisuuden laitteiden kriittisyysluokittelun määrittämistä varten luotu standardi, joka auttaa ymmärtämään mikä laite tuotannolle todellisuudessa on kriittinen ja mikä ei. (PSK 6800, 2008.)

5.1 Venttiilit

Venttiilien valmistusta ohjataan standardeilla. Standardissa SFS-EN 1349 määritetään prosessiteollisuuden säätöventtiilien vaatimuksia mm.putken kestämän paineen baareina (bar) tarkoittaman Nominal Pressure eli PN ja lämpötilan sekä materiaalien osalta. Säätöventtiili muuttaa materiaalin virtausta toimilaitteen avulla. Toimilaitetta ohjataan prosessin säätöjärjestelmän avulla. Standardissa kerrotaan myös testausmenettelyt, joita säätöventtileissä pitää noudattaa. Säätöventtiileitä ovat kaikki lineaarisesti liikkuvalla tai kiertoliikkeisellä sulkuelimellä varustetut venttiilit. (SFS-EN 1349, 2009). BoHa:lla säätöventtiileitä ohjataan pääasiassa, joko Auman sähkökäyttöisillä osa- ja monikierrostoimilaitteilla tai Valmet/Neles pneumaattisilla toimilaitteilla.

BoHa:lla on useamman eri venttiilivalmistajan tuotteita. Kunnossapito on pääasiassa viime ajat suosinut Valmetin venttiileitä, niiden lähellä olevan huollon ja olemassa olevan varastointi sopimuksen vuoksi. Heillä on myös tarkempi tieto tällä hetkellä BoHa:n venttiileiden elinkaaren tilanteesta. Sillä he käyvät tasaisin väliajoin ajamassa Valmetin toimilaitteista diagnostiikka tiedot, jonka avulla he arvioivat myös venttiilin kuntoa. Tätä tietoa ei ole kuitenkaan Bolidenilla itsellään arvioitavaksi, mikä tekee tilanteesta hieman ristiriitaisen.

PSK Standardissa 0201 ohjataan oikeanlaisen teollisuusventtiilin valitsemiseen kulloisessakin tapauksessa eri venttiilityyppien väliltä. Standardissa kerrotaan, mitä venttiiliä voi käyttää missäkin virtaavassa aineessa ja käyttötarkoituksessa, paine- ja lämpötila-alueet, tiiveyden ja muun olennaisen venttiilin valintaan vaikuttavan asian. (PSK 0201, 2011)

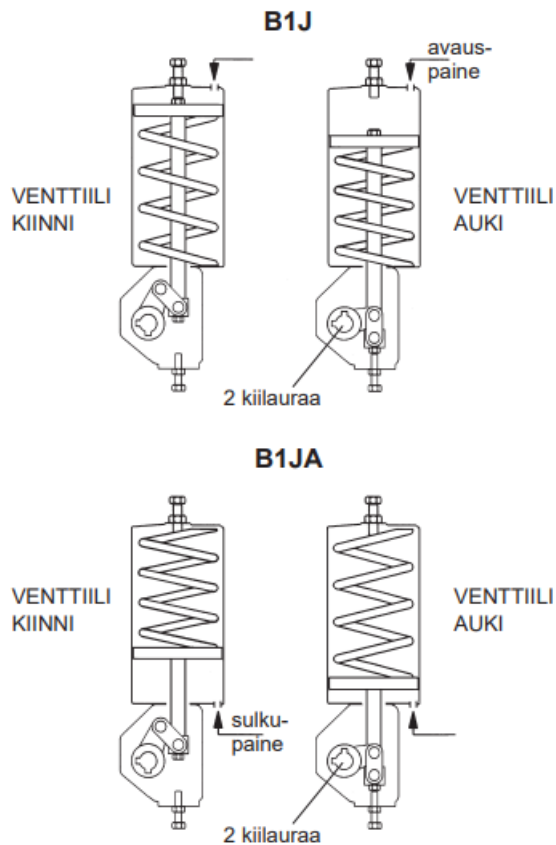
On-Off venttiilit ovat pääasiassa sulkuventtiileinä. Sulkuventtiiliä käytetään aina käsipyörällä. Näin varmistetaan siitä, että venttiili menee varmasti kiinni. Sulkuventtiilin tarkoitus on tehdä linjasta turvallinen ja erottaa se putkessa virtaavasta materiaalista mm. mahdollista työskentelyä varten. On-off venttiiliä voidaan muussa kuin sulkuventtiili tarkoituksessa käyttää myös toimilaitteella.

5.2 Valmet/Neles Pneumaattiset toimilaitteet

SFS-EN15714-3 määrittää pneumaattisten osittain kääntyvien teollisuusventtiilien toimilaitteiden perusvaatimukset. Nimellisen momentin ollessa $\leq 250000\text{Nm}$ mäntä- tai siipitoimilaitteen minimi kierrosten lukumäärä on 2500. Kierrosten lukumäärän vaade kasvaa mitä pienempi momentti on. Yhden kierroksen käsittäessä nimellisen 90 asteen avautuman molempiin suuntiin, muussa tapauksessa kestävyys tulee aina sopia ostajan ja toimittajan/valmistajan välillä. (SFS-EN 15714-3.)

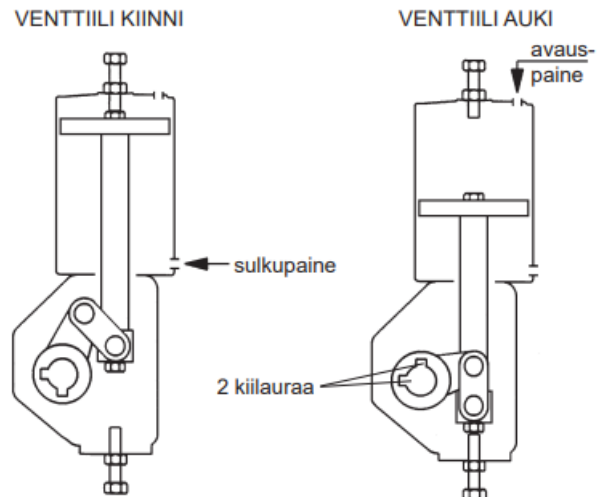
Neleksellä on yksi- tai kaksitoimisia pneumaattisia sekä kalvotoimilaitteita. Yksitoimisista toimilaitteista B1J on yleisempi, sillä jousi sulkee venttiilin. Venttiilin normaali sulkusuunta on myötäpäivään. B1JA toimilaitteessa jousi puolestaan

avaa venttiilin. Jousen palautus suunta riippuu halutusta turvatoiminnosta eli pitääkö sen sulkea vai avata venttiili, kuten kuvasta 4 on nähtävissä. Jousen momentti määrittää toimilaitteen koon. Myös syöttöpaineen riittävyys pitää varmistaa, että vastakkaiseen suuntaan vaaditusta momentista voidaan varmistua. (Neles™ Sarja B1J, 2022)



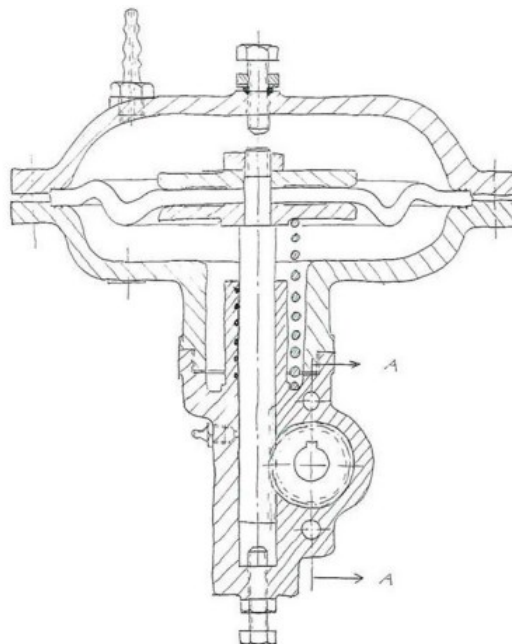
Kuva 4. Yksitoiminen venttiilitoimilaite

Kuvassa 5 olevassa kaksitoimisessa B1C toimilaitteessa sylinteriä liikutetaan molempiin suuntiin paineilmalla. Kaksitoiminen toimilaite tulee kyseeseen, kun häiriö tilanteessa toivotaan venttiilin jäävän paikalleen. (Neles™ Sarja B1C, 2022)



Kuva 5. Kaksitoiminen pneumaattinen toimilaite.

Antti Nelimarkka, joka on aikanaan perustanut Neleksen yhdessä Eino Santasalonen kanssa 1956 on suunnitellut venttiilien lisäksi myös venttiilitoimilaitteita. Kuten kuvassa 6 nähtävillä olevan luonnoksen kalvotoimilaitteesta halkaistuna vuodelta 1957. (Nelimarkka, 2019.)



Neles OY
12.1.57 *flh*

Kuva 6. Antti Nelimarkan luonnos kalvotoimilaitteesta vuodelta 1957

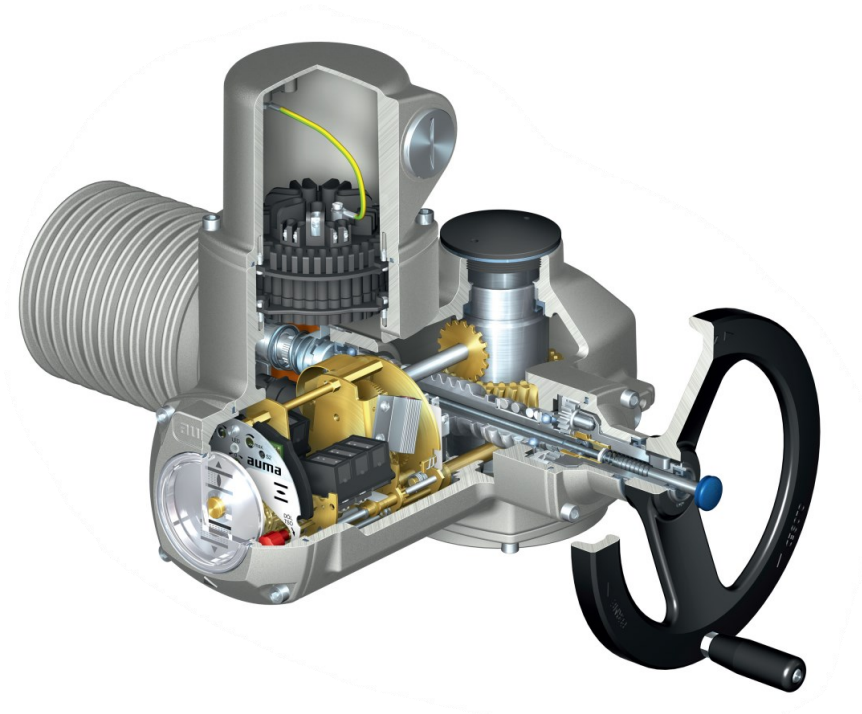
5.3 Auma moottorikäyttöiset toimilaitteet

SFS-EN 15714-2 määrittää teollisuusventtiilien sähköisten toimilaitteiden perusvaatimukset. Sähköiset toimilaitteet jaetaan osa- ja monikiertotoimilaitteisiin. Luokan A ja B osakiertotoimilaitteen pitää kestää yli 32000Nm auki-kiinni nykäyskäytössä 1000 kierrosta yhden kierroksen ollessa sama kuin pneumaattisellakin toimilaitteella. Luokan C (moduloitu käyttö) ja D (yhtenäinen moduloitu käyttö) liikkeelle lähtöjen määrä on niin suuri, että se sovitaan ostajan ja toimittajan/valmistajan välillä. Monikiertotoimilaitteen osalta A ja B luokan pitää kestää yli 10000Nm käyttöä 1000 kierrosta. C ja D luokkien osalta on samoin kuten osakiertotoimilaitteella. (SFS-EN 15714-2.)

Auma on saksalainen vuodesta 1964 toiminut Werner Riesterin ja Rudolf Dinsen perustama venttiilivaihteita ja sähkötoimilaitteita valmistava yritys. Auma on lyhenne saksan kielestä Armaturen und Maschinen Antriebe joka suomennettuna ”venttiilien ja koneiden toimilaitteet” kiteyttää yrityksen toiminta-ajatuksen ytimen.

Auman toimilaitteet ovat tunnettuja korkeasta laadustaan ja ne testataankin äärimmäisissä olosuhteissa Auman omassa testilaboratoriossa ennen markkinoille tuontia. Suunnittelu vaiheessa toimilaitteiden pitää läpäistä ilmastokammio, suolasumutuskammio ja värinäsimulaattori ja todistaa toimivuutensa näissä. Ennen asiakkaalle toimitusta jokainen toiminto testataan vielä yksityiskohtaisesti Auman omissa testipenkeissä ja samalla kalibroidaan myös taa-juusmuuttajan momentin ja asennon vaihto.

Auma on tullut markkinoille aikanaan vesiteollisuuden erityistarpeisiin luomillaan toimilaiteratkaisuilla. Auman toimilaitteet ovatkin integroitavissa pienistä palloventtiileistä aina isoihin läppiin. Auman toimilaitteista tekee omanlaisensa yksityiskohta, joka on käsikäyttöinen kampi, mikäli toimilaitetta ei pysty ohjaamaan etäältä. Kuten kuvasta 7 on nähtävissä. Auma on ollut myös aikanaan markkinoiden ensimmäisiä osakiertotoimilaitteiden valmistajia, ja on tänä päivänäkin yksi alan johtava sähköisten toimilaitteiden valmistaja. (Auma, n.d.)



Kuva 7. Auma SA 07.2 – SA 16.2 toimilaite

6 TULOKSET

BoHa:lla on jo pelkästään sulatolla venttiileitä yli 2000 kpl. Tämän vuoksi työssä perehdyttiin DN800 ja sitä isompiin venttiileihin. Opinnäytetyö painottui enemmän tutkimuksellisten menetelmien käyttöön, mutta sisältää laitteiden fyysisten sijaintien selvityksen sekä laitekriittisyyden tekemisen osalta myös toiminnallisia menetelmiä.

Työ aloitettiin muodostamalla yhdessä Jaana Pelkosen (Insta Automation) kanssa Alma:sta erilliset raportit, joista käy ilmi moottoritoimilaitteet eli Aumat sekä erillisenä tiedostona venttiilit. Raporttiin haettiin DN ja PN mitat. Molempiin listauksiin otettiin mukaan myös laitteiden toimintopaikat helpottamaan niiden jakamista oikeille alueille sekä auttamaan oikeiden osien etsimistä kunnossapitojärjestelmästä.

Tämän jälkeen perehdyin tarkemmin venttiilien sijaintiin sulatolla (kupari vai nikkeli) ja rikkihappotehtaalla, useammalla kenttäkierroksella yksin ja asentajien kanssa. Tämä oli osaltaan haasteellista, koska iso osa putkista on eristetty niin venttiilin tarkan koon määrittäminen oli vaikeaa. Toimilaite oli nähtävillä kuten kuvassa 8, mutta siitä ei ollut nähtävillä ulkoisesti missä kunnossa se on toiminnallisesti. Kuvasta 8 puolestaan näkee venttiilin jälkeen asennetun luukun, josta venttiilin kunnan pystyy tarkistamaan kuten kuvassa 9 on nähtävillä.



Kuva 8. Valmet pneumaattinen toimilaite ja venttiilin tarkastusluukku.



Kuva 9. Kuvan 8 venttiili putken sisältä kuvattuna.

Listasin venttiilit osastoittain (Kupari, Nikkeli ja yhteiset sekä Rikkihappo) PSK6800 standardin kriittisyysluokittelu pohjaan omille välilehdille. Venttiileiden kriittisyys arvioitiin yhdessä jokaisen alueen tuotannon aluetyönjohtajien kanssa sekä lisättiin puuttuvia venttiileitä, jotka varmuudella tunnistettiin työhön kuuluviksi. Nikkelipuolella ja yhteisillä alueilla piti järjestelmistä saadun tiedon mukaan olla työhön liittyviä venttiileitä 13kpl, kupari puolella 11 kpl ja rikkihappotehtaalla 25 kpl. Varmuudella nikkeliapuolelle ja yhteisille alueille saatiin 16 venttiiliä, kupari puolelle 42 venttiiliä ja rikkihappotehtaalle 36 venttiiliä. Rikkihappotehtaan osalta puuttui tästä vielä yhden kokonaisen tehtaan venttiilit. Nikkelipuolella taas oli venttiileitä, jotka eivät johtaneet mihinkään.

Tämän vuoksi päädyimme yhdessä Jari Holmbergin kanssa, että työ keskittyy ainoastaan kuparipuolen venttiileihin ja niiden mahdollisimman tarkkaan selvittämiseen. Jonka jälkeen kiersin kuparipuolen aluetyönjohtajien kanssa venttiilien fyysisiä sijainteja vielä kerran. Tällä kierroksella varmistettiin, mikäli mahdollista lisättyjen venttiilien kuuluminen opinnäytetyöhön.

Kaikki venttiilit etsittiin tämän jälkeen uudelleen Alma järjestelmästä ajetuista listoista ja Maximo kunnossapitojärjestelmästä. Tietoja verrattiin Project Wise:en tallennettuihin piirikaavio kuviin, mikäli Alma:ssa oleva tieto ei vastannut todellisuutta tai siinä oli puutteita. Tämän lisäksi selvitettiin Maximo:sta

kaikki varaosat ja mahdolliset huollot sekä vaihdot ja myös nämä merkittiin ylös kriittisyysluokittelu pohjaan.

Valmetin kanssa on käyty alustavia neuvotteluita kunnonvalvontajärjestelmän ottamisesta käyttöön. Järjestelmä lukee Valmetin toimilaitteiden diagnostiikka tiedot ajantasaisesti ja ilmoittaa mikäli toimilaitte tarvitsee jotain huoltotoimia. Järjestelmästä pitäisi olla nähtävissä myös toimilaitteen käyttökerrat, joita voidaan verrata standardien vaatimuksiin. Tämä vähentää kentällä tapahtuvaa diagnostiikan lukua ja helpottaa kriittisten venttiilien toiminnan kartoitusta. Tällä hetkellä venttiilistä saadaan kyllä mm. auki ja kiinni rajoista tieto ja putkessa kulkeva virtauksen määrä.

6.1 Huomioita tuloksista

Työssä tutkittuja venttiileitä ajetaan pääasiassa muutamia kertoja vuodessa päiväseisakeissa ja vuosihuollossa erottamaan linjat. Vaikka nämä säätöventtiileitä ovatkin ja tuotannon virtauksia säättävät. Suurin osa niistä on silti ohitettavissa, joten ne eivät muodostu tuotannolle pullonkaulaksi kuin siksi aikaa, että ne saadaan ohitettua. Venttiilien ja toimilaitteiden vaihtaminen ei kuitenkaan ole mahdollista tuotannon ollessa käynnissä. Sillä ne sijaitsevat suurimaksi osaksi sulaton katolla tai muuten haastavissa paikoissa. Lisäksi niiden toimitusaika on pitkä, hinta kallis ja nosto saattaa rajoittaa tuotantoa hetkellisesti. Lähtökohtaisesti siis vaihdot ovat vuosihuollon aikaan tehtäviä. Tarkalla suunnitelmallisuudella yksittäisiä venttiileitä tai niiden toimilaitteita pystytään kuitenkin vaihtamaan päiväseisakissa. Tällöin onkin syytä laskea vaihdon kannattavuutta KNL menetelmän avulla. Kuinka suuret vaikutukset sillä on mahdollisesti oman tai toisen tuotantolinjan tuloksiin ja tehdä päätös tämän tiedon valossa venttiilin vaihdosta.

Aiemmin vuosihuollossa vaihdetut venttiilit on tilattu yhdelle työllä. Tälle ei ole laitettu liitteeksi mitä venttiileitä mahdollisesti vaihdetaan tai on vaihdettu. Tämän takia BoHa:lla itsellään ei ole selkeää vaihtosuunnitelmaa venttiileistä ja pneumaattisista toimilaitteista, vaan se tapahtuu täysin Valmetin suosituksien

mukaan. Mikä kuulostaa hieman erikoiselta, varsinkin kun BoHa:n kokoiselta yritykseltä voisi olettaa sellaisen jo löytyvän. Auman toimilaitteet pääasiassa kulutetaan tällä hetkellä ”loppuun” ja vaihdetaan, joko koko toimilaite tai sen rikkoutuneet osat.

Seurannan ja kerätyn datan avulla venttiilien ja toimilaitteiden operointi on riskittömämpää ja optimoitua. Tavoitteena on pidentää näiden elinkaarta, sekä suunnitella ja toteuttaa korjaukset oikea-aikaisesti. Äkillisiin ilmiöihin pystytään reagoimaan oikea-aikaisesti. Pitkän toimitusajan varaosat voidaan tilata ennakkoidusti ja näin niiden vaihtotyöt saadaan optimoitua. Tiedolla johtaminen mutua tuntumalla johtamisen sijaan onkin tätä nykyä paremmin mahdollista kaikenlaisen datan avulla mitä koneista ja laitteista saadaan. Niitä pitää toisaalta osata myös arvioida.

Elinkaaren tuottokustannuksien tai yleensäkin elinkaaren kustannuksien laskeminen jo olemassa olevien venttiilien osalta ei ole kannattavaa toteuttaa. Sillä ei ole varmuutta mitkä venttiileistä on alkuperäisiä. Aikojen myötä tapahtuneiden henkilövaihdoksien myötä on kadonnut tärkeää tietoa. Myöskään mahdollisesti 30-vuotta vanhan venttiin hankinta kustannuksien selvittäminen on kannattamatonta. Tärkeämpää onkin miettiä jatkossa näitä laskelmia uusien ja vaihdettavien venttiilien osalta.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tehdyn PSK6800 kriittisyysanalyysin myötä saatiin luotua hyvä pohja venttiilien ja toimilaitteiden varaosien ja huoltojen selvittämiseen. Kuparipuolen venttiilit ja toimilaitteet on jo lähes 100 % selvitetty. Tehtävää jää erityisesti nikkeli- ja rikkihappotehtaan osalta, mutta näidenkin osalta työ on jo aloitettu kriittisyysanalyysissä.

Opinnäytetyön aikana heräsi kysymys: Onko venttiilit niin kriittisiä, että ne ovat tämän vuoksi ohitettavissa? Näin ollen sulaton päätuotteet ovat tärkeämpiä ja sivutuotteilla ei ole niin isoa arvoa kokonaisuudessa. Vai onko ne ohitettavissa pitkän toimitusajan ja haasteellisen vaihtamisen vuoksi? Näin vaihtotyö voidaan suunnitella tehtäväksi turvallisesti ja nopeasti tuotannon siitä suuremmin kärsimättä. Oma käsitykseni on, että tuotannon mahdollisimman lyhyen seisakkiajan vuoksi nämä ovat ohitettavissa ja päätuotteet ovat tärkeämpiä.

Ehdotukseni on, että jokaisen venttiilin kunto selvitetään. Kamera järjestelmällä putkiyhteestä, jos sellainen on tai jos putkeen on asennettu tarkistusluukku, kuten kuvassa 8. Selvitetään, miltä venttiilien sisäpinnat ja tiivisteet näyttävät tällä hetkellä, jotta asian kanssa ei olla toimittajan varassa. Näin voidaan suunnitella niiden vaihdot oikea aikaisesti ja venttiilien hankinta pystytään budjetoimaan. Tehdas standardiin on lisäksi hyvä kirjoittaa, että uusia putkilinjoja suunniteltaessa käytetään tietyn tyyppisiä ja kokoisia venttiileitä mahdollisuuksien mukaan. Tämä helpottaa kunnossapitoa ja hankintaa.

Opinnäytetyön aikana selvisi lisäksi, että muutamia venttiileitä ja toimilaitteita BoHa:lla on varastossa. Niiden lepuuttaminen siellä on kustannustehotonta ja sitoo yrityksen pääomaa. Niinpä niille tehtyä kriittisyysluokittelun tärkeyttä pitää pohtia jatkossa tarkemmin. Ison venttiilin ollessa arvokas ja, kun sitä käytetään vielä harvoin. Lähtökohtainen oletusarvo on, että se kestää vuosikymmeniä tehtävässään. Kunnonvalvonnan avulla olisi mahdollista vapauttaa yrityksen sitoutunutta pääomaa muihin tehtäviin.

Valmetin kanssa käytyjen kunnonvalvonta neuvottelujen myötä on myös ajankohtaista selvittää, onko Aumalla jotain samanlaista järjestelmää. Näiden myötä kunnonvalvontatiedon analysointia pitää vielä kehittää.

Opinnäytetyötä tehdessäni selvisi, että tieto on usean käytettävän järjestelmän myötä pirstaloitunut. Tämä pitää korjata mahdollisimman nopeasti ja määrittää minne tiedot tallennetaan. Oma ehdotukseni on, että käytettävä järjestelmä on Maximo. Myös raportointiin pitää panostaa jatkossa yrityksen kaikilla tasoilla. Näin kun tulee henkilövaihdoksia, tietoa katoaa mahdollisimman vähän.

LÄHTEET

Aalto, H. (1994). Kunnossapitotekniikan perusteet. Loviisa: Painoyhtymä Oy.

Alma insights. (n.d.). Sijoitetun pääoman tuotto-prosentti (ROCE). Haettu 16.11.2024 osoitteesta <https://www.almainights.fi/tunnuslukuopas/kannattavuus/sijoitetun-paaoman-tuotto-prosentti-roi/>

Auma. (n.d.). Electric actuators for industrial valve automation. Haettu 14.10.2024 osoitteesta https://www.auma.com/fi_FI/lataukset/dokumentti-haku/dokumenttihaku?page=1

Aunola, V. (2023). Kunnossapidon pitkä aikajänne. Promaint 3, 46-48.

Boliden. (n.d.). Metals for modern life. Haettu 9.9.2024 osoitteesta <https://www.boliden.com/fi>

Boliden Intranet. (2018). Maximo kunnossapidon opparit 2018. Haettu 23.9.2024 osoitteesta https://boliden.sharepoint.com/sites/bas_harjavalta/SitePages/Henkil%C3%B6st%C3%B6/Osaamisen%20kehitt%C3%A4minen/Koulutusmateriaalit.aspx

Hagberg, L., Hautanen, S., Henriksson, T., Laine, H., Löppönen, P. & Riikonen, E. (1996). Käynnissäpidon johtaminen ja talous. Loviisa: Painoyhtymä Oy.

Järviö, J. & Lehtiö, T. (2017). Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6. täydennetty painos. Kerava: Savion kirjapaino Oy.

Neles™ Sarja B1C. (2022). Neles™ pneumaattiset sylinteritoimilaitteet Sarja B1C. Haettu 13.6.2024 osoitteesta <https://www.valmet.com/globalassets/sha-repoint/imported/6bj71fi.pdf>

Neles™ Sarja B1J. (2022). Neles™ pneumaattiset sylinteritoimilaitteet Sarja B1J. Haettu 13.6.2024 osoitteesta <https://www.valmet.com/globalassets/sha-repoint/imported/6bc71fi.pdf>

Nelimarkka, R. (2019). Antti & Neles. Helsinki: Grano Oy

PSK Standardisointi. (n.d.). Esittely. Haettu 11.10.2024 osoitteesta <https://psk-standardisointi.fi/psk/yleista/>

PSK 0201: 2011. PSK 0201 Teollisuusventtiilit. Valinta ja käyttösuositus. PSK Standardisointi. <https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

PSK 6201: 2022. PSK 6201 Kunnossapito, käsitteet ja määritelmät. PSK Standardisointi. <https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

PSK 6800: 2008. PSK 6800 Laitteiden kriittisuusluokittelu teollisuudessa. PSK Standardisointi. <https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

SFS-EN 1349. (2009). Prosessiteollisuuden säätöventtiilit. Suomen standardoimisliitto. <https://online.sfs.fi>

SFS-EN ISO 14044:2006/A2:2020. (2020) Ympäristöasioiden hallinta. Elin-
kaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja. Suomen standardoimisliitto.
<https://online.sfs.fi>

SFS-EN 15714–2. (2009). Teollisuusventtiilit. Toimilaitteet. Osa 2: Sähköiset
toimilaitteet teollisuusventtiileille. Suomen standardoimisliitto. [https://on-
line.sfs.fi](https://online.sfs.fi)

SFS-EN 15714–3. (2009). Teollisuusventtiilit. Toimilaitteet. Osa 3:
Pneumaattiset osittain kääntyvät toimilaitteet teollisuusventtiileille. Suomen
standardoimisliitto. <https://online.sfs.fi>