

RIKASTAMON PUTKILINJASTOJEN POSITIOINNIN RA-
KENTAMINEN JA DOKUMENTOINTI

Mäntyranta Arto

Opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2021

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Arto Mäntyrinta	Vuosi	2021
Ohjaaja	Ins. (AMK) Mika Majuri		
Toimeksiantaja	Otso Gold oy		
Työn nimi	Rikastamon putkilinjastojen positioinnin rakentaminen ja dokumentointi		
Sivu- ja liitesivumäärä	34 + 3		

Työ tehtiin Otso Gold oy:n rikastamolle. Työn tavoitteena oli suunnitella rikastamon putkistoille positioinnit käyttäen PI- kaaviota ja siirtää positiot toiminnanohjausjärjestelmä Prontoon. Työn tavoitteena oli saada looginen järjestelmä eri aineiden putkistojen positioiden määritykselle. Työn tarkoituksena oli saada toiminnanohjausjärjestelmään positioinnit, jotta voidaan dokumentoida ja näyttää putkistojen kuntotarkastukset myös viranomaisille sekä samalla pystytään määrittämään kustannukset oikeisiin paikkoihin. Sijainnilla ja positioilla pystytään samalla myös seuraamaan kunkin linjaston kulurakennetta.

Työn aihe tuli esille kunnossapitosuunnittelijalle tilanteessa, jossa ei voitu määrittää kustannuksia oikeaan paikkaan, koska positioita ei ollut olemassa. Ongelmaksi myöhemmässä vaiheessa putkistojen dokumentoimattomuudessa tulisi vastaan myös vaikeus esittää viranomaisille eri linjastojen huollot ja tarkastukset lakien ja määräysten mukaisesti.

Työ tehtiin käymällä läpi PI-kaaviosta kaikkien aineiden putkilinjastot, jotka samalla dokumentoitiin Exceliin sijainnin ja positionumeron mukaan. PI- kaaviossa oli 95 sivua kaavioita A0-koossa.

Työn tuloksena saatiin jokaiselle linjastolle ja putkistolle oma positionumero ja sijainti, joka on mahdollista siirtää toiminnanohjausjärjestelmään Excel-tiedostona.

Avainsanat

PI-kaavio, positiointi, positiojärjestelmä

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Arto Mäntyranta	Year	2022
Supervisor	BEng. Mika Majuri		
Commissioned by	Otso Gold OY		
Subject of thesis	Construction And Documentation Of Positioning Of Enrichment Plant Pipelines		
Number of pages	34 + 3		

This thesis was made for Otso Gold Oy's enrichment plant. The aim of the work was to design positions in the enrichment pipelines using the PI diagram, and to transfer those positions to Pronto Enterprise Resource System. The aim of the work was to have a logical system for the determination of piping positions in different substances. The purpose of the work is to get positions in the operational control system, in order to document and show the condition checks of piping to the authorities, as well as at the same time to determine the costs in the right places. At the same time, the location and position can also monitor the cost structure of each line.

The topic of the work was raised for the maintenance planner in a situation where it was not possible to set up costs in the right place, because the positions did not exist. At a later stage, the lacking documentation of the pipelines will also cause difficulty presenting the maintenance and inspections of different lines to the authorities.

The work was done by going through the PI diagram of the pipelines of all the substances documented in excel by location and position number. The PI chart had 95 pages of charts A0 in size.

As a result of the work, each line and piping received its own position number and location, which can be transferred to the ERP system as an excel file.

Key words

PI chart, positioning, positioning system

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 OTSO GOLD OY	7
2.1 Historia.....	7
2.2 Sijainti ja toiminta.....	7
2.3 Malmin louhinta ja rikastus.....	8
3 KUNNOSSAPITO	11
3.1 Kunnossapitolajit.....	12
3.1.1 Huolto.....	13
3.1.2 Ehkäisevä kunnossapito.....	14
3.1.3 Korjaava kunnossapito	15
3.1.4 Parantava kunnossapito.....	15
3.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	16
3.2 Kemikaaliputkistoihin liittyvä kunnossapito ja tarkastukset ja lainsäädäntö	17
3.2.1 Käytön aikaiset tarkastukset.....	19
3.2.2 Putkiston merkitseminen	20
3.2.3 Putkistoihin liittyvät korjaus ja muutostyöt	21
3.3 Kunnossapidon toiminnanohjaus	22
3.3.1 Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä	22
3.3.2 ERP	24
4 POSITIOINNIN MERKITYS KUNNOSSAPIDOLLE	26
5 TYÖN TOTEUTUKSEN KULKU JA TOTEUMA.....	28
6 POHDINTA.....	32
LÄHTEET	33
LIITTEET	34

LYHENTEET

CMMS	Computerized Maintenance Management System
EAM	Enterprise Asset Management
ERP	Enterprise Resource Planning
NDT	Non- Destructive Testing
PSK	PSK Standardisointiyhdistys ry
RCM	Reliability Centered Maintenance
SEP	Hyvä konepajakäytäntö
SFS	Suomen Standardisoimisliitto ry
SL	Slurry

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on putkiverkostojen positiointi ja dokumentointi toiminnanohjausjärjestelmään Otso Gold Oy:n laivan kaivoksella Raahessa. Otso Gold on käynnistänyt kultakaivoksen uudelleen aikaisemmin käytössä olleilla järjestelmillä ja laitteilla.

Positointia ei putkilinjastoille ole aikaisemmin määritetty ja tämä aiheuttaa ongelmia kustannuksien ja ennakkohuoltojen ja viranomaisten vaatimien tarkastuksien osalta. Työn valmistuttua positioinnin on tarkoitus auttaa rikastamon kustannusten oikeaa sijoittumista ja kustannusseurantaa sekä vaadittujen suunnitelmien ja tarkistuksien määrittämistä linjastoille.

Myös kunnossapidolle on merkittävä etu, että sijainnit ovat selvillä, jos vaurioita tai vikoja esiintyy. Tällöin säästetään aikaa ja osataan varautua tarvittaviin toimenpiteisiin ennakkohuollossa ja vikatilanteissa.

2 OTSO GOLD OY

Otso Gold Oy:n Laivan kaivos on Raahen Mattilanperällä sijaitseva kultakaivos. Kaivoksessa on keskitytty kullan tuotantoon. Yritys työllistää useiden eri alojen työntekijöitä, kuten näytteenottajia, geologeja, prosessinhoitajia, sähkö ja automaatioalan ammattilaisia, mekaanisen kunnossapidon ammattilaisia, hallinto- ja talousalojen ammattilaisia sekä eri tekniikan alojen insinöörejä.

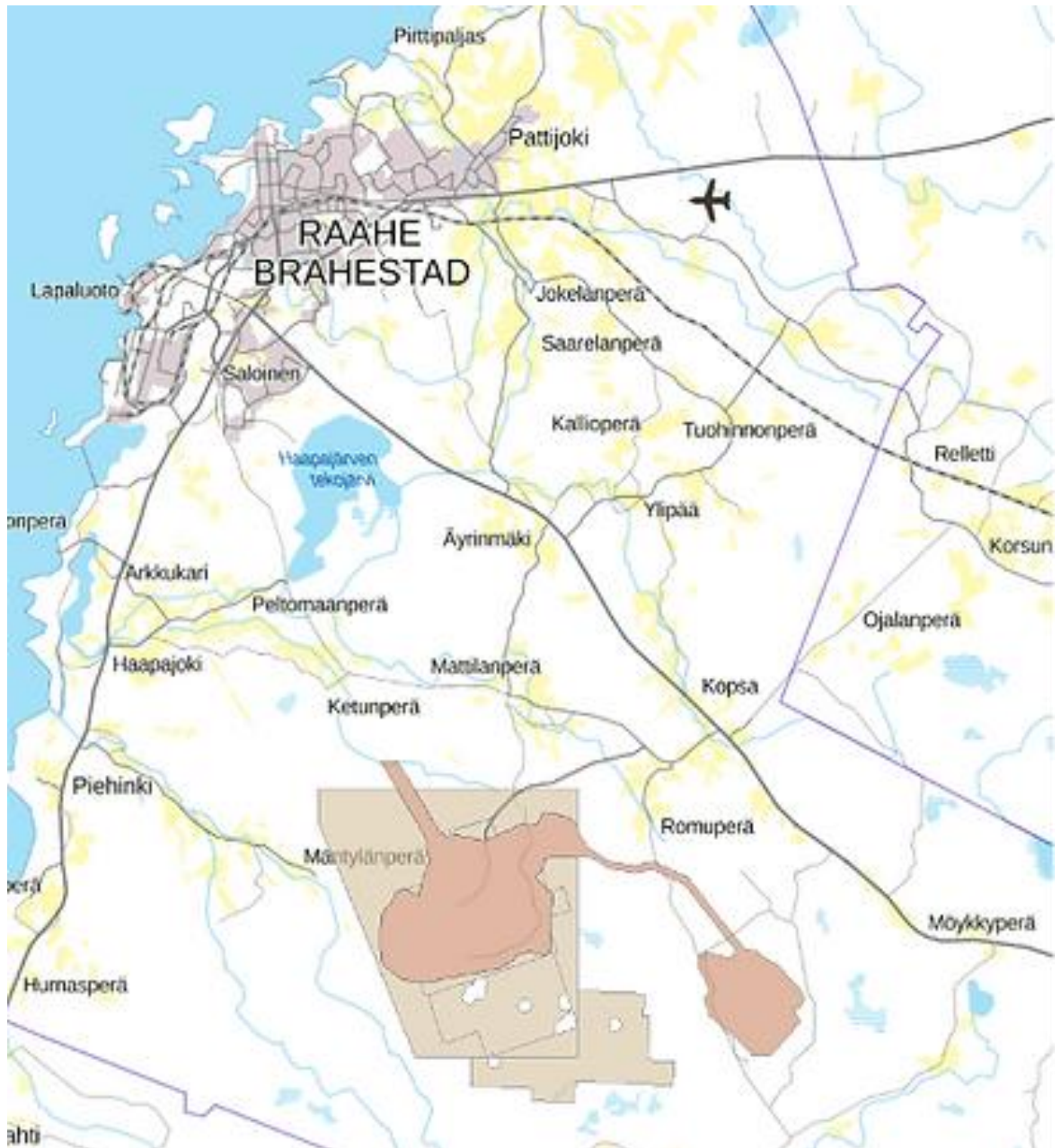
Kaivoksen työyhteisö on kansainvälinen sekä monikulttuurinen, joten työkielenä suomen lisäksi toimii suureksi osin englannin kieli. (Otso Gold 2021.)

2.1 Historia

Laivan kaivoksen alkusysäys sijoittuu vuoteen 1980, jolloin geologiharrastelija löysi metsästysreissulla kivilohkareita, joissa hän epäili olevan arvometalleja. Kivinäytteet lähetettiin tutkittavaksi ja tutkimustuloksissa todettiin, että näytteet olivat kiillerikkaita ja gneissimäisiä sekä sisälsivät kullan lisäksi muun muassa kuparia, sinkkiä ja nikkeliä. Alueella on vuosikymmenien kuluessa toiminut useita kaivosalan yrityksiä. (Otso Gold 2021.)

2.2 Sijainti ja toiminta

Laivan kaivos sijaitsee Raahessa Pohjois-Pohjanmaalla. Kaivoksen toiminta sijoittuu tällä hetkellä kuviossa 1 esitetyssä kartassa tummemman ruskealle alueelle. Tätä aluetta kutsutaan kaivospiiriksi. Kaikki kaivoksen toiminta sijoittuu kaivospiirin alueelle. Tällä alueella sijaitsevat avolouhokset, pintamaiden ja rikastushiekkojen läjitysalueet sekä kaivoksen vesienhallintaan kuuluvat pumpaamot ja altaat. Kaivokselta lähtee merelle 18 km pitkä maanalainen putki, minkä kautta puhdas ylijäämävesi poistetaan kaivoksen vesikierrosta. Kaivospiirin alueen maanomistajat saavat vuosittain korvauksen omistamansa maapinta-alan mukaan. Korvaus on kiinteä vuosikorvaus sekä provisiosta, joka muodostuu myydyn kullan myyntituloista. Korvaus on kaivoslain mukainen. Vaalean ruskea alue kuvion 1 kartassa on malminetsintäalue, missä on lupa tehdä malminetsintätöitä. (Otso Gold 2021.)



Kuvio 1. Otso Gold Oy:n sijainti sekä kaivospiiri (tummempi ruskea) ja malminetsintäalue (vaaleanruskea) (Otso Gold 2021).

2.3 Malmin louhinta ja rikastus

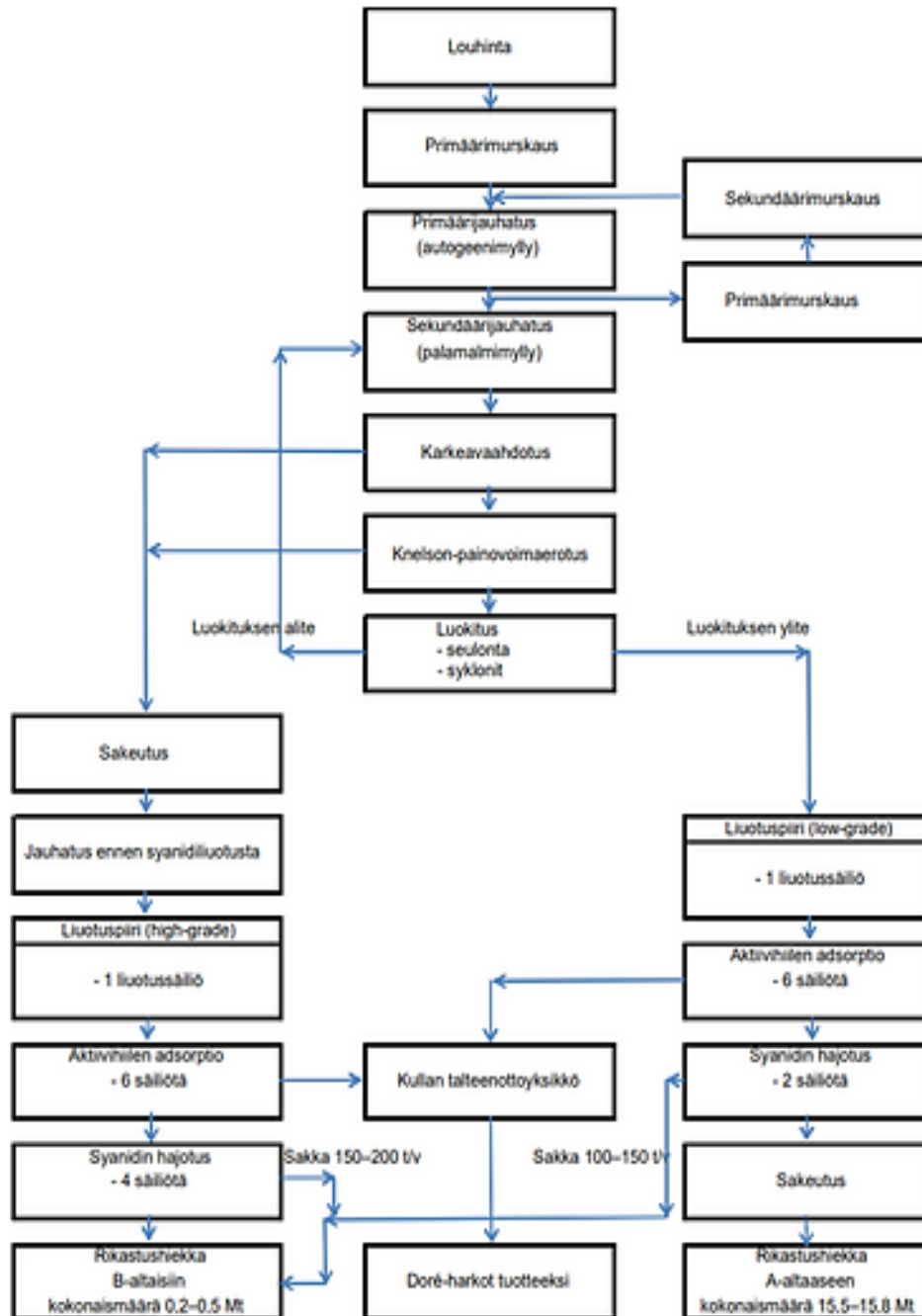
Kaivosalueella on tällä hetkellä 2 syvyydeltään 30 m ja 50 m avolouhosta, joista kultamalmin louhitaan. Louhokset laajenevat tuotannon myötä ja lopulta yhdistyvät yhdeksi louhokseksi. Louhinta tapahtuu kairaamalla reikiä avolouhosalueelle

panostusta varten. Panostettu alue räjäytetään ja kiviainekset lajitellaan kolmeen kategoriaan: malmiin (kuljetetaan rikastettavaksi), sulfiseen sivukiveen (sisältää arseenia, joka läjitetään kalvotulle alueelle) ja puhtaaseen sivukiveen (läjitetään kahdelle läjitysalueelle). Puhdasta sivukiveä voidaan hyödyntää kaivoksen infrarakentamisessa, tai sitä voidaan myydä ulkopuolelle ympäristöluvan mukaisesti. (Otso Gold 2021.)

Louhittu malmiaines kuljetetaan rikastamolle, jossa malmi menee karkeamurskauksessa leukamurskaimen läpi. Murskattu louhe kuljetetaan hihnalla malmi-varastoon ja siitä jauhatuspiiriin. Jauhatuspiirin ensimmäinen vaihe on primääri-jauhatus, joka tapahtuu autogeenimyllyssä. Tämän jälkeen esijauhettu malmi kulkeutuu sekundäärijauhatukseen, jossa kiviaines jauhetaan edelleen pienempään kokoon (80 % 0,1 mm). (Otso Gold 2021.)

Seuraavaksi jauhettu kivi ohjataan karkeavaahdotuksen kautta painovoima-erotukseen. Kullan ja hopean liuotus tapahtuu kahdessa liuotuspiirissä (Low grade ja High grade), tällöin rikastushiekka saadaan jaettua kahteen osaan. Tällä menetelmällä pienempään rikastushiekkajakeeseen saadaan erotettua arseeni- ja rikkiä sisältävä aine ja suuremmassa jakeessa on hyvin vähän arseenia ja rikkiä sisältävä aine. (Otso Gold 2021.)

Viimeisenä vaiheena on liuotusprosessi, joka perustuu syanidiliuotukseen. Toimenpiteessä syanidiliuosta lisätään ilmastettuun malmilietteeseen. Molempien liuotuspiirien rikastushiekka (Low grade ja High grade) käsitellään erillisissä syanidihajotusprosesseissa ennen hiekan siirtoa loppusijoitukseen rikastushiekka-alueelle. Kuviossa 2 on esitetty kaaviona rikastusprosessi. (Otso Gold 2021.)



Kuvio 2 Rikastusprosessin vaiheet kullan rikastuksessa Otso Gold oy:n laivan kaivoksella (Otso Gold.2021).

3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on yleistermi tuotantoon liittyvien koneiden ja laitteiden sekä tuotantokiinteistöjen toimintakunnon ylläpitoon liittyen. Konkreettisen toiminnan lisäksi kunnossapitoon liittyy myös osana keskeisesti oma ajattelutapa. Kunnossapidon merkityksen voimakkaasti kasvaessa se voidaan luokitella jo jopa omana tieteenhaaranaan. (Opetushallitus 2014.)

Kunnossapito määritelmälle on standardeissa suomessa kahta erilaista määritelmää. SFS-EN 13306:2010 standardin mukaan määritelmä on:

Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittaan halutun toiminnon (SFS-EN 13306:2017).

Kun taas standardin PSK 6201:2011 mukaan määritelmä on seuraavanlainen:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana (PSK 6021:2011).

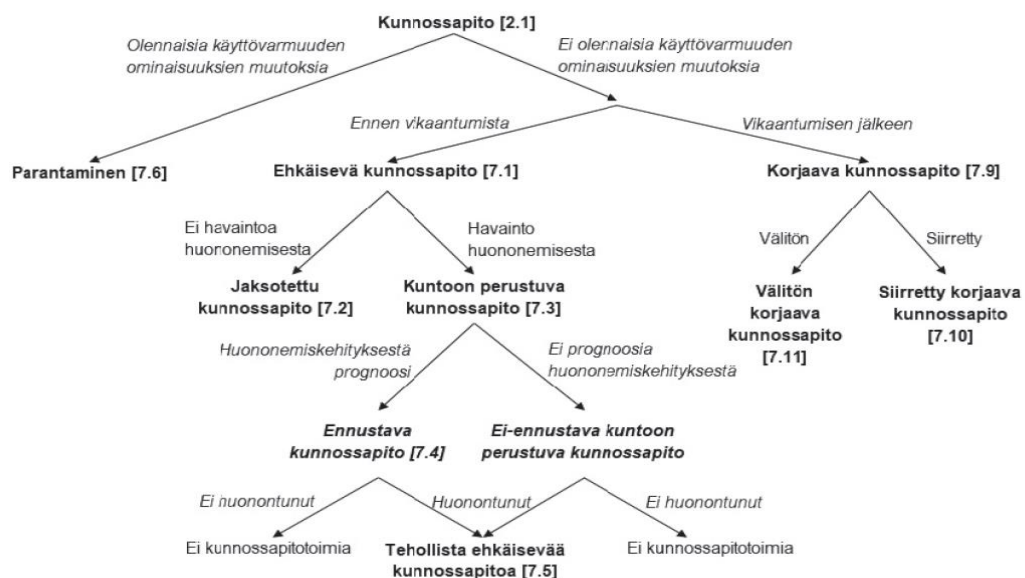
Edellisistä määritelmistä voidaan huomata, että kyseiset standardit määrittävät korjaavan ja ennakoiavan/ennaltaehkäisevän kunnossapidon. Edellä mainitut kunnossapitolajit ovat vain osa tuotanto-omaisuuden hallintaa. Kunnossapito on myös osaksi tuotanto-omaisuuden hallinnan säätämistä ja kehittämistä. Laitteen ylläpidolla halutaan ilmaista toimintakunnon varmistamista laitteessa siten, että koneen ei anneta hajota tai huonontua sekä sitä, että sen laaduntuottokyky pysyy ennallaan. Laitteen jäljellä olevaa elinjaksoa pystytään hallitsemaan noudattamalla oikeita käyttöolosuhteita ja tämä takaa myös laitteen turvallisen käytön. Modernisointivaihe laitteelle yleensä tulee esille jouduttaessa korjaamaan heikkouksia suunnittelussa. Kunnossapito- ja käyttötaitoja tulisi kehittää, jotta osat-

taisiin tulkita sekä analysoida laitteen toiminnasta saatua tietoa oikein. (Järviö & Lehtiö 2017, 19.)

3.1 Kunnossapitolajit

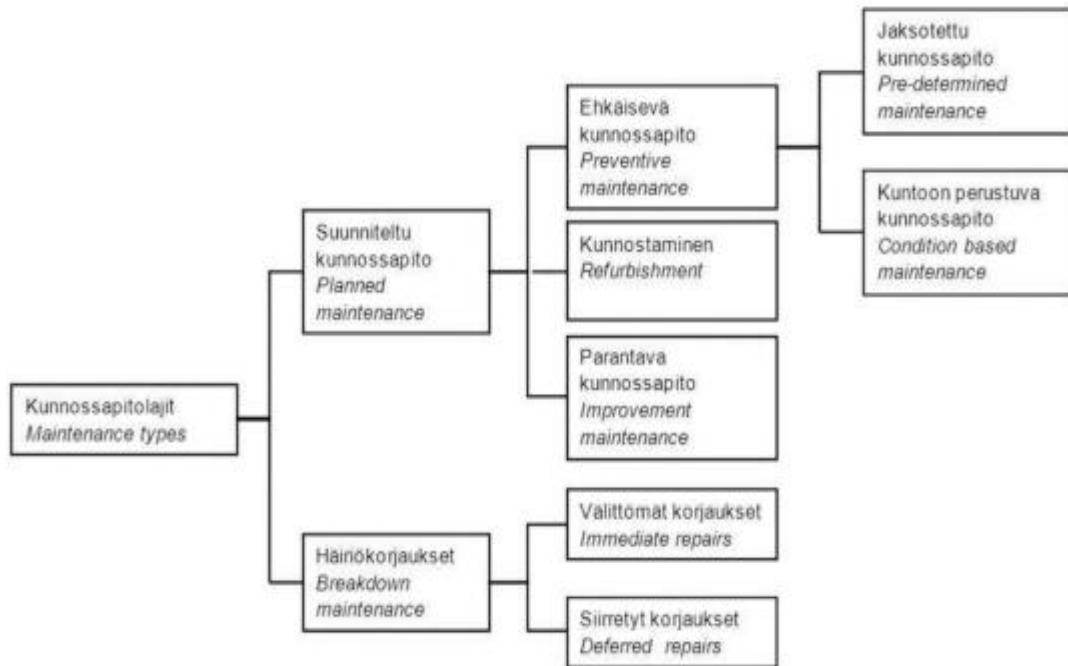
Tehokkaan tuotanto-omaisuuden johtamisessa perusedellytyksenä on, että kunnossapito jaotellaan eri lajeiksi. Kunnossapitokustannukset voidaan jakaa eri työlajien kesken, jolloin voidaan seurata suoritetun työn määrää eri työlajien välillä. Analysoimalla kunnossapitolajien jakaumaa saadaan hyödyllistä tietoa tulevaa toimintaa varten. (Järviö & Lehtiö 2017, 46.)

Standardeissa ja alan ammattikirjallisuudessa kunnossapidon jaotteluun esitetään useampia eri tapoja. SFS-EN 13306:2017 standardin mukainen kunnossapidon jaottelu on esitetty kuviossa 3. Tässä standardissa jaotellaan kunnossapitotoimet vian havaitsemisen mukaan. Jako ammattikirjallisuuteen verrattuna voidaan tulkita vastaamaan proaktiivinen-reagoiva jakoa. Tällöin kaikki ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät toimenpiteet suoritetaan ennen kuin vika ehtii pysäyttämään laitteen toiminnan. (Järviö & Lehtiö 2017, 46.)



Kuvio 3 Kunnossapidon jaottelu SFS-EN 13306:2017 mukaan (SFS-EN 13306:2017.).

PSK 6201:2011 standardin mukainen kunnossapidon jaottelu on esitetty kuviossa 4. Tässä standardissa kunnossapitolajit, jaotellaan sen perusteella ovatko, työt suunniteltuja vai odottamattomia häiriökorjauksia. Kunnossapitotoimet on jaettu luotettavuuskeskeisen kunnossapitomenetelmän RCM:n mukaan.



Kuvio 4 Kunnossapidon jaottelu PSK 6201:2011 mukaan (PSK 6021:2011).

3.1.1 Huolto

Standardissa PSK 6201:2011 huolto määritellään kunnossapidon jaksotettuna toimenpiteenä, jonka sisältöön kuuluu kohteen tarkastaminen, säätö, puhdistaminen, rasvaus, öljyn ja suodattimen vaihdot sekä muut näihin verrattavat toimenpiteet (PSK 6201, 2011).

Ennalta määritellyillä huoltotoimenpiteillä pyritään pitämään kohteen ominaisuudet yllä tai palauttamaan ne. Määräaikavälein suoritelluilla huolloilla estetään vian syntyminen ja pidennetään kohteen elinkaarta. Huoltojen määräajat määritellään tavallisesti ajan, määrän tai käyttöajan mukaan. Huolto on yksi edullisimmista tavoista tuotanto-omaisuuden kunnossapidossa. Käytön aikaiset huoltotoimenpiteet ovat yleensä keveitä ja vähän aikaa vieviä toimenpiteitä. Näin ollen kannattaa myös laitteiden käyttäjät perehdyttää ja osallistaa huoltotoimenpiteiden tekemiseen. (Järviö & Lehtiö 2017, 49.)

Huoltotoimenpiteitä Otso Gold oy:n kaivoksella tehtiin laitoksen toimittajan Outotec Oy:n koneiden ja laitteistojen huolto-ohjeiden mukaisesti. Laitteistojen iän myötä huoltovälejä tullaan lisäämään, kun kokemus kaivoksen toiminnasta ja luotettavuudesta kasvaa pitempiaikaisen toiminnan myötä. Huoltovälit ja huoltotarpeet on tallennettu toiminnanohjausjärjestelmään.

3.1.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevässä kunnossapidossa tarkoituksena on eri menetelmiä käyttäen pyrkiä estämään tai hallitsemaan vikaantumista ja kohteen toimintakyvyn heikkenemistä. Tämä tapahtuu esimerkiksi seuraamalla ja valvomalla kohteen/osan tyypillisiä parametrejä tai suorituskykyä, kuten lämpötilaa, ääntä, toimintakapasiteettiä tai värinä. Ennaltaehkäisevä toimenpide voi olla myös tiettyjen kuluvien osien vaihtaminen määräajoin perustuen käyttömäärään tai aikaan. Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon suurin ero on, että huoltoa tehdään kunnosta riippumatta, kun taas ehkäisevää kunnossapitoa tarpeen mukaan vikaantumisen estämiseksi. Ehkäisevää kunnonvalvontaa voidaan suorittaa kohteen toimiessa ja seisokin aikana. Vikaantumistietojen analysointi on myös osa ehkäisevää kunnossapitoa. Ehkäisevä kunnossapito on aikataulutettua, säännöllistä tai tarpeen mukaan tehtävää tarkastamista, kunnon valvontaa, testaamista ja käynninvalvontaa. Järjestelmällisellä ja suunnitellulla ehkäisevällä kunnossapidolla vähennetään merkittävästi korjaavan kunnossapidon tarvetta. (Järviö & Lehtiö 2017, 50.)

Ehkäisevän tai ennakoivan kunnossapidon osalta Laivan kaivoksella ollaan toiminnan tässä vaiheessa tilanteessa, että ennakoivan kunnossapidon tarvetta esiintyy runsaasti. Tämän aiheuttaa pitkä kaivoksen seisokkiaika ennen nykyisen toiminnan uudelleen aloittamista sekä ikääntyneet laitteet. Ennakoivan kunnossapidon tarvetta arvioidaan seuraamalla laitteistojen toimintaa, ääniä, lämpötiloja, vuotoja värinöitä sekä parametrejä tarkkailemalla.

3.1.3 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito tarkoittaa jo vioittuneen laitteen osan tai komponentin palauttamista käyttökuntoon. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyy korjauksen tai väliaikaisen korjauksen lisäksi vianmääritys, vian tunnistaminen ja paikallistaminen. Korjaava kunnossapito voi olla suunnittelematonta tai suunniteltua kunnossapitoa. Suunnittelemattomassa korjauksessa on tapahtunut laiterikko yllättäen. Tämä tarkoittaa sitä, että korjaus tai väliaikainen korjaus on saatava tehtyä mahdollisimman nopeasti, jotta mahdollisen seisakin aiheuttamat tuotantokustannukset jäisivät mahdollisimman pieniksi. Suunnitellussa korjauksessa vika tiedetään ja osan kunnostus toteutetaan tietyssä aikataulussa siten, että tuotanto ei ole välttämättömässä vaarassa ja kunnostuksella on mahdollisimman vähän vaikutusta tuotantoon. (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

Korjaavaa kunnossapitoa Otso Gold oy:ssä joudutaan suorittamaan runsaasti samasta syystä kuin ennakoivaakin. Suhteellisen iäkäs laitteisto ja pitkät seisonta-ajat sekä kunnossapidon huolto- ja korjaushistorian puuttuminen aiheuttavat pääosin ongelmia ja vikoja laitteistoissa.

3.1.4 Parantava kunnossapito

Parantavassa kunnossapidossa pyritään parantamaan kohteen toimintakykyä tai varmuutta vaihtamalla osia, komponentteja tai kokonaisia laitteita aikaisemman tilalle. Parantavassa kunnossapidossa on yleensä jaettu kolmeen pääryhmään.

Ensimmäiseen pääryhmään on jaettu toimenpiteet, joilla ei suoranaisesti paranneta kohteen suorituskykyä, vaan vaihdetaan uudet osat tai komponentit, jotka ovat samantyyppisiä suorituskyvyn kannalta kuin aikaisemmat. Esimerkkinä voidaan mainita vanhojen tasavirtamoottoreiden korvaamista taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla. (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

Toisessa pääryhmässä olevilla korjauksilla pyritään parantamaan kohteen luotettavuutta uudelleensuunnittelulla tai korjauksella. Näillä korjauksilla ei ole siis tavoitteena parantaa suorituskykyä vaan luotettavuutta. (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

Kolmas pääryhmä muodostuu modernisaatiosta, jossa kohteen suorituskyky paranee. Tässä tilanteessa myös valmistusprosessia tulee myös uudistaa. Tällainen tulee kyseeseen siinä tilanteessa esimerkiksi, kun vanhentuneella koneella ei voida valmistaa kilpailukykyisesti uutta tuotetta, vaikka laitteella on vielä elinaikaa jäljellä. On taloudellisempaa uudistaa vanha kone, kuin ostaa uusi tilalle.

Tämä tulee silloin esiin, kun valmistuskoneen elinkaari on pitempi kuin sen valmistaman tuotteen elinkaari. Toisin sanoen vuosia sitten ostettu kone ei pysty taloudellisesti valmistamaan tuotteita, joita markkinat vaativat. (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

Laivan kaivoksella toteutetaan parantavaa kunnossapitoa siltä osin, kun vanhan laitteen elinkaari on lopussa. Esimerkiksi erilaisia pumppuja uusitaan uudenmallisiin siinä vaiheessa, kun ne rikkoontuvat. Syitä tähän ovat, että vanhan pumppun kunnostaminen ei ole kannattavaa tai siihen ei ole enää varaosia saatavana. Myöhemmässä vaiheessa tuotannon vakiintuessa on myös syytä tarkastella ja tehdä suunnitelmia parantavan kunnossapidon osalla tuotannon tehostamiseksi.

3.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vian perussyyn sekä vikamuodon estämiseksi on selvitettävä kohteen vika ja vikaantuminen. Tällä tarkoitetaan sitä, että selvitetään syyt vian syntymiselle.

Saatujen tulosten mukaan voidaan tehdä toimenpiteitä, joilla vahingon uusiutuminen estetään. Yleisimmin käytössä olevia analyyssejä ovat vika-analyysit, mallintaminen, vikaantumisen ja juurisyyn selvittäminen sekä lisäksi materiaalien ja suunnittelun analyysit. Vikojen ja vikaantumisen selvittämisen kuuluu myös vikaantumispotentiaalin kartoitukset/riskienhallinta. Analyysien tekemisessä kan-

nattaa miettiä, kuinka olennainen vika/vikaantuminen on ja kannattaako sitä tutkia, koska analyysien tekeminen vaatii yleensä erikoisosaamista. (Järviö & Lehtiö 2017, 52.)

Lyhyen toiminnan ja aikaisemman vika- ja huoltohistorian puuttumisen myötä Laivan kaivoksella vika ja vikaantumisen selvittäminen on vasta tiedonkeruuvaiheessa. Yleisimmät syyt rikkoontumisille ja vioille ovat toiminnan tässä vaiheessa laitteistojen ikä ja pitkät laitteistojen seisonta-ajat toiminnan ollessa keskeytettynä. Suunnitelmia ja vikaantumiseen liittyviä analyysejä voidaan tehdä myöhemmässä vaiheessa toiminnan vakiintuessa.

3.2 Kemikaaliputkistoihin liittyvä kunnossapito ja tarkastukset ja lainsäädäntö

Kemikaaliputkistoja koskeva kunnossapito ja tarkastukset sekä kunnossapitosuunnitelma ovat lain vaatimia toimenpiteitä. ”Kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) 12 § mukaisesti toiminnanharjoittajan tehtävä on huolehtia laitteiden ja laitteistojen kunnossapidosta ja varmistaa riittävän usein, että niiden käyttö on turvallista ja että ne toimivat oikein” (Kemikaaliturvallisuuslaki 390/2005 2:12 §.) ”Edellisen lisänä asetuksessa (856/2012) 63 §:ssä toiminnanharjoittajaa edellytetään laatimaan suunnitelma, jossa ennakko- ja huolto-ohjeet, testaukset ja tarkastukset varmistetaan putkistojen toimintakunto ja toiminta” (Kemikaaliturvallisuuslaki 856/2012 4:63 §).

Lähtökohtana ennakko- ja huolto-ohjeille ovat laitoksessa käytössä olevat kemikaalit, niiden vaarallisuus ja ominaisuudet. Myös laitteistojen tunnistetut vaarat ja onnettomuuksien seuraukset tulee huomioida suunnitelmissa. Tarkastussuunnitelmassa on myös otettava mukaan putkiston valmistajan käyttö- ja huolto ohjeet. Kunnossapitosuunnitelmaan tulee myös määrittää kriteerit tarkastuksille ja hyväksynnöille. Suunnitelman on oltava konkreettinen ja suunnitelmassa on otettava huomioon todelliset toimintaolosuhteet, laiteominaisuudet, tyypilliset vikaantumiset sekä niiden seuraukset. Muutoksien osalta,

jos niitä tapahtuu, prosessi- tai käyttöolosuhteissa tulee suunnitelmat tarkastaa ja päivittää. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 23.)

Tarkastussuunnitelma

Kemikaaliputkistojen tarkastussuunnitelman laadinnassa vaarallisten kemikaalien kohdalla on huomioitava putkiston ikä, aikaisempien tarkastuksien tulokset, toimintaympäristön aiheuttamat vaatimukset, putkistossa virtaava aine sekä mahdollisen rikkoutumisen ja vaurioiden seuraukset. Tämä tarkoittaa, että suunnitelmassa tulee tulla ilmetä seuraavan listauksen mukaiset suunnitelmat:

- suunnitelmallinen putkiston kunnon toteuttamisen seuranta sekä ennakkohuollon ja ennakkohuollon valvonnan toteutus
- suunnitellut mittaukset ja tarkastukset sekä käytettävät menetelmät. Ainoastaan silmämääräinen tarkastus ei ole yleensä riittävä.
- suunnitelma lämpöeristettyjen putkien tarkastusmenettelystä ja laajennustoimenpiteet tarkastuksissa mahdollisten havaintojen jälkeen. Tällaisia ovat esimerkiksi kondenssiveden tai kastuneiden eristeiden mahdollisesti aiheuttama ulkopuolinen korroosio.
- suunnitelma sammutusvesiputkien tarkastuksista ja tarkastuksen laajuudesta.
- suunnitelma putkistossa olevien varolaitteiden testauksesta ja tarkastuksesta
- suunnitelma putkistojen mitta- ja näyttölaitteiden kalibroinnista ja tarkastuksista.
- huolto-ohjelma putkistojen varusteille. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 24.)

Putkistoon tehtävissä tarkastusohjeissa on huomioitava, että rekisteröityyn painelaitteeseen liittyvässä on putkisto myös tarkistettava painelaitteen määrääi-

kaistarkastuksen yhteydessä, mikäli putkiston aine/sisältö on painelaitesään-
nöksen ryhmän 1 mukainen tai putkiston mitoitus on tehty virumis- ja väsymisl-
juuden perusteella. Putkistojen määräaikaistarkastusvelvoitteesta ja seurannas-
ta on tarkempaa tietoa valtioneuvoston asetuksessa paineturvallisuudesta
(1549/2016). (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 24.)

Otso Gold Oy:llä ajantasainen tarkastussuunnitelma oli kehitysvaiheessa ja
vaati opinnäytetyön aiheena olevan putkilinjaston positioinnin, jotta suunnitelma
on mahdollista toteuttaa.

3.2.1 Käytön aikaiset tarkastukset

Kunnossapitosuunnitelmaan tulee määrittää tarkastettavat putkilinjat. Kunnos-
sapitosuunnitelmassa tulee myös yksilöidä tarkemmin tarkastuksen kohteena
olevat kohdat putkilinjoissa. Tällaisia kohtia ovat kannakoinnit, yhteen, käyrät,
liitokset ja korroosiolle alttiit kohdat. Suunnitelmasta tulee myös ilmetä käytettä-
vät tarkastusmenetelmät ja sovitut tarkastusvälit. Tarkastuskohteet on valittava
niin, että niiden kautta voidaan päätellä muun putkiston yleinen kunto. Tarkas-
tusmenetelmiä valittaessa on myös huomioitava, että tarkastusmenetelmät ovat
kohteeseen sopivia sekä kohtuullisesti ja luotettavasti toistettavia. (Kemikaali-
putkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 25.)

Silmämääräinen tarkastus on usein käytössä oleva tarkastusmenetelmä. Sil-
mämääräisen tarkastuksen apuna sis- ja ulkopuolisiin tarkastuksiin voidaan
hyödyntää apuna esim. peilejä ja endoskooppeja. Silmämääräisessä tarkastuk-
sessa pintojen tulee olla tarkastettaessa puhtaita. Paremman kattavuuden ja
luotettavuuden saavuttamiseksi ainetta rikkomattomia menetelmiä ja erilaiset
kuvauksia on syytä käyttää tarkastuksissa. (Kemikaaliputkistojen turvallisuus-
vaatimukset 2017, 25.)

Yleisesti käytössä putkien seinämän paksuuden mittaamiseen, säröjen ja syö-
pymien paikallistamiseen on ultraääni. Tunkeumaneste- ja magneettijauheta-
kastus ovat myös pintatarkastusmenetelminä vaurioiden etsimiseen yleisesti
käytettyjä. Pyörrevirtamittaukset, röntgen- ja lämpökamerakuvaukset ovat myös
ainetta rikkomattomina tarkastusmenetelminä käytössä. (Kemikaaliputkistojen
turvallisuusvaatimukset 2017, 25.)

Otso Gold oy:n tapauksessa putkistojen tarkastuksia tehtiin opinnäytetyön aikana pääosin silmämääräisinä tarkastuksina ja dokumentointia ei vielä juurikaan ollut. Järjestelmälliset ja viranomaisvaatimusten mukaiset tarkastukset vaativat juuri opinnäytetyön aiheena olevan putkilinjastojen positionnin ja dokumentoinnin käyttöönoton.

3.2.2 Putkiston merkitseminen

Turvallisen käytön ja onnettomuustilanteiden varalta vaarallisia aineita sisältävät putkistot tulee merkitä selvästi. Putkistossa tulee ilmetä vähintään kemikaalin virtaussuunta ja putkiston sisällä kulkeva aine. Mikäli merkitseminen joko käytöteknisistä tai vastaavista syistä on mahdoton toteuttaa, toiminnanharjoittajan on hoidettava muulla tavalla turvallisen käytön varmistamiseksi ja onnettomuustilanteita varten vastaavat tiedot käyttäjille ja pelastustoimeen osallistuville. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 9.)

Kemikaaleja sisältävien putkistoissa tulee olla myös laite- ja linjastotunnukset. Näiden merkintöjen on yksilöitävä selkeästi putkiston eri osat ja laitteet kunnossapitoa ja tarkistuksia varten. Kemikaalien täyttö- ja tyhjennyspaikoilla, pumpaamoissa ja venttiilikeskustoissa merkitseminen on erityisen tärkeää. Merkinnöiden käytössä voidaan käyttää putkistossa kulkevan kemikaalin nimeä tai väritunnusta ja virtaussuuntaa osoittavaa merkintää. Merkinnöissä voidaan käyttää standardin SFS 3701 mukaista merkitsemistä. Putki ja laitetunnusten on mielellään oltava samat kuin PI-kaaviossa. Hyvä ja kunnossapitoa helpottava tapa olisi myös yksilöidä myös sulkuventtiilit sekä sulkuventtiiliin ja itse laitteeseen.

Maanalaisille putkistoille merkinnän toteuttamiseksi tehdään maastoon selvät merkinnät tai kiintopistemerkinnät. Merkintöjen selkeyttämiseksi on syytä käyttää suoja- tai merkintänauhaa putkiston yläpuolella maanalaisen putkiston ja suojarakenteiden havaitsemiseksi esimerkiksi kaivuutöiden yhteydessä. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 25.)

Opinnäytetyön toteutusajankohtana Otso Gold Oy:llä putkistoihin liittyvät merkinnät olivat puutteelliset. Asia on tiedossa ja näihin tehdään korjaukset niin

pian kuin on mahdollista. Opinnäytetyön putkistojen positioinnilla on merkittävä rooli tehtävän toteutukseen.

3.2.3 Putkistoihin liittyvät korjaus ja muutostyöt

Putkistojen asennus-, korjaus ja muutostöitä koskevissa toimenpiteissä sovelletaan painelaitelain (1144/2016) 76 § ja valtioneuvoston asetuksen (1549/2016) 17 § mukaista menettelytapaa. Säädöksiin velvoitteet on tarkoitettu painelaitteiden omistajille, haltijoille ja korjaus- ja muutostöitä tekeville toiminnanharjoittajille. Korjaus- ja muutostöitä koskevat tarkastukset tapahtuvat hyväksytyn laitoksen ja omatarkastuslaitoksen toimesta. Kemikaalisäädösten turvallisuusvaatimuksia tulee myös noudattaa putkistojen korjaukseen ja muutoksiin liittyvissä toimenpiteissä. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 26.)

Painelaiteturvallisuusasetuksen (1549/2016) 17 § pitää sisällään asennus-, korjaus ja muutostöiden vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt, jotka esitetty liitteessä 1 (luokka I, II ja III), jotka perustuvat painelaitedirektiivin liitteen III moduuleihin. Alla lainaus paineturvallisuuslaista vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyssä. (Painelaitelaki 2016/1549 5:17 §.)

1) asennus-, korjaus- ja muutostyön tekevän toiminnanharjoittajan on noudatettava:

a) moduulia G, jos painelaite on rekisteröitävä;

b) moduulia A2, jos painelaitetta ei tarvitse rekisteröidä;

c) muuta tarkastuslaitoksen tapauskohtaisesti hyväksymää moduulia, jos se on tarkoituksenmukaista ottaen huomioon kyseessä oleva työ ja sen kohde;

2) omatarkastuslaitos saa soveltaa vain moduulia G

Putkistoihin kohdistuvissa korjaus- ja muutostöissä voidaan soveltaa A2 tai G moduulia tai vaihtoehtoisesti tapauskohtaisesti tarkastuslaitoksen jotain muuta hyväksymää moduulia. Hitsauksen ja NDT tarkastuksen osalta ovat pääosiltaan samat kuin putkistojen valmistuksessa.

Kemikaaliputkiston korjaus- ja muutostyöt (SEP ja alle 0,5 bar) luokassa I A-moduulin mukaisesti eivät vaadi tarkastuslaitoksen osallistumista arviointeihin. (Painelaitelaki 2016/1549 5:17 §.)

Tilanteissa missä oletetaan, että putkistossa oleva sisältö, päätehtävä ja varojärjestelmät säilyvät oleellisesti ennallaan, ei sovelleta CE-merkinnän vaatimusta putkistojen muutos- ja korjaustöissä. Tässä tapauksessa korjauksen/muutoksen tehneen toiminnanharjoittajan on annettava vaatimustenmukaisuusvakuutus painelaitteen omistajalle tai haltijalle. (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017, 26.)

3.3 Kunnossapidon toiminnanohjaus

Kunnossapidon toiminnan ohjaus on kunnossapitoon liittyvien ihmisten, materiaalin ja tiedon ohjaamista. Tämä pitää sisällään laitekortiston, materiaaliyhjäykseen, työtilaukset, huoltohistorian, kunnonvalvonnan, investoinnit, kustannusseurannan, raportoinnin, päiväkirjat ja seisokkisuunnittelun. (Mikkonen ym. 2009, 116.). Toiminnanohjauksen avulla pyritään tukemaan yrityksen toimintaa ja tuotannonohjausta, jotta työprosessista tulisi mahdollisimman joustava ja kustannustehokas. Sen toteutumisen ehto on kyky hallita liiketoiminta prosessia kauttaaltaan. (Ritvanen & Inkiläinen & von Bell & Santala 2011, 56–55.) Toiminnanohjaus kunnossapidolle on mahdollista tehdä ilman tietokoneitakin, mutta nykyään tietokoneet mahdollistavat huomattavasti nopeamman ja tehokkaamman tavan hoitaa toiminnanohjaus tietokoneella käytettävillä toiminnanohjausjärjestelmillä (Nyman & Levitt 2001, 163).

3.3.1 Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjausjärjestelmä on yksi tärkeimmistä välineistä nykypäivän kunnossapidossa. Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmän määritelmänä PSK 6201 mukaisesti on seuraava:

Kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä on tiedonhallintajärjestelmä, jonka avulla laitoksen koneiden ja laitteiden eli tuotantovälineiden käyttövarmuutta suunnitellaan, ohjataan ja seurataan, jotta saadaan pidettyä laitoksen käyttövarmuus riittävällä tasolla sen elinjakson aikana. (PSK 6201 2011, 27.)

Kunnossapitojärjestelmällä tärkein tehtävä on tuoda mahdollisimman totuudenmukaista sekä reaaliaikaista informaatiota kunnossapidon prosessien ja tehtävien tiloista kunnossapitoon osallistuville tahoille. Tiedon lähde voi olla käyttäjien lisäämää tietoa tai suoraan prosessista saatavaa tietoa, minkä perusteella kunnossapidon tekijät, kuten esihenkilöt, työntekijät ja johto, kykenevät suorittamaan ja suunnittelemaan tehtäviään. (Heinonkoski & Luotonen 2013, 225–226.) Kunnossapidon tietojärjestelmä oikein käytettynä sisältää kaiken kunnossapidossa tarvittavan tiedon. Järjestelmän tiedot sisältävät esimerkiksi ennakoitua kunnossapitotyöt, vikahistorian, materiaalihallinnon, laiterekisterin sekä osto ja myyntijärjestelmät. Järjestelmä mahdollistaa erilaisten raporttien muodostamisen, joita voidaan käyttää esim. listauksiin ja seurantaan. (Mikkonen 2009,116.)

Kunnossapitoyrityksissä toiminnanohjausjärjestelmät ovat yleisesti CMMS, EAM tai ERP-toiminnanohjausjärjestelmiä.

Tyypillisesti kunnossapitojärjestelmä sisältää seuraavat luetellut osa-alueet:

- posti, työtilausten ja tilauskehoitusten käsittely ja välitys käyttäjien välillä
- kortisto, sisältää rekisterin kunnossapidettävistä kohteista.
- dokumenttien hallinta, suunnitelmien, piirustuksien ja muiden teknisten dokumenttien ryhmittäinen ylläpito.

- töiden hallinta, työtilauksien ja vikailmoitusten hallinta jatkokäsittelyineen.
- päiväkirja, kirjallinen dokumentointi tuotannon tapahtumista ja toimenpiteistä.
- huoltotöiden hallinta, säännöllisesti toistuvien kunnossapito- ja ennakkohuoltotöiden toiminnan ohjaus.
- varaosakirjanpito, varastosaldot ja varaosien perustiedot
- hankinta
- kustannuslaskenta, raportointia varten, millä saadaan esitettyä työkohteiden tunnusluvut.
- liittymät muihin järjestelmiin, kuten automaatiojärjestelmät, logiikka, palkka, kirjanpito, projektinhallinta ja suunnittelujärjestelmät. (Heinonkoski & Luotonen 2013, 225–226.)

Tässä työssä käsitellään yleisesti ERP-järjestelmää. Otso Gold OY:ssä on käytössä Pronto ix pilvipohjainen ERP-järjestelmä, joka sisältää kunnossapidon moduulit.

3.3.2 ERP

ERP lyhenne tulee englannin kielen sanoista Enterprice Recource Planning, jonka vakiintunut käännös suomen kieleen on toiminnanohjaus. ERP-järjestelmät pohjautuvat 1970–1980 luvun MRP (Material Requirement Planning) ja MRP II (Manufacturing Resource Planning) -järjestelmiin. Edellä mainituilla järjestelmillä ohjattiin logistiikkaa, tuotantoa ja materiaalihallintoa. (Lahti & Salminen 2008, 36.)

ERP-toiminnanohjausjärjestelmä rakentuu integroiduista sovelluksista (moduuleista), jotka toimivat keskenään yhteisessä keskitetyssä tietokannassa. Järjestelmä sisältää yleisesti moduulit ainakin taloushallintoon, tuotantoon, myyntiin, logistiikkaan, projektinhallintaan, henkilöstöhallintaan sekä materiaalihallintoon. (Lahti & Salminen 2008, 36.)

ERP-järjestelmän keskeisin osa on taloushallinto. Järjestelmässä käyttöönotto-projektit yleisesti lähtevät liikkeelle taloushallinto-moduulista. Taloushallinto-moduuli on keskeisessä asemassa muihin toimintoihin verrattuna, sillä taloushallinnon perustietoihin määritetään ohjaustietoja, jotka ohjaavat muiden moduulien toimintaa. Tällaisia ohjaustietoja ovat esim. organisaatorakenne, tilikartta ja kustannuspaikka. (Lahti & Salminen 2008, 36.)

ERP-järjestelmien kehityksen perusajatuksena on toiminnanohjauksen ja tietojenkäsittelyn mahdollisimman laaja integroituminen. Järjestelmät kattavat erilaisia toimintoja yli osasto- ja yritysrajojen. Kehityksen vauhdittajana on toiminut yrityksiä kilpailuympäristöjen muuttuminen ja reaaliaikaisen tiedon tarve toiminnanohjauksen tukena eri toiminnassa. ERP on myös tehostanut toimintaa korvaamalla useita erillisjärjestelmiä. (Lahti & Salminen 2008, 36.)

Lyhykäisyydessään kunnossapidon toiminnanohjauksen EAM ja CMMS järjestelmät eroavat ERP-järjestelmästä siten, että ne on tarkoitettu hallinnoimaan organisaation omaisuutta, eivätkä sisällä esim. kirjanpitoon, hallintoon ja henkilöstöön liittyviä toimintoja. Näin ollen isommille organisaatioille, jotka haluavat itse hallinnoida kaikkia organisaation toimintoja ilman niiden ulkoistamista ERP-järjestelmä on kattavin.

Työn toteutus luvussa on esitetty laitehierarkian toteuttamistavasta Pronto ix toiminnanohjausjärjestelmässä.

4 POSITIOINNIN MERKITYS KUNNOSSAPIDOLLE

Positio eli toimintopaikka ilmoittaa laitteen/koneen fyysisen sijainnin toimintayksikössä. Toimintopaikka on toiminnallisen kokonaisuuden ”osoite”, ja se sisältää laitteet ja vastaavat, jotka ko. toiminnon mahdollistavat. Toimintopaikkoja on tyypillisesti isossa tehtaassa useita satoja tai jopa useita tuhansia. (Kotkansalo, Parkkila, Tarvainen & ammattikorkeakoulu, L. 2017.)

Laitteen sijaintitiedolla eli positionnilla pyritään selkeyttämään ja tehostamaan laitteiden huollon, ennakkohuollon, korjaavan kunnossapidon ja parantavan kunnossapidon toimintaa sekä myös luomaan selkeä seuranta laitteen toiminnallisuudelle, kustannuksille, ylläpidolle ja dokumentoinnille. Tehdashierarkian toimintopaikkojen avulla laiteyksilön tiedot voidaan löytää, ilman että tunnus on tiedossa. (Järviö & Lehtiö 2017, 220.)

Yhdistettynä toimiva toiminnanohjausjärjestelmä ja systemaattinen laitteistohierarkia ovat olennainen osa kunnossapitoa ja sen seuranta. Näiden työkalujen avulla ja järjestelmällisellä toiminnalla sekä tarkalla dokumentoinnilla saadaan arvokasta tietoa ja dataa tallennettua laitoksen toiminnasta sekä tarvittavista toimenpiteistä ja kustannuksista. Näiden asioiden merkitystä ei välttämättä tunnusteta heti toiminnan alkuvaiheessa. Mutta toiminnan edetessä täsmällisen dokumentoinnin ja tarkkojen laitetietojen kautta tullaan huomaamaan se tieto, joka aikaisemmin on ollut ns. hiljaista tietoa. Nykyään tämä tieto saadaan tallennettua ja oikein käytettynä on erittäin suuri työkalu kunnossapidossa. (Heinonkoski & Luotonen 2013, 226)

Kunnossapidossa on siirrytty vähitellen tiedolla johtamiseen. Tämä tieto ei tule itsestään, sillä tieto tulee kerätä. Tämän keräämisen edellytyksenä on järjestelmällisesti rakennettu positiointi-järjestelmä, joka ulottuu jokaisen laitteen jokaiseen komponenttiin mukaan lukien rakennuksiin. Suurissa tehtaissa tämä voi kuulostaa aluksi kuulostaa mahdottomalta olematta kuitenkaan sitä.

Saatavat hyödyt toimivan järjestelmän kautta ovat suuret niin taloudellisesti kuin toiminnallisestikin.

Taloudellisessa näkökulmassa voidaan nopeasti reagoida yksilöidyn tiedon kautta saatuun informaation ja toimia nopeasti asian korjaamiseksi. Taloudellisen kuten myös toiminnallisena voidaan pitää myös tarkkoja tietoja yksilöityjen laitteiden huolto- ja vikahistoriasta.

Osien kriittisyys on myös asiana olennainen ja tällaisen järjestelmän kautta mahdollinen määrittää. Taloudellisesti tämä auttaa pitämään järkevän kokoisen varaosavaraston, mitä kautta pääoma ei ole kiinni varastossa. Toiminnallisessa mielessä varaosa on nopeasti saatavilla tai ainakin tiedossa, mistä sen nopeasti voi saada hankittua.

Toiminnallisesti positiointi vähentää virheellisiä tulkintoja, sillä selkeät positiot auttavat kunnossapitohenkilöstöä keskenään ymmärtämään päivittäisessä työssä mistä laitteesta, milloinkin on kyse. Huoltojen ennakkosuunnittelussa positioiduille laitteella voidaan tehdä huoltosuunnitelmat valmiiksi ja aikatauluttaa ne pitkälle tulevaisuuteen. (Riikonen. 2021.)

Edellä on siis esimerkillisesti mainittuna muutamia etuja, joita positioinnista on. Näitä etuja on huomattavasti enemmän. On huomioitava kuitenkin, että positiointi ei yksistään ole ratkaisu ongelmiin. Määrätietoisella toiminnalla ja toiminnan noudattamisella sekä dokumentoinnilla se on kuitenkin yksi tärkeä osa kokonaisuutta.

Täydellisesti toimivaa kunnossapitoa ei varmasti ole, eikä sitä varmaan tule koskaan olemaankaan. Mutta tavoitteiden asettamisen siihen ja tavoitteiden mukaan toimiminen luo mahdollisuuden päästä lähelle täydellisyyttä.

5 TYÖN TOTEUTUKSEN KULKU JA TOTEUMA

Työn aihe muodostui ongelmasta, missä erästä rikastamon laitetta ei ollut kirjattu toiminnanohjausjärjestelmään. Tämä tuli esille kaivossuunnittelijan tehdessä työmääräystä. Position puuttuessa työmääräystä ei voitu kohdistaa kyseiseen laitteeseen. Tämä ei ollut rikastamon ainoa laite tai kohde, jolla ei ollut laitepaikkaa määritetty. Suurin puutos oli rikastamon putkistojen positioinnissa, joita ei ollut aikaisemmin rakennettu. Näistä havaituista ongelmista johtuen, asiaa päätettiin lähteä kehittämään niihin liittyvän opinnäytetyön puitteissa. Putkistojen laitepaikkatunnusten tavoitteena oli olla yhteneväisiä rikastamon muihin aikaisemmin tehtyihin laitepaikkatunnuksiin verrattaessa.

Putkilinjastojen positioinnille Otso Gold oy:llä oli myös tarve. Sillä lainsäädäntö vaatii kemikaaliputkistoille kunnossapito- ja tarkastussuunnitelman ja ilman ajantasaista putkien positiointia suunnitelmat ovat mahdotonta toteuttaa ja vielä mahdottomampaa todentaa toteutetuiksi. Kemikaaliputkistojen kunnossapidosta kerrottu tarkemmin teoriaosuuden luvussa 3.2. Lisäksi kustannuksien ja kunnossapidon määrittämisessä sekä kunnossapito henkilöstön keskinäisen kommunikaation selkeyttämiseksi kyseiselle työlle oli kysyntä.

Positioiden määrittämiseen tarvittava välineistö oli tietokone, Excel-ohjelmisto sekä rikastamon PI-kaavio. PI-kaavio oli Metso Outotecin laatima laitoksen suunnittelu ja toteutusvaiheessa. PI-kaavio on putkisto ja instrumentointikaavio, jonka tarkoituksena on antaa toiminnallinen kokonaiskuva laitoksen laitteistosta. Kaavio sisältää kaikki toiminnalliset laitteet, joita ovat putkistot, laitteet, venttiilit mittaussiirit ja säätöpiirit. Rikastamolla ei ollut tapahtunut muutoksia laitekanassa suunnittelun jälkeen, joten kaavio oli ajantasainen.

Ensimmäiseksi itse työssä oli ratkaistava positioinnin merkinnän muodostaminen. Ratkaisu oli suhteellisen yksinkertainen ja selvä. Tämä oli PI-kaaviossa käytettyjen putkien merkitsemistavan käyttäminen. Kyseinen merkitsemistapa on myös suositeltu käytettäväksi putkistojen säädösvaatimuksissa. Aikaisemmin positioidut koneiden ja laitteistojen laitepaikat olivat PI-kaaviossa merkitty samalla logiikalla kuin putkistotkin, joten ratkaisu merkitsemiseen oli myös loogisesti järkevä.

Työssä selvitettiin PI-kaaviosta eri putkilinjastojen putkien positiot ja kirjattiin ne Excel taulukkoon. Kaaviot olivat alun perin piirretty A0 kokoon ja muutettu pdf muotoon, joten putkistojen positionumerojen selvittäminen vaati jokaisen putken kohdalla pdf sivun suurentamista, jotta numeroista ja kirjaimista saatiin selvää (esimerkki A4 kokoisesta PI-kaavion sivusta liitteessä 2). A0 piirustuksia oli yhteensä 94 kappaletta ja putkia lopulta kertyi 315 kappaletta, joissa kulki 11 eri ainetta. PDF sivujen lukemiseen ratkaisuna toimi 55” näyttö, jolloin sivukohtaiset numeroinnit olivat selkeästi luettavissa ja jokainen sivu saatiin kokonaisuena näytölle. Jokaiselle putkelle sijainnin selkeyttämiseksi kirjattiin myös kuvaus, mistä mihin putki kulkee.

Rikastamon putkilinjaston muodostamisen esimerkkinä työssä putki 41–024–200-SL. Position ensimmäinen numero (41) antaa sijainnin millä alueella putki sijaitsee. Juokseva numero 24 on putken numero sekä 200 kertoo putken ominaisuuksista halkaisijan. SL kuvaa aineen, jota putkessa kulkee.

Putkistolle on annettu myös tarkentava kuvaus, mistä mihin putki kulkee. Esimerkissä mainitulle putkelle on annettu tarkennus ”Slurry line from 41–2230-GS to 41–2240-PX”. Tämä tarkoittaa laitepositioinnin mukaan putkea, joka kulkee keskipakoerottimen ja pumppuyksikön välillä.

Työn edetessä kävi ilmi, että käytettävään toiminnanohjausjärjestelmä Prontoon position merkitsemiseen vaaditaan 3+4 numeroinen yhdistelmä siten, että jälkimmäiseen numerot tulivat olla välillä 900-9999 (kts. Kuvio 5), jolla laite/yksikkö tulisi lisätä. Aikaisemmin lisätyillä laitteilla, kuten esimerkissä mainitulla keskipakoerottimella lisättiin vain yksi 0 laitteen sijainnin perään, eli tällöin numero Prontossa oli 410-2230.

Plant Item Selection

Select Find Plant Item Detail Type Locate Text Locate Structure Tree Keyword Child Parent Kuvaus

Standard 16 Kustannuspaikka

Plant Item	Description	Cost Centre	Type	Status	Branch	First Line of Notes
110	Primary Crushing	1320310	Level		3	
110-0900	Crusher Feed Hopper	1320310	Asset		3	
110-0910	Crusher Feed Hopper Dust Spray	1320310	Asset		3	
110-1000	Crusher Vibrating Grizzly Feed	1320310	Asset		3	
110-1001	Crusher Feeder Discharge Chute	1320310	Asset		3	
110-1002	Crusher Feeder Underpan	1320310	Asset		3	
110-1005	Rock Breaker	1320310	Asset		3	
110-1010	Jaw Crusher	1320310	Asset		3	
110-1011	Crusher Discharge Chute	1320310	Asset		3	
110-1020	Crushed Ore Feeder	1320310	Asset		3	
110-1021	Crushed Ore Feeder Discharge C	1320310	Asset		3	
110-1030	Crushed Ore Conveyor	1320310	Asset		3	
110-1031	Crushed Ore Conveyor Discharge	1320310	Asset		3	
110-1045	Air Compressor	1320310	Asset		3	
110-1046	Air Filter	1320310	Asset		3	
110-1047	Air Drier	1320310	Asset		3	
110-1048	Air Receiver	1320310	Asset		3	
110-1050	Crusher Dust Collector	1320310	Asset		3	

3+4 muotoinen positio numero

Kuvio 5. Muokattu kuvailaus Pronto toiminnanohjausjärjestelmästä, miten putkistot tulevat näkymään järjestelmässä.

Putkia lisättäessä edellä mainittu 0 lisääminen ei onnistukaan samalla tavalla, sillä putkistossa ensimmäisen sijaintinumeron (41) jälkeen tulee kolminumeroinen juokseva numero. Tämä tarkoittaa sitä, että olisi lisättävä molempiin nolliä, jotta saataisiin 3+4 mukainen laitekoodi. Aikaisemmin tekstissä mainitun esimerkkiputken kohdalla koodi olisi 410–2400. Tämä ei tietysti olisi mahdotonta, mutta nollien lisäyksen seurauksena tulisi päällekkäisyyksiä laitteiden ja putkistojen kesken.

Ratkaisuna ongelmaan päädyttiin siihen, että koska Prontossa oli esiasetuksena putkistot asetettu koodille 990–9000–990–9999, niin päädyttiin laittamaan putkistot lähtemään koodista juoksevalla numeroinnilla 990–9100 eteenpäin. Edellä mainittu sarja tulee siis syöttää Excel tiedostoon toiselle sarakkeelle alkuperäisten positioiden rinnalle. Kyseinen numero tulee olemaan toiminnanohjausjärjestelmässä laitteen positionumero, jonka alapositiona olisi alkuperäinen positionumero PI-kaaviosta. Tästä otos näkyy liitteessä 3.

Toiminnanohjausjärjestelmä Prontoon positiointeja ei itse voida syöttää, joten Excel tiedosto tulee lähettää Prontolle ja he lisäävät sarakkeiden mukaiset merkinnät tietokantaan. Kuvioista 4 ilmenee miten putket tulevat näkymään Pronton

hakuvalikossa. Ensimmäisessä sarakkeessa näkyy putken positio. Toisessa sarakkeessa kuvaus ja kolmannessa sarakkeessa kustannuspaikka.

Kuten jo aikaisemmassa vaiheessa työn kulkua mainittiin niin lopputuloksena oli 315 putkelle tehty positiointi tarkennuksineen. Tämän aineiston kautta voidaan nyt aloittaa tekemään viranomaisvaatimusten mukaiset kunnossapito- ja tarkastussuunnitelmat putkistoille. Myös mahdolliset kustannukset, jotka kohdistuvat putkistoon voidaan osoittaa oikeaan kustannuspaikkaan. Lisäksi vikatilanteissa kunnossapitohenkilöstö pystyy kommunikoimaan putkistoista positioiden sijaintien mukaan,

6 POHDINTA

Opinnäytetyössä täydennettiin onnistuneesti Laivan kaivoksen rikastamon positiota kemikaaliputkistojen ja vedenkäsittelyn putkien osalta. Työn tarpeelle oli myös kysyntää, joten tekeminen oli mielekästä ja opettavaa. Projektin kautta myös kullan rikastuksen periaatteet ja toiminta tulivat tutuiksi.

Paljon on kuitenkin vielä tehtävä laitteiden sijaintien selkeyttämiseksi. Suurin työ ja mielestäni tärkeimpiä asioita olisi itse laitteisiin merkittävät positiot, jotka olisivat positioluettelon mukaisia. Tällöin ei aiheutuisi epäselvyyksiä ja turhaa ajan hukkaa siinä vaiheessa, kun esimerkiksi aliurakoitsija tulee tekemään kunnossapitotöitä. Putkilinjastoille tämä sama asia olisi myös hyvä tehdä siten kuin SFS 3701 ohjeistaa. Eli väreillä merkitsemistä kunkin aineen mukaan putkistoihin.

Haastavin ja aikaa vievin osuus projektissa ennen tekniikan lisäämistä oli PI-kaaviosta positioiden lukeminen johtuen A0 arkin koosta pienellä tietokoneruudulla. Positioita putkistoille lisättiin työn yhteydessä yhteensä 315 kappaletta. Mikä tulee tulevaisuudessa auttamaan viranomaisvaatimusten ja kunnossapitosuunnitelmien sekä tarkastuksien osalta.

Erytisiä haasteita tuottaa myös tuotantolaitoksen jo kolmas käynnistäminen reilun 10 vuoden sisällä suurelta osin uudella työvoimalla. Monia asioita tehdään päällekkäisinä toimenpiteitä. Lisäksi aikaisemmassa vaiheessa saatua tietoa ei ole käytössä, koska dokumentointia ei laitteistoille tehdyistä toimenpiteistä ole. Myös pitkä seisokki 2 vuotta on jo valmiiksi vanhalle laitteistoille aiheuttanut lisäongelmia ja seisokkeja vikaantumisien aiheuttamana on paljon.

Kaiken kaikkiaan työskentely kaivoksella oli mielenkiintoista ja antoisaa. Koska aikaisempaa kokemusta ei kaivosalalta ollut, niin tämä oli todella mielenkiintoinen työ/tehtävä itselleni ja toivonkin, että Otso Gold Oy:n laivan kaivos menestyy ja jatkaa toimintaa pitkälle tulevaisuuteen

LÄHTEET

Otso Gold 2021. Tietoa meistä. Viitattu 16.1.2022. <https://www.otsogold.fi/>

Heinonkoski, R. & Luotonen, O. 2013. Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito. Helsinki: Opetushallitus.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito: Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6. täydennetty painos. Helsinki: Promaint ry.

Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017. Helsinki: Tukes. Viitattu 24.1.2022
<https://tukes.fi/documents/5470659/6410920/Kemikaaliputkistojen+turvallisuusvaatimukset/bb410ce1-baeb-4a0d-8086-f881d8f13b2b/Kemikaaliputkistojen+turvallisuusvaatimukset.pdf>

Kemikaaliturvallisuuslaki 3.6.2005/ 390.

Kemikaaliturvallisuuslaki 1.1. 2013/856.

Kotkansalo, A., Parkkila, L., Tarvainen, J. & ammattikorkeakoulu, L. 2017. Riskianalyysimenetelmien tarkastelu: Kirjallisuusselvitys. Lapin ammattikorkeakoulu.

Lahti, S. & Salminen, T. 2008. Kohti digitaalista taloushallintoa: Sähköiset talouden prosessit käytännössä. Helsinki: WSOYpro

Mikkonen, H., Miettinen, J., Leinonen, P., Jantunen, E., Kokko, V., Riutta, E., Lumme, V. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito: Käsikirja. Helsinki: KP-Media.

Nyman, D. & Levitt, J. 2001. Maintenance planning, scheduling and coordination. New York: Industrial Press.

Opetushallitus. 2014. Mitä on kunnossapito? Viitattu 18.1.2022
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html. 29.1.2014.

Otso Gold 2021. Tietoa meistä. Viitattu 16.1.2022. <https://www.otsogold.fi/>

PSK 6201, 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry

Painelaitelaki 29.12 2016/1549.

Riikonen. M. 2021. Teollisuuden älykäs kunnossapito. Promaint. 14.11.2021, 18

SFS-EN 13306:2017:en. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Viitattu 20.1.2022. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/840250.html.stx>

LIITTEET

Liite 1. Vaatmuksenmukaisuuden arviointimenettelyt eli moduulit

Liite 2. PI- kaavion sivu A4 kokoon muutettuna alkuperäisestä A0

Liite 3. Positiointi Excel taulukossa

Liite 1. Vaatmuksenmukaisuuden arviointimenettelyt eli moduulit

VAATIMUSTENMUKAISUUDEN ARVIOINTIMENETTELYT PAINELAITTEEN LUOKKA - MODUULI TAI MODUULIYHDISTELMÄ			
LUOKKA I	LUOKKA II	LUOKKA III	LUOKKA IV
A	A2	B (suunnittelutyyppi)+ D	B (tuotantotyyppi) + D
	D1	B (suunnittelutyyppi) + F	B (tuotantotyyppi) + F
	E1	B (tuotantotyyppi) + E	G
		B (tuotantotyyppi) + C2	H1
		H	

ARVIOINTIMENETTELY (MODUULI)		KUVAUS
A	Sisäinen tuotannonvalvonta	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat ja tekee loppuarvioinnin
A2	Sisäinen tuotannonvalvonta ja valvotut painelaitetarkastukset satunnaisin väliajoin	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat ja tekee loppuarvioinnin, jota ilmoitettu laitos valvoo
B	EU-tyyppitarkastus - tuotantotyyppi	Ilmoitettu laitos tarkastaa tyyppin vaatimustenmukaisuuden
	EU-tyyppitarkastus - suunnittelutyyppi	Ilmoitettu laitos tarkastaa suunnitelman vaatimustenmukaisuuden
C2	Sisäiseen tuotannonvalvontaan perustuva tyyppimukaisuus ja satunnaisin väliajoin suoritettavat valvotut painelaitetarkastukset	Valmistaja tekee loppuarvioinnin, jota ilmoitettu laitos valvoo
D	Tuotantoprosessin laadunvarmistukseen perustuva tyyppimukaisuus	Valmistaja soveltaa valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
D1	Tuotantoprosessin laadunvarmistus	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat sekä soveltaa valmistuksessa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
E	Painelaitteiden laadunvarmistukseen perustuva tyyppimukaisuus	Valmistaja soveltaa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
E1	Painelaitteiden lopputarkastuksen ja testauksen laadunvarmistus	Valmistaja laatii tekniset asiakirjat sekä soveltaa testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
F	Painelaitteen tarkastukseen perustuva tyyppimukaisuus	Ilmoitettu laitos tekee tuotekohtaisen loppuarvioinnin
G	Yksikkökohtaiseen tarkastukseen perustuva vaatimustenmukaisuus	Ilmoitettu laitos tekee tuotteen suunnitelma- ja loppuarvioinnin
H	Täydelliseen laadunvarmistukseen perustuva vaatimustenmukaisuus	Valmistaja soveltaa suunnittelussa, valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos
H1	Täydelliseen laadunvarmistukseen ja suunnittelun tarkastukseen perustuva vaatimustenmukaisuus	Valmistaja soveltaa suunnittelussa, valmistuksessa, testauksessa ja loppuarvioinnissa laatujärjestelmää, jonka hyväksyy ja jonka noudattamista valvoo ilmoitettu laitos. Lisäksi ilmoitettu tekee suunnitelmatarkastuksen ja valvoo loppuarviointia

Liite 3. Positiointi Excel taulukossa.

Cost centre	Main item	Sub item	BOM	Main item 2	Description	Process Name
5214	41-025-075-SL			990-9025	Slurry line from 41-2530-PX to pump 41-2535-PU	Slurry Handling
5214	41-026-063-SL			990-9026	Slurry line from pump 41-2535-PU to line 41-029-SL	Slurry Handling
5214	41-027-075-SL			990-9027	Slurry line (spare) from 41-2525-PX to pump 41-2540	Slurry Handling
5214	41-028-063-SL			990-9028	Slurry line (spare) from pump 41-2540-PU to line 41-	Slurry Handling
5214	41-029-063-SL			990-9029	From pipes 41-026-SL and 41-028-SL to 41-2545-CY	Slurry Handling
5214	41-030-100-SL			990-9030	From 41-2545-CY to 41-2600-PX	Slurry Handling
5214	41-031-100-SL			990-9031	From 41-2545-CY to 41-2510-ML	Slurry Handling
5214	41-032-080-SL			990-9032	from 41-2600-PX to pump 41-2610-PU	Slurry Handling
5214	41-033-63-SL			990-9033	From 41-2610-PU to line 41-036-63-SL	Slurry Handling
5214	41-034-080-SL			990-9034	From 41-2600-PX to pump 41-2611-PU (spare)	Slurry Handling
5214	41-035-063-SL			990-9035	From 41-2611-PU to line 41-033-080-SL (spare)	Slurry Handling
5214	41-036-063-SL			990-9036	From lines 41-033 and 41-035 to 55-4040-VS	Slurry Handling
5214	41-037-300-SL			990-9037	From 41-2345-PX to pump 41-2350-PU	Slurry Handling
5214	41-038-250-SL			990-9038	From pump 41-235-PU to line 41-041-250-SL	Slurry Handling
5214	41-039-300-SL			990-9039	from 41-2345-PX to pump 41-2355-PU (spare)	Slurry Handling
5214	41-040-250-SL			990-9040	from pump 41-2355-PU to line 41-041-250-SL (spare)	Slurry Handling
5214	41-041-250-SL			990-9041	from pump lines 41-038 and 41-040 to 41-2360-CY	Slurry Handling
5214	41-042-250-SL			990-9042	From line 41-041-250-SL to 41-2370-VS (spare)	Slurry Handling
5214	41-043-200-SL			990-9043	from 41-2360-CY to 41-2365-DX	Slurry Handling
5214	41-044-300-SL			990-9044	From 41-2360-CY to 41-2370-VS	Slurry Handling
5214	41-045-100-SL			990-9045	From 41-2365-DX to 41-2370	Slurry Handling
5214	41-046-150-SL			990-9046	from 41-2365-DX to 41-2120-DX	Slurry Handling
5214	41-047-100-SL			990-9047	From pump 41-2700-PU to 41-2120-DX	Slurry Handling
5214	41-048-100-SL			990-9048	From pump 41-2705-PU to 41-2120-DX	Slurry Handling
5214	41-049-100-SL			990-9049	From Pump 41-2700-PU to 53-7010-PX	Slurry Handling

