

MALMILINJAN ALLE 1000V LAITTEIDEN ENNAKKO- HUOLTOSUUNNITELMA

Aspegren Aleks

Opinnäytetyö

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2021

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Aleksi Aspegren	Vuosi	2021
Ohjaaja	DI Jaakko Etto		
Toimeksiantaja	Outokumpu Chrome OY		
Työn nimi	Eeva Huuhtanen, Katri Hast ja Juha Nevalainen Malmilinjojen alle 1000V laitteiden ennakkohuolto- suunnitelma		
Sivu- ja liitesivumäärä	30 + 1		

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ennakkohuoltosuunnitelma Kemin Kaivokselle. Ennakkohuoltosuunnitelma sisältää alle 1000 V laitteistot mukaan lukien alle 230 V ja 24 VDC automaatiolaitteistot Kemin maanalaisen kaivoksen malmilinjilla. Aihe valittiin, koska Kemin kaivoksen sähkölaitteiden ennakkohuoltosuunnitelma vaati täydennystä.

Opinnäytetyössä tutkittiin eri kirjallisuuden lähteitä, laitevalmistajien ohjeita, standardeja sekä lakeja. Lähteiden avulla saatiin luotettavaa tietoa aiheesta sekä apua ennakkohuoltosuunnitelmaan. Muina lähteinä käytettiin Outokumpu Chrome Oy:n työntekijöiden tietoja sekä kaivoksen sisäinen tietojärjestelmä. Tietoja käytettiin ennakkohuoltosuunnitelman tekoon.

Ennakkohuoltosuunnitelma tehtiin Excel-taulukkoon, joka sisältää laitteiden merkit, mallit, positiot, yleiset vikaantumiset, huoltotoimenpiteet sekä huoltoon kuluva aika. Ennakkohuoltosuunnitelmaa tehtäessä perehdyttiin laitevalmistajien omiin huolto-ohjeisiin, joihin lisättiin laitekokonaisuuksien kriittisyysluokittelu.

Ennakkohuoltosuunnitelman pohjalta Outokumpu Chrome Oy:n työntekijät luovat kunnossapidontietojärjestelmä KUTIIN ennakkohuoltotyöt, joihin liitetään sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelma.

Electrical and automation engineering
Engineer

Author	Aleksi Aspegren	Year	2021
Supervisor	Jaakko Etto, M.Sc (Tech.) Katri Hast Eeva Huuhtanen Juha Nevalainen		
Commissioned by	Outokumpu Chrome OY		
Subject of thesis	Preventive maintenance plan for equipment below 1000V for ore lines		
Number of pages	30 + 1		

The aim of the thesis is to create a preventive maintenance plan for Outokumpu Chrome Oy Kemi mine. The preventive maintenance plan includes equipment below 1000 V, including equipment below 230 V and 24 VDC automation equipment on the ore lines of the Kemi mine. Topic for the thesis was chosen because Kemi mine's preventive maintenance plan demanded supplement.

Various literature sources, equipment manufacturers instructions, standards and laws are studied in the thesis. The sources provide reliable information on the subject as well as help with the preventive maintenance plan. Other sources are Outokumpu Chrome Oy's employees and Kemi mine's internal information system.

The preventive maintenance plan is made in Excel spreadsheet, which shows the equipment brands, models, positions, general failures, maintenance procedures and the time required for maintenance plan. When making the preventive maintenance plan, the manufacturers own maintenance instructions are examined. Criticality analysis is added to the preventive maintenance plan.

Based on the preventive maintenance plan, Outokumpu Chrome Oy's employees create the preventive maintenance work for maintenance information system KUTI. The preventive maintenance plan is attached to the electrical equipment maintenance program.

Key words mining industry, maintenance, electricity, automation

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 OUTOKUMPU CHROME OY	8
2.1 Kemin Kaivos	8
2.2 Kunnossapito-organisaatio maanalaisessa kaivoksessa	9
2.3 Käyntivarmuusorganisaatio	9
3 KUNNOSSAPITO	11
3.1 Yleistä	11
3.2 Sähkökunnossapito	11
3.3 Kunnossapidon jaottelu	12
3.4 Ennakkohuolto	14
4 TUTKITTAVIEN LAITTEIDEN HUOLTO	15
4.1 Sähköteknisten laitteiden selvitys	15
4.2 Malmilinjan sähkölaitteiden kunnossapito	17
4.2.1 Automaatiojärjestelmät	17
4.2.2 Sähkömoottorit	17
4.2.3 Turvakytkimet ja kaapelointi	19
4.2.4 Moottorilähdöt ja kesukset	19
4.2.5 Kenttäinstrumentit ja anturit	22
4.2.6 Valaistus ja puhelinyhteydet	24
5 ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA	25
5.1 Vikaantumisanalyysit ja kriittisyysluokittelu	25
5.2 Jatkotoimenpiteet	26
6 POHDINTA	27
LÄHTEET	29
LIITTEET	31

ALKUSANAT

Haluan kiittää Outokumpu Chrome Oy:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö yritykseen. Haluan kiittää myös ohjaajia, Jaakko Etto, Katri Hast, Eeva Huuhtanen ja Juha Nevalainen sekä muita Outokumpu Chrome Oy:n työntekijöitä, jotka auttoivat minua opinnäytetyössäni.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AC	Vaihtovirta
DC	Tasavirta
EMS	Esimurskesiilo
KUTI	Kunnossapidon tietojärjestelmä
MAKA	Maanalainen kaivos
MΩ	Mega Ohmi, resistanssin mittayksikkö
PCS	Process Control Station
RIKA	Rikastamo
tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
WebDoha	Dokumentoinnin hallintajärjestelmä
WinCC	Windows Control Center

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä sähkölaitteiden ennakkohuoltosuunnitelma Kemin kaivoksen maanalaiselle malmilinjalle. Opinnäytetyö toteutetaan Outokumpu Chrome Oy:n Kemin Kaivokselle.

Aihe rajattiin maanalaisen kaivoksen malmilinjaan, koska se todettiin kriittisimmäksi osaksi maanalaista kaivosta. Kriittisyyden määrittelee kaivokselle osaprosessitasolla tehdyt kriittisyysluokittelu. Opinnäytetyö rajataan siten, että ennakkohuoltosuunnitelma pitää sisällään vain pienjännitteisiä sähkölaitteita, jotka sijaitsevat maanalaisen kaivoksen (MAKA) malmilinjoilla. Pienjännitteen määritelmä on jännite, joka normaalisti ei ylitä 1000 V vaihtojännitettä (AC) tai 1500 V tasajännitettä (DC) (SFS 6002:2015).

Opinnäytetyön ulkopuolelle jätetään varaosatarkastelu sekä huoltotöiden siirtäminen ennakkohuoltosuunnitelmasta kaivoksen kunnossapitojärjestelmään. Ennakkohuoltosuunnitelma tehdään Excel-taulukkoon.

Ennakkohuoltosuunnitelmaa tehtäessä perehdytään kaivoksen omiin vikaantumisanalyysiin, joiden avulla täydennetään laitteiden huoltotarpeita, kuitenkin laitevalmistajien omia huolto-ohjeita tulee myös huomioida. Ennakkohuoltosuunnitelmaan merkitään myös laitevalmistajien huolto-ohjeet. Huollot tehdään kaivoksen vikaantumisanalyysien ja kriittisyysluokittelun mukaan kriittisimmille malmilinjojen laitteille. Ennakkohuoltosuunnitelmaan haetaan laitteet kunnossapidon tietojärjestelmistä KUTI:sta sekä dokumentoinnin hallintajärjestelmästä WebDoha:sta. Laitteet kootaan Excel-taulukkoon, josta selviää laitteista löydettyt tiedot kuten, laitteen valmistaja ja malli, positiot, huoltojen aikataulu, huoltotoimenpiteet sekä kriittisyys.

2 OUTOKUMPU CHROME OY

2.1 Kemin Kaivos

Kemin kaivos on Outokumpu Chrome Oy:n omistama kaivos. Kaivos sijaitsee Kemin kaupungin pohjoispuolella Keminmaan kunnan alueella, Elijärvellä. Kaivokselta on matkaa noin 20 kilometriä Tornion tehtaille. Tornion tehtailla toimii Outokumpu Chrome Oy, Outokumpu Stainless Oy ja Outokumpu Shipping Oy. (Kaivosvastuu 2020.)

Kromimalmia löydettiin Kemistä 1959, kaivosoperaatiot sekä ferrokromin tuotanto aloitettiin vuonna 1968. Kaivosta laajennettiin vuonna 1985, kun Torniossa otettiin käyttöön uusi ferrokromin sulatusuuni. Kolmas uuni otettiin käyttöön vuonna 2013. Kemin kaivoksen kaivostoiminta siirtyi maan alle vuonna 2003. Kaivoksen avolouhinta lopetettiin vuonna 2005 ja malmin louhintaa jatkettiin maanalaisella louhinnalla. (Outokumpu 2020c.)

Kemin kaivos on ainoa kromikaivos Euroopan unionin alueella. Kemin kaivos on osa Outokumpu Oyj:n ferrokromin ja ruostumattoman teräksen valmistusketjua Kemi-Tornion alueella. Kaivoksen tehtävä on tuottaa kromimalmista tehtyjä kromirikasteita raaka-aineeksi, joita käytetään Tornion ferrokromitehtaalla, ferrokromin valmistukseen. Ferrokromitehtaan tuotteena syntyvä ferrokromin sisältämä kromi tekee Tornion tehtailla valmistettavasta teräksestä ruostumatonta. (Kaivosvastuu 2020.)

Kaivos avattiin vuonna 1968. Kromimalmia louhittiin vuoteen 2005 asti avolouhittana. Avolouhinnalla louhittiin noin 200 metrin syvyyteen. Vuonna 2003 aloitettiin maanalainen louhinta ja vuodesta 2005 alkaen kaikki malmi on louhittu maanalaisesta kaivoksesta. Malmin louhinta aloitettiin 500 tasolta, josta edetään ylöspäin kohti avolouhoksen pohjaa. Nykyään 500 tasolla on maanalaisen kaivoksen pääasiallinen huoltotila, jossa sijaitsee muun muassa ruokala, toimistoja, kokoustiloja, varasto ja huoltohalli, jossa huolletaan kaivoskoneita sekä kiinteitä laitteita. Tyhjäksi louhittuja yksittäisiä louhoksia täytetään sivukivellä. Louhoksilta malmi kuljetetaan maanalaiselle murskaamolle, josta murskattu malmi nostetaan nostokuilun kautta maanpäälliselle rikastamolle (RIKA). (Kaivosvastuu 2020.)

Rikastamalla murskattu malmi rikastetaan pala- ja hienorikasteeksi. Malmi murskataan uudelleen jatkoprosessia varten. Palarikastamalla malmista erotetaan palarikaste käyttäen raskasväliaine-erotusta. Hienorikastamalla malmia jauhetaan tankomyllyllä ja rikastetaan ominaispainoon perustuvilla spiraalierottimilla hienorikasteeksi. Rikastusprosessin jälkeen rikasteet kuljetetaan kuorma-autoilla Torniossa sijaitsevalle ferrokromitehtaalalle. (Kaivosvastuu 2020.)

2.2 Kunnossapito-organisaatio maanalaisessa kaivoksessa

Kemin Kaivoksen maanalainen kunnossapito on jaettu kolmeen eri ryhmään, kiinteää-, liikkuvaan- sekä sähkökunnossapitoon. Kaikki maanalaisen kaivoksen kunnossapidon ryhmät toimivat arkisin aamu- sekä iltavuorossa, kahdeksan tunnin vuoroissa. Liikkuvan kaluston huolto toimii jatkuvasti. Viikonloppuisin sekä öisin paikalla on päivystävä huolto, jonka pääasiallinen työ on tehdä korjauksia, jotta tuotanto ei keskeydy. Jokaisessa osastossa on muutamia asentajia sekä työnjohto. (Outokumpu 2020a.)

Liikkuva kunnossapito huoltaa kaivoskoneita. Liikkuvaan kalustoon kuuluu peränajokoneet eli lyhytreikäporat, vaijerikoneet, louhintakoneet eli pitkäreikäkoneet, rappauskoneet sekä verkotuskoneet. Kiinteäkunnossapito huoltaa kiinteää mekaanista kalustoa, kuten pumppuja sekä muita kiinteitä laitteita, esimerkiksi malmilinjan sähkölaitteita. Sähkökunnossapidon tehtäviin kuuluu huolehtia kiinteiden sekä liikkuvien laitteiden sähkötöistä. Sähkökunnossapidon tehtäviin kuuluu myös huolehtia kaivoksen sähköverkon jatkamisesta uusiin porauskohteisiin sekä poistaa käytöstä vanhojen porauskohteiden sähköjä. (Outokumpu 2020a.)

2.3 Käyntivarmuusorganisaatio

Käyntivarmuus on osa Manufacturing Excellence -ohjelmaa. Kaivoksen käyntivarmuusorganisaatioon kuuluvat käyntivarmuuspäällikkö, joka johtaa käyntivarmuusorganisaatiota sekä käyntivarmuusinsinöörejä ja työnsuunnittelijoita. Käyntivarmuusohjelman tavoitteet Kemin kaivoksella ovat kolmikantayhteistyön kehittäminen, kunnossapitotoimintojen selkeyttäminen, suunnitelmallisuuden lisääminen, vika- ja ongelmatilanteiden ennakointi, varautuminen ja välttäminen juuri-

syysanalyysien avulla, kokonaisuuksien hahmottaminen ja keskittyminen olennaisempiin asioihin, toiminnallisten ja teknisten riskien tunnistaminen ja eliminointi sekä turvallisuuden ja tuotettavuuden parantaminen. (Outokumpu 2020c, 2-6.)

Käyntivarmuussuunnittelijan tehtäviin kuuluvat muun muassa töiden suunnittelu ja aikataulutus, työsuunnittelupalaverin kutsuminen, vetäminen ja dokumentointi, jaksottaisten seisokkien resurssikuormitettujen aikataulujen laatiminen, materiaalien ja varaosien tilaaminen sekä muutosten dokumentointi. Käyntivarmuussinööri toimenkuvaan kuuluu kriittisyysluokittelut kunnossapitojärjestelmän laitehierarkioiden tarkastus, vikaantumisanalyysit ja niihin pohjautuvan ennakkohuoltosuunnitelman laatiminen, joka muodostaa laitteiston kunnossapitostrategian. Käyntivarmuusorganisaatio on sulautettu osaksi maanalaisen kaivoksen ja rikastamon kunnossapitoa vuoden 2021 alussa. (Outokumpu 2020c, 9-10.)

3 KUNNOSSAPITO

3.1 Yleistä

Sähköjärjestelmä SFS-EN 13306:2010: määrittelee kunnossapidon seuraavasti: ”Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon” (SFS-EN 13306:2010).

Kunnossapidon suorituskyky on tulos sellaisten resurssien aktiivisesta käytöstä, jolla ylläpidetään kohteen toimintakykyä tai palautetaan se sellaiseksi, että se pystyy suorittamaan halutun toiminnon. Siitä voidaan käyttää ilmaisua saavutettu tai odotettu tulos. Kunnossapidon suorituskyky riippuu sekä ulkoisista että sisäisistä tekijöistä, kuten sijainnista, kulttuurista, toiminta- ja palveluprosesseista, koosta, käyttöasteesta ja iästä. Kunnossapidon suorituskyky saavutetaan käyttämällä korjaavaa, ehkäisevää ja parantavaa kunnossapitoa, jotka yhdistävät eri tavoin työtä, informaatiota, materiaaleja, organisaation metodeja, työkaluja ja työntekotekniikoita. (SFS-EN 15341:2007.)

3.2 Sähkökunnossapito

Sähköjärjestelmä, kuten muutkaan rakennuksen osat, ei pysy kunnossa ja turvalisena itsestään. Sähköasennukset, asennuskalusteet, sähkölaitteet ja sähkökeskusten komponentit kuluvat ja tulevat ajan myötä käyttöikänsä päähän (Tukes 2020).

Rikkinäiset ja kuluneet sähkökalusteet, löystyneet liitokset tai sähkölaitteiden pölyisyys voivat aiheuttaa vaaraa kiinteistölle tai kiinteistön käyttäjille (Tukes 2020).

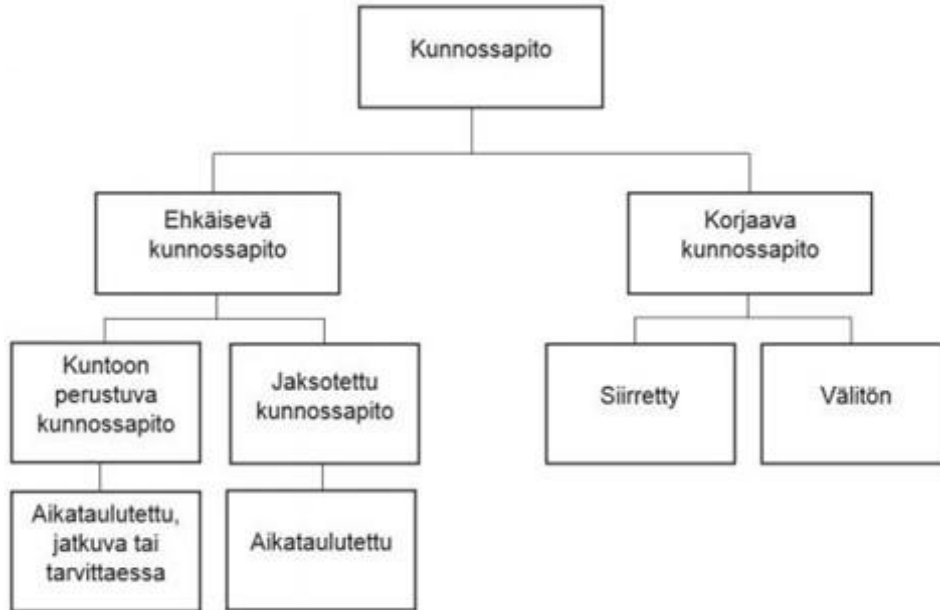
Tuotanto-omaisuuden kunnossapidon toimintojen jaottelu eri lajeiksi on tehokkaan johtamisen perusedellytys. Näillä jaoilla seurataan esimerkiksi kunnossapidon tehokkuutta vertailemalla erilaisten työlajien kustannuksia ja tehtyjen työtuntien määrää. (Järviö & Lehtiö 2017, 46.)

Sähkölaitteistot jaetaan niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten osalta luokkiin. Luokan 1 sähkölaitteisto voi olla sähkölaitteisto, joka sijaitsee asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa. Luokkaan 1 kuuluu myös muut kuin asuinrakennuksen sähkölaitteistot, joiden suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3. Luokan 2 sähkölaitteistoihin kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista laitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja. Luokan 2 sähkölaitteisto voi olla myös laitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1600 kilovoltiampeeria. Luokan 3 sähkölaitteisto on verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko. (Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135 3:44 §.)

Sähkölaitteiston haltija on huolehdittava siitä, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että kunnossapito-ohjelmaa noudatetaan. Kunnossapito-ohjelmaa laadittaessa tulee ottaa huomioon sähkölaitteiston käyttöympäristöstä aiheutuvat tarpeet. Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava laitteiston määräaikaistarkastuksesta. (Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135 3:48 §.)

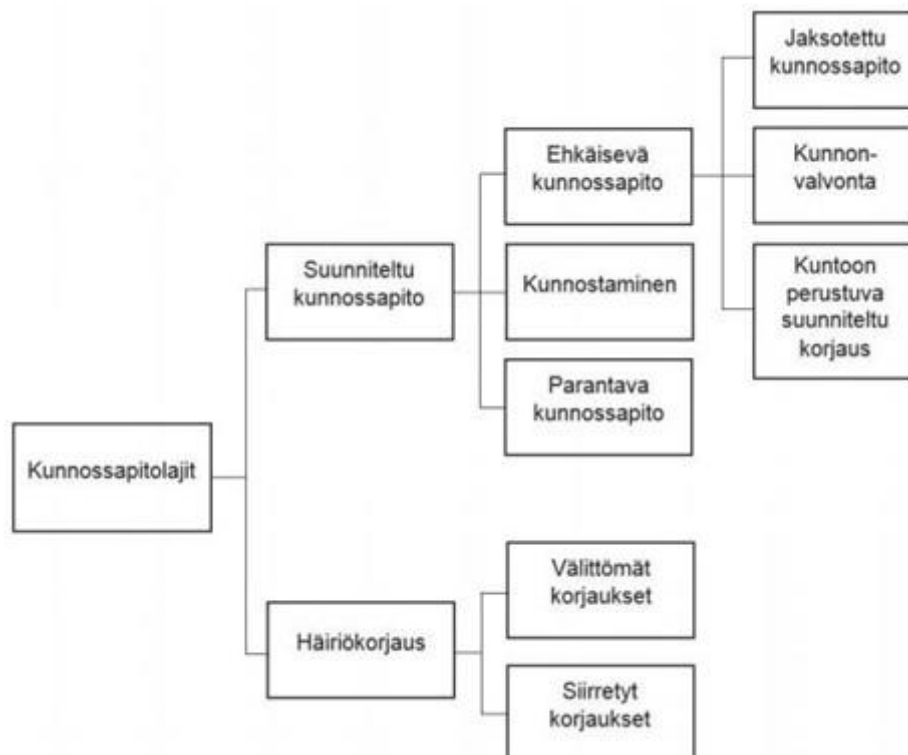
3.3 Kunnossapidon jaottelu

SFS-EN 13306:2010 jakaa kunnossapitotoimet vian havaitsemisen mukaan (Kuvio 1). Vika määriteltiin aikaisemmin tilaksi, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy kaikki ne toimet, joita suoritetaan ennen kuin vika pysäyttää laitteen toiminnan. (Järviö & Lehtiö 2017, 46-47.)



Kuvio 1. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306:2010).

PSK 6201:2011 jakaa lajit sen mukaan, ovatko ne suunniteltuja vai aiheuttavatko ne tuotantohäiriön (Kuvio 2). PSK 7501:2010-standardin jakoperuste on sama kuin PSK 6201:2011-standardissa. (Järviö & Lehtiö 2017, 46-47.)



Kuvio 2. Kunnossapitolajit (PSK 7501:2010).

3.4 Ennakkohuolto

Ennakkohuollossa ja ehkäisevässä huollossa määrätyin välein ja suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä (SFS-EN13306:2010).

Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen (PSK. 6201:2011).

Ehkäisevässä kunnossapidossa seurataan kohteen suorituskykyä ja sen parametrejä. Ehkäisevässä kunnossapidossa päämääränä on vähentää vikaantumisia sekä kohteen toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä tai sitä voi tehdä vaadittaessa. Tarkastaminen, kuntoon perustuva kunnossapito, määräystenmukaisuuden toteaminen, testaaminen, käynninvalvonta sekä vikaantumistietojen analysointi ovat muiden muassa ehkäisevän kunnossapidon toimintatapoja. (Järviö & Lehtiö 2017, 50.)

Ehkäisevä kunnossapito koostuu neljästä elementistä: tarkastuksista, suunnitellusta korjaamisesta, toimintaolosuhteiden vaalimisesta sekä modernisoinneista. Kun koneelta vaaditaan luotettavaa toimintaa, häiriöitä ei saa esiintyä. Jotta kunnossapito-organisaatio pystyisi toimimaan tehokkaasti ja tuottavasti, organisaation toiminnan on oltava hallittua ja systemaattista. Tämä ei onnistu, jos toimintatapa on reagoiva. (Järviö ja Lehtiö 2017, 99-101.)

4 TUTKITTAVIEN LAITTEIDEN HUOLTO

4.1 Sähköteknisten laitteiden selvitys

Kemin kaivoksella käytetään muutamia erilaisia kunnossapito- sekä laitehallinta-järjestelmiä. Kaikki kaivoksen laitteet on koottu dokumentoinnin hallintajärjestelmä WebDohaan sekä kunnossapidon tietojärjestelmään KUTIIN. Dokumentoinnin hallinta- ja kunnossapitojärjestelmän avulla tässä opinnäytetyössä tutkittavat malmilinjan laitteet on koottu Excel-taulukkoon.

WebDohasta löytyi pelkästään johdotus- ja piirikaavioita, joiden pohjalta laitteet koottiin taulukkoon. Kaikista laitteista ei selvinnyt valmistaja tai malleja pelkkien kaavioiden avulla. Muutamiiin malmilinjojen laitteisiin ei löytynyt dokumentteja WebDoha:sta tai KUTI:sta lainkaan. Nämä laitteet selvitettiin paikan päällä käymällä tai kysymällä Outokummun maanalaisen kaivoksen sähkökunnossapidon työnjohtolta. Sähköturvallisuudessa määrätyt sähkölaitteistojen jakeluluokat määrittävät Kemin kaivoksen luokkaan 2. Luokka 2 tarkoittaa sitä, että sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. (Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135 3:48 §).

Excel-taulukkoon haetaan tietojärjestelmistä sähkölaitteiden tyypit, valmistajat, mallit ja positiot. Taulukkoon lisätään myös ennakkohuoltotyön nimi, huoltodokumentteja jotka, liittyvät tiettyjen laitteiden huoltoon, tarkastus/huoltoväli, toimenpiteen kesto tunteina sekä mahdollisia lisätietoja sekä työohjeistusta. (Taulukko 1 & 2.)

Taulukko 1. Sähkömoottorin ennakkohuoltosuunnitelma osa 1.

DEVICE	MANUFACTURER	INFORMATION	Work of maintenance	Document of maintenance	Maintenance cycle	Action
LÄITE	Valmistaja	Laitteen tiedot	Ennakkohuoltotyön (EHO) nimi	Huoltodokumentti asiakas, johon EHO-työhön liittyy	Tarkastele huoltoväli	esim. korjaus, inspektion, kalibrointi Toimenpide
Sähkömoottori	ABB	75kW, E16, W200m M3BP 2003000 0005 001001	Täryttömän moottorin Puhdistus Täryttömän moottorin öljymäärämittaukset Täryttömän moottorin Eritysarvo ja säätöalueet	http://library.e.abb.com/public/082788221a238a2a65792013a2a61546/Standard_Maintenance_Plan09020001.pdf http://www.abb.com/5/rep/commant/updates/2018/11/KNCPMAA/KNCPMAA-ohje-10M.pdf	1 vuosi 1 vuosi 6 ku	huolto tarkastus huolto

4.2 Malmilinjan sähkölaitteiden kunnossapito

Malmilinjoilta löytyy monia laitekokonaisuuksia esimerkiksi tärysyöttimiä, pumppeja sekä hihnakuljettimia. Jokaisessa laitekokonaisuudessa on useita sähkölaitteita sekä komponentteja. Melkein jokaisesta kokonaisuudesta löytyy muun muassa sähkömoottori, moottorin turvakytkin, kenttäinstrumentit, taajuusmuuttaja tai Simocode, sekä keskuksen sisäisiä osia, muun muassa kontaktoreita ja kytkinvarokkeita. Tarkasteluun otetaan mukaan myös kaapelointi moottorin ja turvakytkimen välillä sekä turvakytkimen ja keskuksen moottorilähdön välillä. Laitteet ovat osana automaatiojärjestelmää Profibus DP:n kautta.

4.2.1 Automaatiojärjestelmät

Pääautomaatio- ja prosessinohjaus toimii Siemens PCS7-ohjelmistolla, joka on kaivoksella päivitetty 2019. Automaatiojärjestelmä päivitetään isommilla päivityksillä noin 5 vuoden välein. Asemien latauksia tehdään useampia kertoja vuodessa. Siemens ja automaatorunkoverkkona toimii valokuitu. (Huuhtanen 2020.)

Automaatio koostuu kahdeksasta automaatioasemasta, jotka sijaitsevat kaivosalueen eri sähkötiloissa. Automaatiojärjestelmään liittyviä ennakkohuoltotöitä ovat muun muassa puskuparistojen vaihto, joka suoritetaan yhden vuoden välein, Varmuuskopiointi suoritetaan kerran viikossa ja readback suoritetaan kerran kuukaudessa. (Huuhtanen 2020.)

Puskuparistojen vaihdon suorittaa kaivoksen sähköosasto. Varmennuuskopioinnin ja readbackin suorittaa automaatioinsinööri. Kenttäväylänä kaivoksella toimii Profibus DP. Kemin kaivoksen prosessin laitteita ohjataan WinCC:llä. (Huuhtanen 2020.)

Malmilinjoilta on myös UPS-laitteistoa. UPS-laitteiston tehtävän on varmistaa sähkön saanti automaatiolaitteille, jotta taataan hallittu alasajo prosessin eri osaluille. UPS-laitteisto huolletaan kerran vuodessa urakoitsijan toimesta.

4.2.2 Sähkömoottorit

Sähkömoottoreita kaivoksella on muutamilta eri valmistajilta kuten ABB sekä VEM. Moottoreista löytyi muun muassa niiden teho-, virta- ja kierroslukutiedot.

ABB:n pienjännitemoottoreiden kunnossapito-ohjeessa käydään läpi lyhyesti sähkömoottoreille tehtävät huollot ja tarkastukset. (ABB 2016.)

Sähkömoottorit tulee tarkistaa säännöllisin väliajoin, vähintään kerran vuodessa. Tarkastusten väli määräytyy esimerkiksi ympäröivän ilman kosteuden, epäpuh-
tauksien sekä paikallisten olosuhteiden mukaan. Moottori on pidettävä puhtaana
sekä huolehdittava jäähdytysilman vapaasta kulusta. Mikäli moottoria käytetään
pölyisessä ympäristössä, tuuletusjärjestelmä on tarkistettava ja puhdistettava
säännöllisesti. Moottoreiden akselitiivisteiden kuntoa on myös seurattava ja ne
on uusittava tarvittaessa. Kytkenneiden ja kiinnitysruuvien kuntoa on myös tarkkail-
tava. Laakereiden kuntoa tarkkaillaan mittaamalla laakerien värähtelyä, lämpöti-
laa mittaamalla ja poistuvaa voiteluainetta tarkkailemalla. Laakereita tulee tark-
kailla erityisen huolellisesti silloin, kun niiden laskettu käyttöaika alkaa lähestyä
loppuaan. (ABB 2016, 17.)

Huoltoa aloittaessa on varmistuttava siitä, ettei moottoria ole mahdollista kytkeä
uudelleen päälle. Varmistus käytännössä toteutetaan siten, että kytkinvaroke
asetetaan 0-asentoon, sulakkeet otetaan irti pesästä, ohjaamosta tai valvomosta
varmistetaan, ettei moottori käynnisty, turvakytkin 0-asentoon ja lukkoon kunnos-
sapitotöiden ajaksi, lisäksi jännitteettömyys täytyy todeta mittarilla. Moottorille tu-
lee tehdä päätarkastus kerran vuodessa tai viimeistään n. 10 000 käyttötunnin
jälkeen. Tarkastuksessa tarkistetaan moottorin peti repeämien sekä muiden vi-
kojen varalta ja moottorin linjaus tarkastetaan. Mekaanisten ja sähköisten liitos-
ten kiinnitysruuvit tarkistetaan ja kiristetään tarvittaessa. Johtimien ja eristysma-
teriaalien tarkastuksessa selvitetään ovatko johtimet ja käytetyt eristysmateriaalit
asianmukaisessa kunnossa. Niissä ei saa esiintyä mitään värjäytymiä tai mitään
palojälkiä, eivätkä ne saa olla murtuneita, repeytyneitä tai muulla tavalla viallisia.
(VEM 2018, 7.)

Eristysvastus tulee tarkistaa, Eristysvastus ei tyypillisesti saisi olla alle 10 MΩ
eikä missään tapauksessa alle 1 MΩ (mitattuna jännitteellä 500 tai 1000 VDC ja
korjattuna 25°C:n lämpötilaan) (VEM 2018, 7).

Moottorin rasvan laadun ja laakeroinnin mukaisesti voi 10 000 käyttötunnin jäl-
keen olla tarpeellista myös vierintälaakerin rasvan vaihto. VEM sähkömoottoreille

on määritelty ohjeissa myös tarkastuksia, jotka tulee tehdä, kun moottori on käynnissä. Käyvällä moottorilla tarkastetaan sähköiset ominaisuudet, virta, jännite ja taajuus. Laakerilämpötilojen tarkastus, selvitetään ylittävätkö sallitut laakerilämpötilat moottoria käytettäessä. Moottoria käyttäen tarkistetaan ääntä tarkkailemalla, onko moottorin normaalissa käynnissä tapahtunut huonontumista. Mikäli tarkastuksissa havaitaan poikkeamia käyttö- ja huolto-ohjeissa annettuihin arvoihin tai muita vikoja tai puutteita, on ne korjattava heti. (VEM 2018, 7.)

Mikäli moottori vaihdetaan uuteen tai uusi moottori asennetaan, tulee suorittaa käyttöönototarkastus. VEM sähkömoottoreiden huolto-ohjeissa puhutaan moottoreiden ensitarkastuksesta. Ensitarkastus tulee suorittaa noin 500 käyttötunnin jälkeen, mutta viimeistään puolen vuoden kuluttua. Ensitarkastuksessa tarkastetaan pysähdyksissä olevan moottorin alusta. Alusta tarkastetaan repeämien ja muiden vaurioiden varalta. Ensitarkastuksessa on tehtävä myös tarkastuksia käyvälle moottorille. Käyvälle moottorille tehdään samat tarkastukset kuin pää-tarkastuksessa tehtävissä tarkastuksissa. (VEM 2018, 7.)

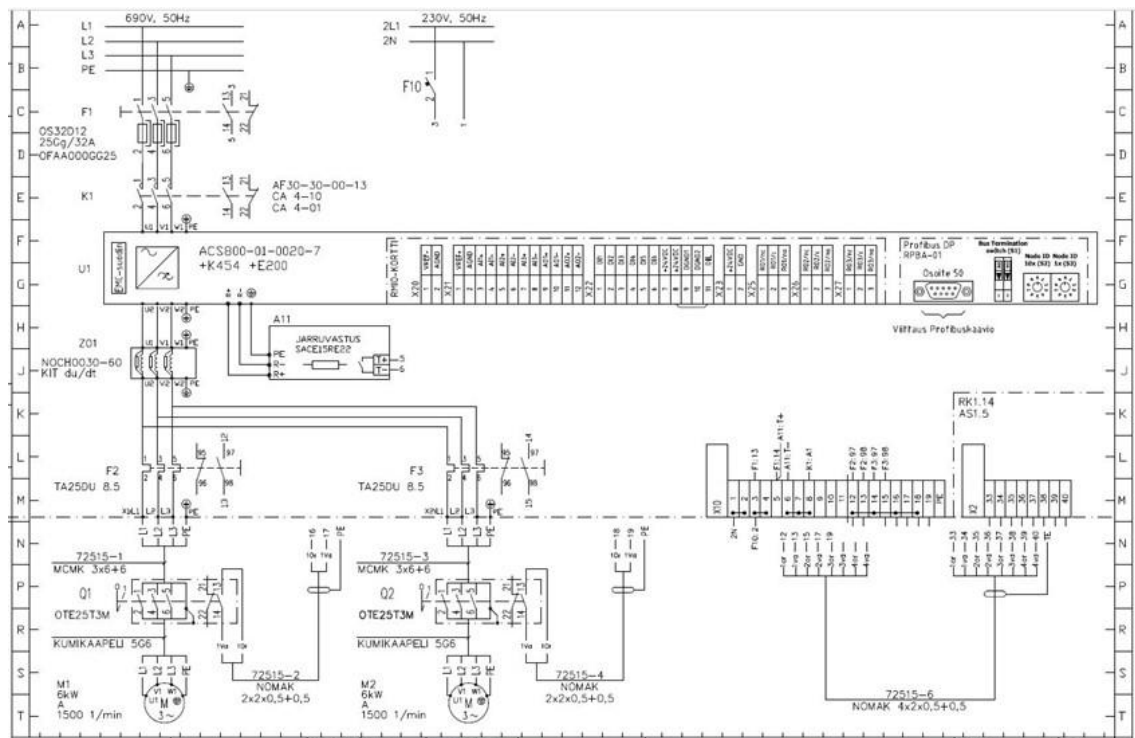
4.2.3 Turvakytkimet ja kaapelointi

Turvakytkimiä malmilinoilla on monia eri malleja, suurin osa kuitenkin ovat ABB:n valmistamia. Turvakytkimille ei kuitenkaan löytynyt määrättyjä huoltotöitä, mutta se ei tarkoita, etteikö niitä voisi huoltaa. Turvakytkimet on yleensä sijoitettu lähelle sähkömoottoreita sekä työkonetta. Samalla kun moottoreille tehdään huoltoa tai ennakkohuoltoa, voidaan tarkistaa samalla turvakytkin. Turvakytkimet puhdistetaan samalla kun käydään huoltamassa sähkömoottoria. Puhdistuksen yhteydessä tehdään silmämääräinen tarkastelu kytkimestä sekä vääntimen lukitusmekanismista. Mikäli on mahdollista käyttää turvakytkintä, kokeillaan myös turvakytkimen toiminta sekä lukitus. Moottoria ja turvakytkintä huollettaessa tarkistetaan myös sähkömoottorin ja turvakytkimen välinen kaapeli. Kaapeli tarkastetaan silmämääräisesti virheiden sekä rikkojen varalta.

4.2.4 Moottorilähdöt ja keskuskeskukset

Kemin kaivoksen malmilinoilla sijaitsevat sähkömoottorit ovat suora-, taajuusmuuttaja- tai Simocode-lähtöisiä (Kuvio 4). Taajuusmuuttajina käytetään ABB:n

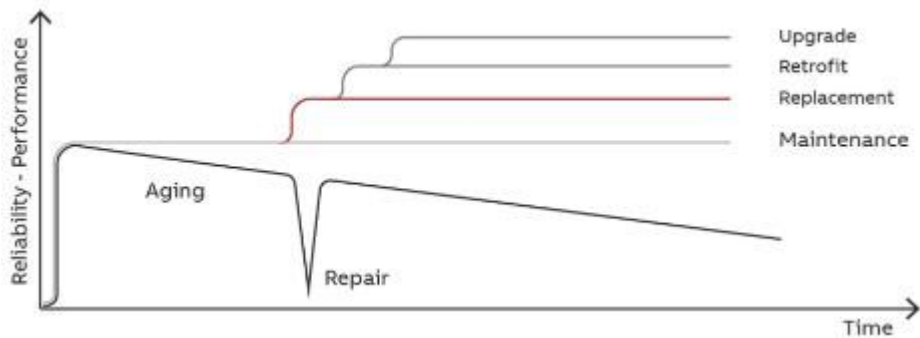
ACS800 mallia. ABB:n ACS800 sarjan taajuusmuuttajien käyttö ja huolto-ohjeissa kerrotaan taajuusmuuttajien eri komponenttien huoltovälit sekä mitä huollossa tehdään. 6-12 kuukauden välein tarkistetaan jäähdytyslementtien lämpötila sekä puhtaus. Tarkistusväli vaihtelee riippuen tilan pölyisyydestä. Mikäli jäähdytyslementit ovat likaiset, se voi aiheuttaa taajuusmuuttajalle ylikuumenemista ja johtuvia vikoja tai varoituksia. Mikäli ACS800 taajuusmuuttajassa on lisätuulettimia ja taajuusmuuttajat ovat IP luokkaa IP51 tai IP21, tulisi lisätuuletus vaihtaa kolmen vuoden välein. Kuuden vuoden välein tulee vaihtaa taajuusmuuttajan päätuuletin. Mikäli taajuusmuuttajan runkokoko on R4 tai sitä isompi, tulee kondensaattori vaihtaa 10 vuoden välein. ACS800 sarjan taajuusmuuttajien laite-manuaalista löytyi ohjeet kaikille huoltotöille. (ABB 2013, 97.)



Kuvio 4. Taajuusmuuttaja moottorilähtö johdotuskaavio. (Outokumpu 2020d.)

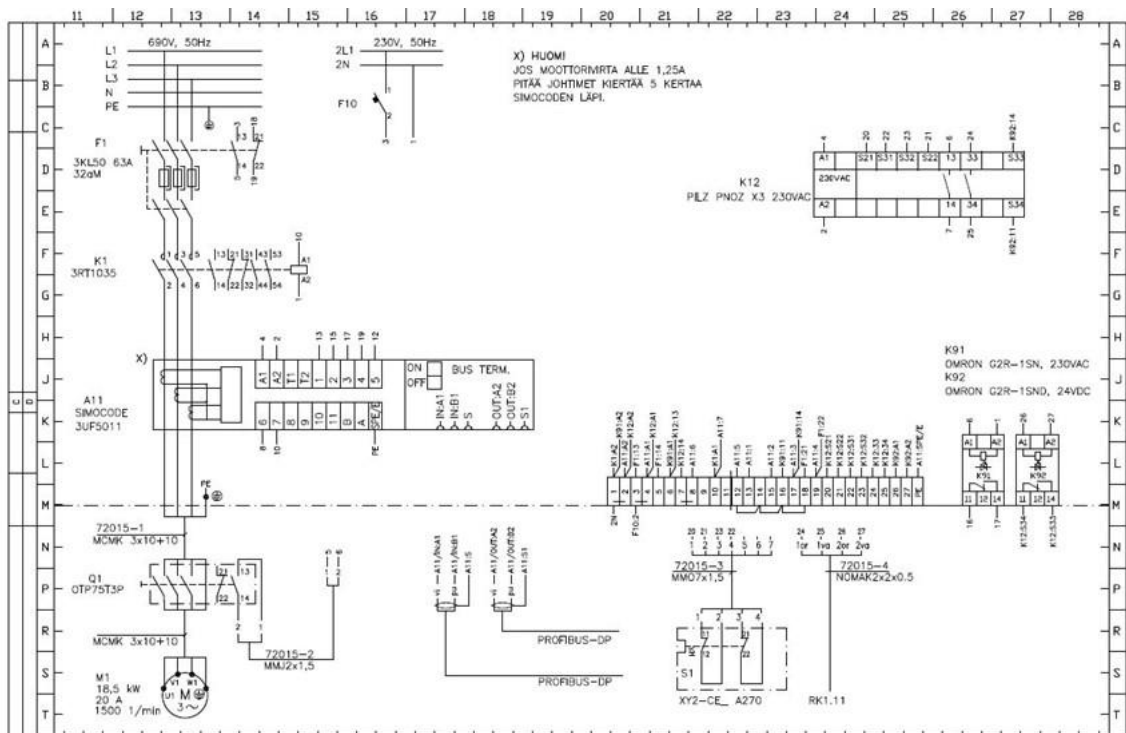
ABB on tehnyt taajuusmuuttajille Life Cycle Assessment (LCA) -raportin, josta selviää useiden taajuusmuuttajien elinkaarenvaiheet sekä seuraavat huollot. Kaikkia taajuusmuuttajia ei ole LCA-raportissa, koska niiden sarjanumeroita ei löytynyt tai ne olivat vaikeasti luettavissa. LCA-raportissa kerrotaan taajuusmuuttajien sarjanumerot, positiot, huollot sekä huoltojen aikaväli. Suunnitelmissa on, että taajuusmuuttajia aletaan huoltamaan vuodesta 2021 alkaen uuden huolto-ohjelman mukaisesti. (Kuvio 5.)

ABB Laitekannan elinkaaren hallintamalli: Aikajana



Kuvio 5. ABB Laitekannan elinkaaren hallintamalli. (ABB 2020.)

Malmilinjoiilla oli myös paljon Siemensin Simocode-laitteista (Kaavio 6). Simocode laitteistoilla on noin 15 vuoden elinkaari, komponentit vaihdetaan kaivoksen vuosihuoltoseisokissa, kun elinkaari alkaa täyttymään. Monet Simocode laitteet ovat kuitenkin vanhoja ja ne on korvattu tai korvattava uusilla Siemens Simocode PRO 3UF7 sarjan laitteilla. Simocode laitteilla ei ole suositeltuja huoltotöitä. Kuitenkin olisi suositeltavaa, että vanhan laitteen mennessä rikki asennetaan vanhan laitteen korvaaja, tässä tapauksessa Simocode PRO 3UF7 sarjan laite, vanhan laitteen tilalle. (Siemens 2020.)

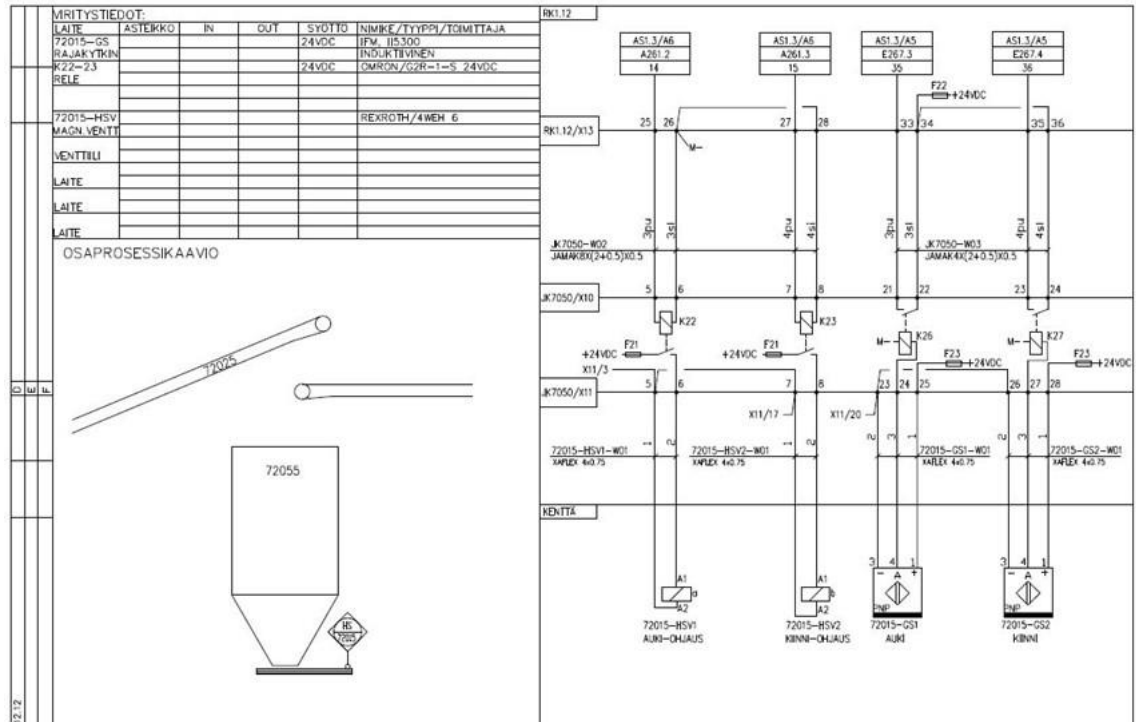


Kuvio 6. Moottorilähtö Simocode, johdotuskaavio (Outokumpu 2020d.)

Sähkökeskuksille tehtäviä huoltoja ja tarkastuksia ovat muun muassa liitosten tarkistus ja kiristys, sähkökeskusten puhdistus, kojeiden vaihdot, katkaisijoiden vaihdot sekä lämpökamerakuvaukset. Keskuksille tehdään huollot ja tarkastukset kerran vuodessa suoritettavien lämpökamerakuvauksien pohjalta. Keskuksille olisi myös hyvä tehdä aistienvaarainen tarkastus keskuksen ollessa käynnissä. Sähkötiloille voidaan myös suunnitella esimerkiksi kerran vuodessa tehtävä tarkastus kierros. Tarkastuksessa tehdään aistienvaarainen tarkastus. Tarkastuksessa saadaan selville sähkötilan siisteys, sekä voidaan kuunnella, mikäli sähkötilasta kuuluu poikkeuksellisia ääniä. Sähkötilaan tehdyn tarkastuksen perusteella voidaan määrittellä sähkötilan puhdistus aikataulu. Mikäli sähkötilassa ja sen läheisyydessä on paljon likaa ja pölyä, tulisi sähkötila puhdistaa useammin. Puhdistuksen aikataulu voi aluksi olla kerran vuodessa, mutta jos likaa ja pölyä on paljon ja kohde likaantuu helposti, voi puhdistusten aikaväliä lyhentää esimerkiksi kahteen kertaan vuodessa. Aistienvaaraisen tarkastuksen yhteydessä olisi hyvä tarkistaa sähkötilojen paloturvallisuusvälineiden kunto sekä ilmastoinnin toiminta. Ennakkohuoltosuunnitelmaan on listattu keskukseseen ja sähkötilaan tehtävät tarkastukset.

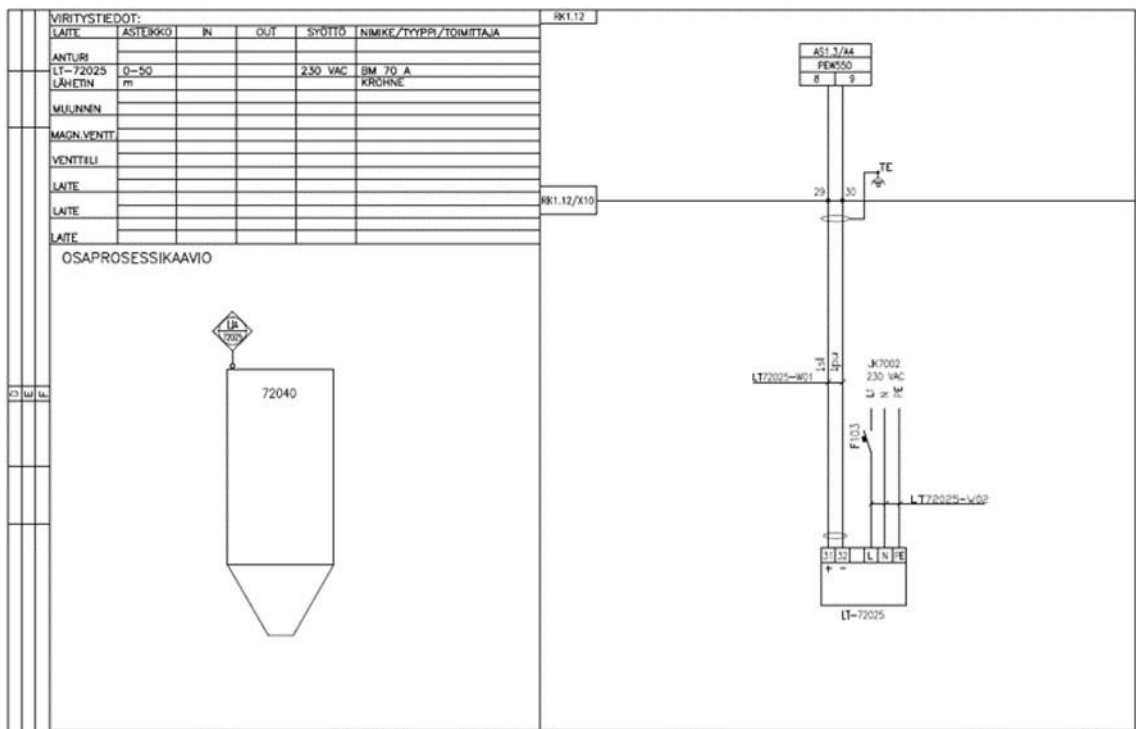
4.2.5 Kenttäinstrumentit ja anturit

Malmilinjalla erilaisia lämpötila-antureita, virtaus antureita sekä pinnanmittausantureita (Kuvio 7). Antureita on monia eri malleja sekä monelta eri valmistajalta. Monet anturit ja lähettimet on suunniteltu niin, että ne tarvitsevat minimaalisen määrän ennakkohuoltoa tai ne eivät tarvitse lainkaan ennakkohuoltoa. Monien antureiden ja mittauksien toimintakuntoa voidaan seurata myös automaatiojärjestelmään tallentuvien mittaustulosten avulla tai säännöllisellä kalibroinnilla. Vaikka laitteen valmistaja ei ole määritellyt laitteelle huoltoa tai ennakkohuoltoa, voi laitteelle tarvittaessa järjestää tarkastuskierroksen. Tarkastuskierroksella voidaan muun muassa tarkistaa laitteen puhtaus, mikäli laite on sijoitettu pölyiseen tai likaiseen paikkaan. Tarkastuskierroksella voidaan myös tarkastaa sähkökaapeleiden sekä johtojen kiinnitys.



Kuvio 7. EMS4 Sulkuluukkujen ohjaus ja rajat (Outokumpu 2020d.)

Malmilinjolla on neljä esimurskesiiloa. Esimurskesiiloihin varastoidaan esimurskauksessa murskattu malmi. Esimurskesiilojen pintaa mitataan Endress+Hauser FMR67 pintatutkalla. (Kuvio 8).



Kuvio 8. Esimurskesiilo pinnanmittaus (Outokumpu 2020d.)

FMR67 pintatutka ei tarvitse mitään erikoista huoltoa. Esimurskesiilojen pinnanmittauksen toiminta käydään sähkökunnossapidon toimesta tarkastamassa ennakkohuoltotyönä. Kun pintatutkaa puhdistetaan ulkoisesti, tulee välttää, etteivät puhdistusaineet iskeydy tiivisteisiin ja tutkan kiinnityksiin. Tutkan tiivisteet tulee vaihtaa säännöllisesti. Tiivisteiden vaihtoväli riippuu puhdistusten aikaväleistä sekä mitattavan aineen lämpötilasta ja puhdistuksen lämpötilasta. (Endress + Hauser 2018, 85.)

4.2.6 Valaistus ja puhelinyhteydet

Maanalaisen kaivoksen malmilinjoilla on myös puhelinyhteydet. Sähkökunnossapidon yksi ennakkohuoltotöistä on tehdä puhelinkuuluvuuden kartoitus. Puhelinkuuluvuuden kartoitus on jo toteutuksessa oleva ja toistuva ennakkohuoltotyö, joten sitä ei lisätty ennakkohuoltosuunnitelmaan. Toinen sähköpuolen jo toteutuksessa oleva ja toistuva ennakkohuoltotyö on sähkömittareiden luku ja tarkastuskierros koko kaivoksen alueella. Sähkömittareiden tarkastuskierros jätetään myös pois ennakkohuoltosuunnitelmasta, koska se on jo olemassa oleva toistuva ennakkohuoltotyö.

Valaistusta huolletaan silloin, kun jokin valoista on palanut. Ennakkohuoltona valaistuksen huoltamiseen toimii tarkastuskierros murskan alueelle, hihnakuuljetin 1 -alueelle, hihnakuuljetin 2 -alueelle, hihnakuuljetin 3 -alueelle ja hihnakuuljetin 4 -alueelle. Tarkastuskierros suoritetaan alueille kerran vuodessa, rikkinäisten valaisimien vaihto kerran vuodessa. Koko malmilinjaa ei nähdä järkevänä pitää yhtenä ja samana kohteena, tällöin jää enemmän aikaa mahdollisille viankorjauksille.

5 ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA

5.1 Vikaantumisanalyysit ja kriittisyysluokittelu

Vikaantumisanalyysejä on käytetty onnistuneesti useissa yrityksissä, analyysien suunnittelutyössä rajataan kohde ja prosessit. Näin varmistetaan, että projekti voidaan toteuttaa tehokkaasti ja projekti pysyy hallinnassa. Kriittisyysanalyysissä jaetaan prosessi toiminnallisiin yksiköihin ja toimintoihin. Siinä määritellään tarkasteltavan kohteen toiminnot, eli tutkitaan, mitä halutaan ”estää”. Tässä tutkimuksessa kannattaa tutkia kohteen vikaistoria, varaosien kulutus sekä valmistajan ohjeet. Siinä myös priorisoidaan eri toiminnot niiden kriittisyyden perusteella. (Järviö & Lehtiö 2017, 104.)

Kemin kaivoksella vikaantumisanalyyseissä tuodaan ilmi analysoitavan kohteen toiminta, toiminnallinen vika, laite, vikamuoto, vian aiheuttaja, vian vaikutus ja seuraus, nykyinen huoltosuunnitelma, tarkistus- tai huoltoväli, suositellut toimenpiteet, suositellut tarkistusvälit, varaosat, työkalut ja koulutus, riskinarviointi sekä vastuuhenkilö ja päivämäärä. Vikaantumisanalyyseissä on myös selitetty mitä edellä mainitut termit tarkoittavat käytännössä ja kaikista termeistä on myös annettu esimerkit, jotka helpottavat ymmärtämään vikaantumisanalyysejä.

Maanalaisen malmilinjan vikaantumisanalyysi on tehty komponenttitasolla. Suurin osa maanalaisen kuljetusjärjestelmän vikaantumisanalyysin laitteista ovat mekaanisia laitteita, mutta vikaantumisanalyysiä voi soveltaa myös sähkölaitteisiin. Vikaantumisanalyysiä tutkiessa selvisi, mitä kaikkea tulisi ajatella ennakkohuoltotöitä suunnitellessa.

Ennakkohuoltosuunnitelmaa tehtäessä tarkasteltiin myös malmilinjan laitetason kriittisyysluokittelua. Kriittisyysluokittelua laskettaessa otetaan huomioon prosessin turvallisuusvaikutus, ympäristövaikutus, laatuvaikutus, suunniteltu tuotanto, suunniteltu käyttöaste, yksittäinen häiriö, varaosien saatavuus, laitteen vikaantumisväli, ennakoivan kunnossapidon kustannukset, määräaikaishuollon kustannukset, yksikön uushankintahinta ja vaikutus suunniteltuun tuotantoon. Kriittisyysluokittelu on määritelty olevan asteikolla 1-100. Kriittisyysluokittelu on tehty laitetasolla, siihen ei ole tarkoituksella tutkittu yksittäisten komponenttien kriittisyyttä. (Taulukko 3).

Taulukko 3 Kriittisyysluokittelun pisteytys (Outokumpu 2020d.)

(9) Ehkäisevän / ennakoivan kunnossapidon vuosikustannukset	(10) Suunnitellun määräaikaishuollon vuosikustannukset	(11) Uuushankinta arvo	Turvallisuusvaikutus	Ympäristövaikutus	Laatuvaikutus	Suunniteltu tuotanto	5 - Suunniteltu irtolaite	Yksittäinen häiriö	Varaosien saatavuus	8 - Laitteen aantumisväli	9 - Ehkäisevän/ ennakoivan kunnossapidon kustannukset	10 Suunnitellun määräaikaishuollon kustannukset	11 - Yksikön hankintahinta	12 - Vaikutus suunniteltuun kuntoon	Kriittisyysluokitus (1- 100)	Huomautukset / Notes
			2	4	2	9	8	8	8	6	7	5	7	0	55	

Kriittisyysluokittelussa on selitetty, miten kriittisyysluokittelu on pisteytetty sekä mitä edellä mainitut. kriittisyysluokittelun osat tarkoittavat. Kriittisyysluokittelu sisältää yhteenvedon, josta selviää, montako malmilinjän laitetta mihinkin kriittisyysluokkaan kuuluu. Kriittisyysluokittelu on jaettu kymmeneen pienempään ryhmään välille 1-100. Mikään malmilinjojen laite ei saanut kriittisyysluokittelussa suurempaa pisteytystä kuin 55.

Ennakkohuoltotöitä ei tehdä laitevalmistajan suositusten ja ohjeiden mukaan, työt tehdään kriittisyysluokittelun mukaan kriittisimmille laitteille. Tehtävät työt valitaan resursseja, standardeja ja lakeja huomioiden.

5.2 Jatko-toimenpiteet

Ennakkohuoltosuunnitelmasta valitaan kriittisimmät kohteet, jotka lisätään huoltokohteiksi kunnossapidon tietokantaan. Ennakkohuoltosuunnitelmasta töiden siirtämisen kunnossapidontietokantaan hoitaa Outokumpu Chrome Oy:n työntekijät. Kunnossapidontietokantaan siirretään ne tehtävät, jotka ovat kriittisimpiä sekä työt, joihin resurssit riittävät.

6 POHDINTA

Opinnäytetyössä tutkittiin Outokumpu Chrome Oy:n maanalaisen kaivoksen kunnossapitotietokantaa sekä dokumentoinnin hallintajärjestelmää, joista selvitettiin, mitä alle 1000 voltin laitteita malmilinoilla sijaitsee. Laitteet koottiin Excel-taulukoon, johon lisättiin laitevalmistajien ohjeiden mukaan huoltotyöt kyseisille laitteille. Kaikkia laitevalmistajan huoltotöitä ei kuitenkaan tarvitse tehdä. Laitevalmistajan huolto-ohjeista on apua valitsemaan työtehtäviksi ne tehtävät, joihin resurssit riittävät ja nähdään kriittisyysluokittelun perusteella tärkeimpinä kunnossapitotöinä. Huoltotöitä määriteltäessä otetaan myös huomioon maanalaisen kaivoksen omat vikaantumisanalyysit. Ennakkohuoltosuunnitelmaan lisättiin laitteiden kriittisyysluokittelun tulos, mikä helpottaa kunnossapidon toimenpiteiden kohteiden valitsemista. Ennakkohuoltosuunnitelmasta valitaan muutamia kriittisimpiä laitteita, jotka lisätään huoltotöiksi kunnossapitojärjestelmään. Huoltotöiksi valitaan tehtävät ja laitteet kriittisyyttä ja resursseja ajatellen. Malmilinoilla oli useita kymmeniä laitteita, joten valitaan aluksi muutamia kriittisimpiä laitekokonaisuuksia ja laitteita, jotka lisätään huoltotöiksi tietokantaan. Opinnäytetyön ulkopuolelle jätettiin varaosien tarkastelu sekä töiden siirtäminen tietokantaan.

Ennakkohuoltosuunnitelmaa tehtäessä sain paljon tietoa kirjallisuudesta sekä laitevalmistajien ohjeista, joiden avulla ennakkohuoltosuunnitelman pystyi toteuttamaan. Kaivoksen omista kriittisyysluokitteluista sekä vikaantumisanalyyseistä oli myös hyötyä suunnitelmaa laatiessa. Tietokannasta löytyvistä laitteista löytyi aluksi vain johdotus- ja piirikaavioita, joita tulkittaessa koulusta opitusta oli paljon hyötyä. Mikäli vastaan tuli jotain ongelmia, oli opinnäytetyön ohjaajista apua. Ohjaajat kerkesivät vastailemaan kysymyksiini riittävän hyvin. Myös muista kaivoksen työntekijöistä oli apua opinnäytetyöstä tehtäessä.

Lähteitä valittaessa yritin valita aina uusimmat lähteet, sekä lähteet, jotka ovat suoraan laitevalmistajilta ja todettu luotettaviksi. Malmilinojen laitteita kartoittaessa melkein kaikki laitekokonaisuuksien komponentit löytyivät kaivoksen dokumenttien hallintajärjestelmästä WebDoha:sta sekä kunnossapidon tietojärjestelmästä KUTI:sta. Kaikkiin laitekokonaisuuksiin ei kuitenkaan ollut päivitetty komponentteja. Esimerkiksi maanalaisessa kaivoksessa ei enää ole ACS600 sarjan

taajuusmuuttajia, vaikka niitä löytyi vielä tietojärjestelmistä. Laitteita, joita ei löytynyt tietokannoista, selvitettiin kyselemällä Kemin kaivoksen sähkökunnossapidolta sekä käytivarmuusorganisaatiolta. Mikäli ennakkohuoltosuunnitelmaan lisättiin laitteita, jotka ovat poistuneet laitevalmistajan valikoimasta tai niitä ei enää valmisteta, kirjoitettiin ennakkohuoltosuunnitelmaan korvaava laite, joka tulisi asentaa vanhan laitteen vikaantuessa.

Ennakkohuoltosuunnitelmasta työtehtävien siirtäminen kaivoksen kunnossapidon tietokantaan kannattaa aloittaa kaikista kriittisimmistä laitekokonaisuuksista. Mikäli ennakkohuoltotyöt siirretään kunnossapidon tietokantaan komponenttitasolla, voidaan töitä luoda siten, että valitaan aluksi komponenteista kriittisimmät turvallisuus ja tuotanto mielessä. Mikäli ilmenee, että komponentit pärjäävät vähemmällä huollolla, voidaan pidentää näiden komponenttien huoltovälejä, minkä avulla saadaan lisää aikaa ja resursseja tehdä useammille komponenteille huoltoja.

Sähköosastolla maanalaisella kaivoksella on vuorossa vain muutama sähköasentaja kello 06-23 välisellä ajalla. Yöaikaan kaivoksella toimii yksi sähköpäivystäjä, jonka työtehtäviin kuuluu myös maanpäällisten laitosten huolto. Mielestäni olisi hyvä hankkia muutamia asentajia lisää aamu- ja iltavuoroihin tai luoda oma kunnossapidon ryhmä, joka tekee vain ennakkohuoltotöitä. Aamu- ja iltavuoron asentajilla on paljon tehtäviä ympäri kaivosta esimerkiksi mahdollisia laitteiden ja kaivoskoneiden vikaantumisesta johtuvia töitä, sähköjen laajennusta uusiin periin ja sähköjen purkua vanhoista peristä. Kaivoskoneisiin tulee myös tehdä paljon huoltoja, kun ne tulevat huollettaviksi. Aika ja resurssit voivat käydä tiukaksi nykyisillä voimavaroilla, mikäli ennakkohuoltosuunnitelmasta valitaan useita uusia ennakkohuoltotöitä toistuvasti tehtäväksi.

Mielestäni opinnäytetyön aihe oli tärkeä sekä siitä on varmasti apua kaivokselle. Ennakkohuoltosuunnitelmat ja huoltosuunnitelmat ovat lain mukaan pakollisia, joten tästä suunnitelmasta on varmasti hyötyä, vaikkei kaikkia suunnitelmasta löytyviä töitä voida luoda ennakkohuoltotöiksi resurssien takia. Aluksi suunnitelmasta valitaan vain kaikista kriittisimmät työt, jotka resurssien salliessa voidaan tehdä. Myöhemmin töitä luodaan lisää.

LÄHTEET

ABB 1999. ACS600 Laiteopas. Viitattu 17.12.2020. <https://library.e.abb.com/public/d185f93724f70a33c2256de900480b8c/fi601hw4b.pdf>.

ABB 2013. ACS800 Hardware Manual. Viitattu 17.12.2020. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3AFE64382101&LanguageCode=en&DocumentPartId=1&Action=Launch>.

ABB 2016. Pienjännitemoottorit. Asennus-, käyttö-, kunnossapito- ja turvallisuusohje. Viitattu 17.11.2020. https://library.e.abb.com/public/058798821a234a3eb5292853e6a8b54b/Standard_Manual_LV_Motors_FI_revG%20web.pdf.

ABB 2020. Maanalainen kaivos: Outokumpu Chrome Oy, Kemi ABB Ability™ Life Cycle Assessment raportti. Viitattu 25.01.2020.

Endress + Hauser 2018. Operating Instructions Micropilot FMR67 HART. Viitattu 4.1.2021. https://portal.endress.com/wa001/dla/5001075/9468/000/01/BA01620FEN_0218.pdf.

Huhtanen, E. 2020. Kunnossapito-ohjelma. Kemin kaivos.

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

Outokumpu 2020a. Kemi Mine. Viitattu 10.11.2020. <https://www.outokumpu.com/fi-fi/locations/kemimine>.

Outokumpu 2020b. KUTI, kaivoksen kunnossapidon tietokanta.

Outokumpu 2020c. Käyntivarmuusohjelman esittely. Reliability awareness training. Viitattu 18.11.2020.

Outokumpu 2020d. WebDoha, kaivoksen dokumentoinnin hallintajärjestelmä.

Kaivosvastuu 2020. Outokumpu Chrome Oy. Viitattu 1.9.2020. <https://www.kaivosvastuu.fi/yrityskortti/outokumpu-chrome-oy/>.

PSK 6201:2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Viitattu 10.9.2020.

SFS-EN 13306:2010. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Viitattu 10.9.2020.

SFS 6002:2015. Sähkötyöturvallisuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Siemens 2020. Simocode Pro Original Operating Instructions. Viitattu 17.12.2020. https://cache.industry.siemens.com/dl/files/566/64151566/att_1040250/v1/A5E33318820003A_RS-AC_003_202012030945464490.pdf.

Sähtöturvallisuuslaki 16.12.2016/1135.

Tieteen termipankki 2020. Sähkötekniikka:pienjännite. Viitattu 19.10.2020. <https://tieteentermipankki.fi/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6tekniikka:pienj%C3%A4nnite>.

Tukes 2020. Kunnossapito ja määräaikaistarkastukset. Viitattu 15.10.2020. <https://tukes.fi/sahko/sahkolaitteistot/kunnossapito-ja-maaraaikaistarkastukset#59117c14>.

VEM 2018. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje. Viitattu 24.11.2020. <https://www.vem.fi/wp-content/uploads/2019/11/K%C3%A4ytt%C3%B6-ohje-VEM.pdf>.

LIITTEET

Liite 1 Ennakkohuoltosuunnitelma Excel-taulukko (luottamuksellinen)