

SÄHKÖISTYKSEN HIERARKIA, STANDARDIT JA LAIT KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄÄN

Esa Tölli

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Esa Tölli	
Työn nimi Sähköistyksen hierarkia, standardit ja lait kunnossapitojärjestelmään	
Päiväys 20.12.2011	Sivumäärä/Liitteet 40/5
Ohjaaja(t) Diplomi-insinööri Risto Rissanen Yliopettaja Juhani Rouvali	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Talvivaara Sotkamo Oy	
Tiivistelmä <p>Tämän työn tavoitteena on luoda Talvivaaran kaivokselle sähköistyksen hierarkia, standardit ja lait kunnossapitojärjestelmään. Opinnäytetyö rajattiin koskemaan kalkin, kalkkikiven sekä liidun käsittelylaitosta, joka on suhteellisen pieni yksikkö kokonaisuuteen verrattuna. Laitokselle laadittiin prosessi-, sähkö- sekä automaatiohierarkiat, jotka auttavat kunnossapito-osastoa jokapäiväisessä työssä. Toisena tavoitteena on liittää sähköistystä koskevat standardit ja lait osaksi sähköhierarkiaa.</p> <p>Työtä vietiin eteenpäin Maximo-työryhmän kanssa, johon kuuluvat prosessi-, sähkö- sekä automaatio- osa-alueet. Työryhmän päämääränä oli tehdä kalkkilaitoksesta esimerkki, jonka mukaisesti hierarkiat tehdään samanlaisiksi muualle tehtaaseen.</p> <p>Työn haasteena oli tehtaan koko ja siitä johtuva laitteiden suuri määrä. Laitteiden suuri määrä sekä ulkopuolisten toimittajien laitokset, ovat haasteena hierarkioiden sulauttamisessa yhteen. Työn hyviä puolia oli haastava projekti sekä uusi tehdas, jossa uudet ja vanhat laitteet eivät sekoita toisiaan.</p>	
Avainsanat sähköhierarkia, kunnossapitojärjestelmä	
Luottamuksellisuus julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Esa Tölli			
Title of Thesis Hierarchy of Electrification, Standards and Laws on Maintenance Systems			
Date	20 December 2011	Pages/Appendices	40/5
Supervisor(s) Mr Risto Rissanen, MSc Mr Juhani Rouvali, Principal Lecturer			
Client Organisation/Partners Talvivaara Sotkamo Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to create the Talvivaara mine the hierarchy of electrification including standards and laws on the maintenance system. The thesis was limited to the lime, chalk and limestone handling facility, which is relatively small compared to the whole unit. The institution was provided with the process, electrical and automation hierarchy, which helps the maintenance department in the daily work. The second goal was to connect the standards and laws concerning electricity with into electrical hierarchy.</p> <p>The work was started with the Maximo team, which includes the process, electricity and automation areas. The team's goal was to make the lime plant an example according to which identical hierarchies can be used in the rest of the plant.</p> <p>The main challenge was the plant size and the resulting large number of devices. A large number of devices, as well as external suppliers and plants results in the challenge of the merging of the hierarchies. The advantages of the project were its challenging nature and a new plant where old and new do not quarrel.</p>			
Keywords electrification hierarchy, maintenance system			
Publicity public			

SISÄLTÖ

1	TALVIVAARAN KAIVOS.....	14
1.1	Historia ja sijainti	14
1.2	Malmin käsittely	15
1.3	Metallien talteenotto.....	16
1.4	Bioliuotus	17
2	KUNNOSSAPIDON PERUSTEITA.....	19
2.1	Yleistä kunnossapidon teoriaa	19
2.1.1	Ehkäisevä kunnossapito	21
2.1.2	Parantava kunnossapito	23
2.1.3	Korjaava kunnossapito	23
2.2	Sähkökunnossapidon perusteita	23
3	TALVIVAARAN SÄHKÖJÄRJESTELMÄ	25
3.1	Suur- ja keskijänniteverkko	25
3.2	Pienjänniteverkko.....	25
3.3	Kalkin, kalkkikiven sekä liidun käsittelylaitoksen sähköjärjestelmä.....	26
3.4	Kalkkilaitoksen huolto- ja kunnossapito	26
3.5	Talvivaaraan sähköjärjestelmän kunnossapito.....	26
3.5.1	Maadoitusmittaukset.....	27
3.5.2	Taajuusmuuttajat	27
3.5.3	Relekoestus	31
3.5.4	Vikavirtasuojakoestus.....	31
3.5.5	Turva-, opas- ja ovimerkkivalo sekä vastaavat varavalojärjestelmät ...	32
3.5.6	UPS-laitteet ja vastaavat akustot.....	32
3.5.7	Lämpökuvaus.....	32
3.5.8	Kompensointi	32
3.5.9	Saattolämmitykset	33
4	SÄHKÖHIERARKIA KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄÄN	34
4.1	Käyttöpaikkojen luominen.....	35
4.2	Laitehierarkia.....	36
4.3	Varaosat ja nimikkeet.....	37
5	YHTEENVETO.....	39
	LÄHTEET	40

LIITTEET

Liite 1 Vaconin suositus taajuusmuuttajien huollosta

Liite 2 ABB SACE -testausohje

Liite 3 Vikavirtasuojakytkinten säännöllinen testaus

Liite 4 Kompensointiparistojen huoltokirja

Liite 5 Suositus saattolämmitysten kunnossapidosta

ALKUSANAT

Työ tehtiin Talvivaaran kaivokselle Sotkamoon yhteistyössä Maximo-työryhmän kanssa. Se vaati yhteistyötä mekaanisen, automaation sekä sähköistyksen työntekijöiltä. Opetuksena on sähköistyksen hierarkia ja sen sulautuminen nykyaikaiseen kenttäväyläpohjaiseen automaatiojärjestelmään.

Kiitokset kuuluvat Talvivaaran kaivoksen sähkö- ja automaatiopuolen esimiehelle Kristian Granitille sekä kunnossapitopäällikkö Matti Rautiaiselle, jotka mahdollistivat osallistumisen Maximo-työryhmään. Kiitokset myös ohjaajille Risto Rissaselle ja Juhani Rouvalille hyvästä yhteistyöstä.

Erityisen kiitoksen haluan mainita vaimolle ja lapselle pitkämielisyydestä.

Sotkamossa 20.12.2011

Esa Tölli

Käsitteet

Hierarkia

Laitetiedostot järjesteltyinä hierarkisesti teknisen kokonaisuuden, prosessin tai osaprosessin mukaan (PSK 6201 2003, 16).

Käyttöpaikka

Tunnus, joka yksilöi ao. paikan tuotantoprosessissa ja/tai paikantaa sen maantieteellisesti (PSK 6201 2003, 16).

Laitenumero

Laitteen yksilöivä tunnus. Laitenumerot voidaan ryhmitellä laitetyypeittäin esim. pumput, kuljettimet ja moottorit (PSK 6201 2003, 16).

Maximo-kunnossapitojärjestelmä

IBM kehittämä kunnossapidon työkalu, jolla hallinnoidaan ja tehostetaan kunnossapitoa.

Kalkin, kalkkikiven ja liidun käsittely

Käsitellään kalkkia, kalkkikiveä ja liitua prosessiin sopivaksi tuotteeksi. Tässä työssä käytetään nimitystä kalkkilaitos.

Laitehierarkia

Käyttöpaikan alle kiinnitetty laitenumeroista koostuva hierarkia.

Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täyttyessä. Tavoite on vähentää rikkoontumisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä. (Järviö 2007, 52.)

Jaksotettu kunnossapito

Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa tehtävien jaksottaminen perustuu aikatauluun tai työjaksojen lukumäärään (Järviö 2007, 52).

Jaksotettu kunnostaminen

Ehkäisevää kunnossapitoa, jaksotus perustuu kalenteriaikaan tai käytön määrään (työjaksojen lukumäärä). Koneen kunto ei vaikuta tehtäviin toimenpiteisiin. (Järviö 2007, 52.)

Kuntoon perustuva kunnossapito

Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa seurataan kohteen suorituskykyä tai suorituskyvyn parametreja ja toimitaan havaintojen mukaisesti. Seuranta voi olla aikataulutettu, jatkuvaa tai tehdään vaadittaessa. (Järviö 2007, 52.)

Ennakoiva kunnossapito

Kuntoon perustuva kunnossapito, joka perustuu niiden tekijöiden tarkkailuun ja analysointiin, jotka kuvaavat kohteen suorituskyvyn heikkenemistä. Joskus käytetään myös ennustava kunnossapito. (Järviö 2007, 52.)

Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito; suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen viivästettynä (viive sovit-
tujen ohjeiden mukaisesti) (Järviö 2007, 52).

Etäkunnossapito

Kauko-ohjattu kunnossapito, joka tehdään siten, että kunnossapitohenkilökunta ei ole suoraan
tekemisissä kohteen kanssa (Järviö 2007, 52).

Siirretty kunnossapito

Viivästetty korjaava kunnossapito, joka suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen viivästet-
tynä (viive sovittujen ohjeiden mukaisesti) (Järviö 2007, 52).

Välitön kunnossapito

Välitön kunnossapito; suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta vältetään hyväksymät-
tömiltä seurauksilta (Järviö 2007, 52).

Käynninaikainen kunnossapito

Käynninaikainen kunnossapito (Järviö 2007, 52).

Lähikunnossapito

Paikanpäälle tehtävä kunnossapito (samassa paikassa kuin kohde) (Järviö 2007, 52).

Käyttäjän kunnossapito

Koneen käyttäjän suorittama kunnossapito (Järviö 2007, 52).

JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö esittää kuinka Talvivaaran sähköhierarkia on luotu Maximo- kunnossapitojärjestelmään. Työn tavoitteena on saada kunnossapitojärjestelmä käyttökuntoon, jotta historiatiedon avulla voidaan kasvattaa tehtaan käyttövarmuutta. Ensimmäiseksi on esitelty Talvivaaran kaivoksen historia ja tuotantoprosessi. Toiseksi esitetään kunnossapidon teoriaa Talvivaaran kaivoksen tämänhetkistä näkökulmasta. Kolmanneksi esitellään yleispiirteittäin Talvivaaran kaivoksen sähköjärjestelmän rakenne. Neljänneksi selvitetään kunnossapitojärjestelmän toiminnallisuutta.

IBM Maximo on ohjelmisto, jossa yhdistyy yrityksen koko kunnossapito. Ohjelma on nettiselainpohjainen tietokantajärjestelmä, versio 6.2.8. Ohjelmiston tarkoituksena on tehostaa yrityksen laitteiden, töiden, oston, materiaalin, sopimusten sekä palveluiden hallintaa. Erityisen keskeiseksi ohjelmistonkäyttö tulee suurissa yrityksissä, joissa laitteita on paljon (kuva 1). (Sigma Solutions Oy.)



KUVA 1. Maximon keskitetty tietojen hallinta. (Sigma Solutions Oy.)

Kunnossapidon tietojärjestelmät ovat nykyaikaisen prosessiteollisuuden kriittisimpiä kohtia. Kunnossapidon henkilöstö seuraa järjestelmää, jonka avulla tehostetaan kunnossapidon toimintoja. Maximosta saadaan erilaisia raportteja, joiden avulla yrityksen johdon on helppo seurata varastoinnin ja kunnossapidon tilaa. (Kiiveri 2000, 3.)

Kunnossapidon tietojärjestelmät voidaan jakaa integroituihin ja erillisjärjestelmiin. Integroiduissa järjestelmissä kunnossapitojärjestelmä on osa muita tietojärjestelmiä, kun taas erillisjärjestelmissä kaikille osa-alueille on omat sovelluksensa. Lisäksi ohjelmat voivat olla pakettiratkaisuja, niin että ohjelmisto on samanlainen tilaajasta riippumatta. Räättälöidyt versiot ovat asiakaskohtaisia, joihin koodataan tarvittavat komponentit. Kunnossapitojärjestelmien ongelmina on ollut niiden hyödyntämisen hankaluus, joihin on monta syytä. Kunnossapitojärjestelmät ovat aiheuttaneet hankaluuksia huonolla käyttöliittymällä ja puuttellisella koulutuksella, jolloin satunnaisen käyttäjän on hankala opetella toimintatapoja. Tästä seuraa käyttäjien sitoutumattomuus sekä puuttellinen motivaatio hyvää työkalua kohtaan. Kunnossapitojärjestelmän tehokas käyttö edellyttää riittävän määrän historiatietoa käyttöpaikoilta, joten käytön täytyy olla pitkäjänteistä. (Järviö 2007, 219.)

Kunnossapitojärjestelmän toiminnallisuuteen liittyy Kunnossapitokirjan mukaisesti seuraavat asiat:

- *laitepaikkojen ja laiteyksilöiden perustiedot*
- *materiaalihallinta (varaosat, raaka-aineet)*
- *vika- ja häiriöilmoitusjärjestelmä*
- *työmääräinjärjestelmä*
- *ennakkohuoltojärjestelmä*
- *ostotilausjärjestelmä*
- *palvelun myynti ja laskutus*
- *dokumenttien hallinta*
- *yhteystietorekisteri (toimittajat, valmistajat, asiakkaat)*
- *resurssihallinta*
- *työtuntien kirjaus palkanlaskennan pohjaksi*
- *projekti ja seisokkihallinta*
- *kalibrointi. (Järviö 2007, 220.)*

Yllä on lueteltuna kunnossapidon tietojärjestelmään kuuluvia osa-alueita. Kun kyseessä on nuori tehdas, joka aloittaa alusta pitäen toteuttamaan kunnossapidon tietojärjestelmän räätälöimistä, käyttöönottoa, yhteensovittamista sekä ylläpitoa, on tärkeä toteuttaa projekti suunnitelmallisesti ja pitkäjänteisesti.

1 TALVIVAARAN KAIVOS

Talvivaaran kaivos sijaitsee Kainuussa Kajaanin ja Sotkamon rajalla noin 40 km päässä Kajaanista lounaaseen päin. Kaivos on rakennettu korkeahkolle paikalle, noin 170 metriä merenpinnan yläpuolelle.



KUVA 2. Talvivaaran kaivos rakennusvaiheessa. (Lentokuva Vallas Oy.)

1.1 Historia ja sijainti

Suomen Geologian tutkimiskeskus tutki Talvivaaran malmiota vuosina 1977 - 1983. Kaivosoikeudet myönnettiin vuonna 1986 Outokumpu-konsernille, joka jatkoi tutkimuksia 1980-luvun lopulla ja 1990-luvun alussa. Tutkimusten tuloksena selvisi, että malmivarannot ovat valtavat mutta malmipitoisuudet niin pieniä, ettei hyödyntäminen perinteisillä menetelmillä olisi kannattavaa. Siihen aikaan biokasaliuotus oli niin uutta tekniikkaa, että malmion hyödyntäminen olisi ollut liian riskialtista. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Outokumpu päätti vetäytyä kaivostoiminnasta ja möi oikeudet Talvivaaralle vuonna 2004. Talvivaara sai kaupan myötä oikeudet alueen tutkimustietoihin, mukaan lukien biokasaliuotus, jota Outokumpu oli kehittänyt vuodesta 1987 lähtien. Talvivaara sai luvan louhia Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymiä vuonna 2004, josta asti kaivostekniikkaa on kehitetty Talvivaaran alueelle sopivaksi. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Koekasan rakentaminen alkoi kesäkuussa 2005 ja bioliuottaminen elokuussa. Vuonna 2006 maaliskuusta syyskuuhun toteutettiin koeliuotuskasa, jossa todennettiin metallien erottaminen liuksesta. Talvivaara on kasvava kaivos, jonka tunnusluvut muuttuvat lähivuosina merkittävästi. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

1.2 Malmin käsittely

Talvivaaran malmin käsittelyn osaprosessit sijaitsevat louhinnan ja loppusijoituskasan välillä. Malmi räjäytetään malmiosta, minkä jälkeen se kuljetetaan kiviautoilla karkeamurskaamoon. Karkeamurskaamosta malmi kulkee kuljetinhihnaa pitkin noin 2,2 km päässä sijaitsevaan välivarastoon. Välivarastolta malmi syötetään kuljetinhihnaa noin 400 m päässä sijaitsevaan välimurskaukseen. Välimurskaamon jälkeen malmi syötetään seulottavaksi, minkä jälkeen seulomaton malmi kulkee toisiomurskaukseen, josta se palaa takaisin seulottavaksi. Malmi murskataan noin 12-milliseksi rakeeksi, minkä jälkeen malmi kulkee agglomerointiin. Agglomeroinnissa malmin sekaan laitetaan rikkihappoa ja sekoitetaan rummussa. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Agglomeroinni jälkeen malmi kulkee noin 2,5 km pitkälle kuljetinhihnalle, josta ensiökasauslaitteisto ottaa malmin ja kasaa noin 7 m korkeita, 400 m leveitä ja 1,2 km pitkiä kasoja. Näitä kasoja on neljä kappaletta. Ensiökasauslaitteiston edellä kulkee vanhan kasan purkulaitteisto, joka purkaa vanhan malmin hihnalle. Malmi kulkee noin 6 km pitkää hihnastoa pitkin tosiokasalle, joka on samalla malmin loppusijoituspaikka. Loppusijoituskasasta tulee noin 70 m korkea ja pinta-alaltaan yhtä suuri kuin ensiökasasta. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

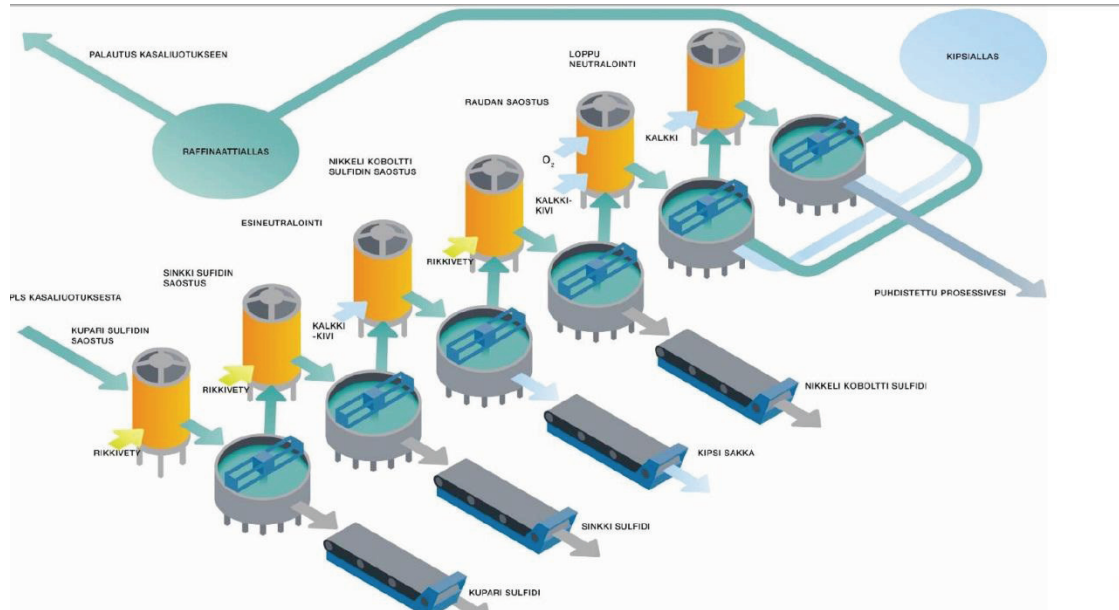


KUVA 3. Malminkäsittelyä Talvivaarassa. (Tuomisto 2010.)

1.3 Metallien talteenotto

Metallien talteenotto prosessi koostuu biokasaliuotuksesta, ilmastuksesta, saostuksesta, sakeutuksesta ja suodatuksesta. Metallit otetaan talteen biokasaliuotuksen avulla ruiskuttamalla mikrobipitoista liuosta ensiö- ja loppusijoituskaivojen päälle ja keräämällä liuos talteen kasan alapuolelta. Kiertävästä liuoksesta otetaan noin 10 % metallien talteenottolaitokselle käsiteltäväksi. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Metallien talteenottolaitoksella liuoksesta saostetaan rikkivedyn avulla eri metallit reaktorissa eri pH-arvoissa. Saostuksen jälkeen liuos pumpataan sakeutusaltaaseen, jossa sakeutunut metallisulfidi valuu altaan pohjalle. Sakeutettu tuote pumpataan suodatinhihnalle, jossa se pestään ja kuivataan. Lopputuote kuljetetaan konteissa ulkopuolisille jalostuslaitoksille, jossa sulfideista tehdään puhdasta perusmetallia. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

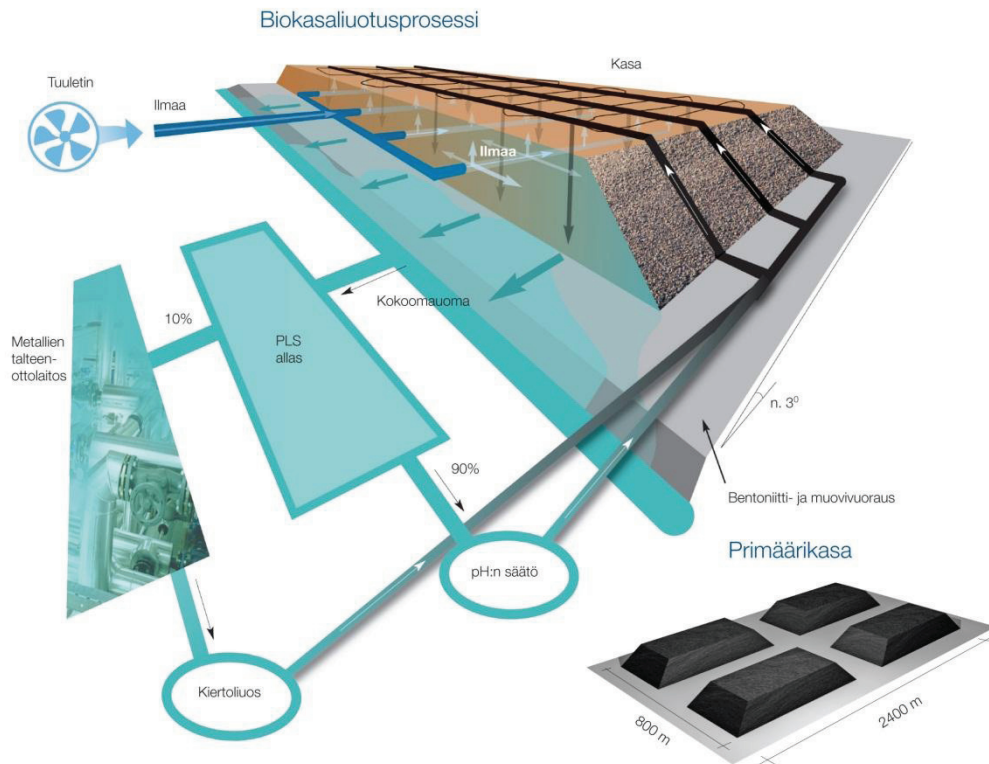


KUVA 4. Metallien talteenoton prosessikaavio Talvivaarassa. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

1.4 Bioliuotus

Talvivaarassa metallien erottamiseksi malmista käytetään bioliuotustekniikkaa, joka on kustannustehokas maaperän malmin ollessa köyhää. Tekniikka on kehitelty Outokumpu-konsernin toimesta 1990-luvun vaihteessa, mutta tuotantomittakaavaan Suomen olosuhteissa tekniikka on otettu vasta nyt. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Bioliuotus on kaksivaiheinen prosessi, joka jakaantuu ensiö- ja toisioliuotukseen. Ensiöliuotuksessa nikkelistä saadaan talteen 60-70 % 13-14 kk, jonka jälkeen malmi kuljetetaan toisioliuotuskaualle. Liuotus jatkuu toisioliuotuskaualle noin 3,5-vuotta nikkelin saannin ollessa enemmän kuin 90 %. (Talvivaara Sotkamo Oy.)



KUVA 5. Biokasaliuotusprosessi Talvivaarassa. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

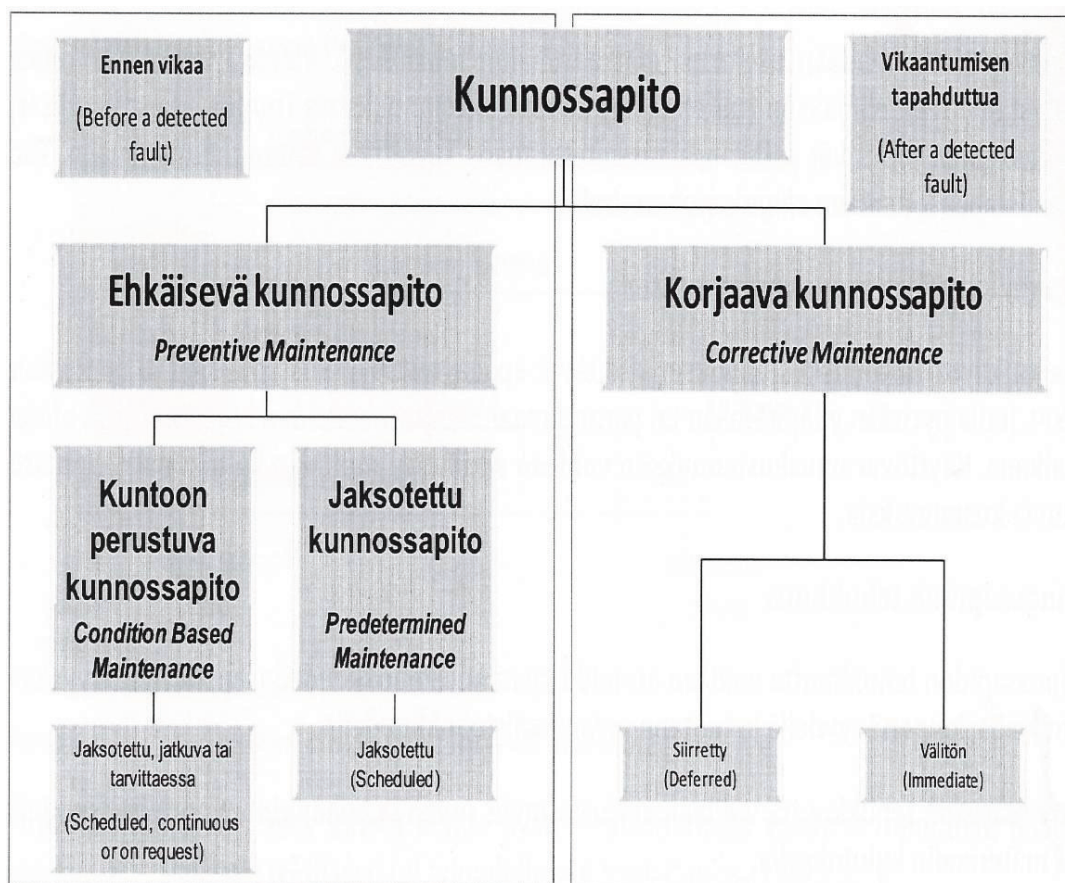
Bioliuotus perustuu luonnostaan maaperässä olevan mikrobitöiminnön tehostamiseen. Tekniikassa säädetään liuksen happamuutta rikkihapon avulla sopivaksi, jonka jälkeen liuos ruiskutetaan kasan päälle ja kerätään kasan alapuolelta talteen. Liuotuskasaan puhalletaan samanaikaisesti ilmaa mikrobitöiminnän tehostamiseksi. Tästä liuksesta otetaan noin 10 % metallien talteenotto- tehtaalle käsiteltäväksi, josta se sitten palaa takaisin kiertoon. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

2 KUNNOSSAPIDON PERUSTEITA

2.1 Yleistä kunnossapidon teoriaa

Kunnossapito on laaja käsite, joka käsittää kiinteistökunnossapidon kuin teollisuuslaitoksen prosessin kunnossapidon. Kunnossapidon kehitys on ollut kovaa aina maailmansodan ajoilta nykypäivään – yksikertaisista yllimitoitetuista laitteista monimutkaisiin automatisoituihin tuotantolaitoksiin. PSK 6201 määrittelee kunnossapidon *”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 6201, 2.). Taas SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon *”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.”* Kunnossapito täytyy siis yksityiskohtaisesti määritellä kuhunki kunnossapidettävään kohteeseen, jotta kustannustehokkuus säilyisi. (Järviö 2007, 15.)

SFS-standardi määrittelee kunnossapitolajit seuraavanlaisella kaaviolla:



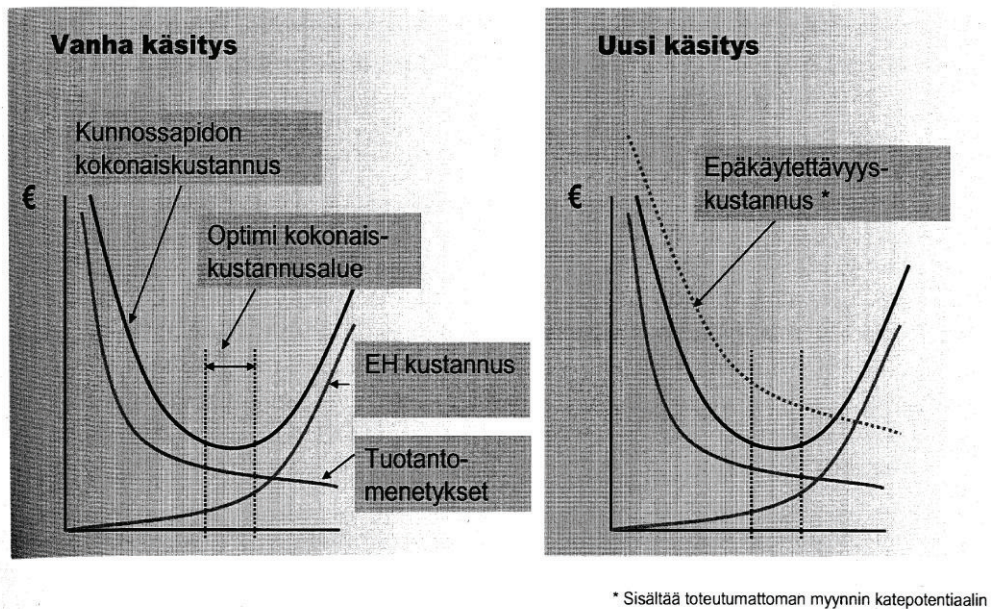
KUVA 6. Kunnossapitolajit SFS-standardin mukaan. (Järviö 2007, 47.)

Kuvasta 1 selviää, kuinka kunnossapito voidaan jakaa karkeasti kahteen eri osaluokkaan. On ennen vikaa tapahtuvaa ehkäisevää kunnossapitoa ja vikaantumisen jälkeen tapahtuvaa korjaavaa kunnossapitoa. Ehkäisevä kunnossapito jakaantuu kahteen haaraan, jotka ovat kuntoon perustuvaa kunnossapitoa ja jaksotettua kunnossapitoa. Korjaava kunnossapito jaetaan siirrettyyn ja välittömiin korjauksiin.

Kunnossapidon tavoitteisiin kuuluu tuotannon kokonaistehokkuus ja hyvä käyttövarmuus (PSK 6201, 30). Näihin tavoitteisiin päästäkseen on kunnossapitojärjestelmän hyödyntäminen avainasemassa. Kunnossapidon tavoitellessa kokonaistehokkuutta ja hyvää käyttövarmuutta on henkilökunnan osattava käyttää kunnossapitojärjestelmää, sekä järjestelmästä löydyttävä riittävästi päivitettyä tietoa. On tärkeää saada kunnossapito toimimaan suunnitelmallisesti, jotta kokonaistehokkuus ja käyttövarmuus saavutettaisiin.

2.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito tarkoittaa sananmukaisesti sitä, että ehkäistään tapahtumassa olevat häiriöt. Ehkäisevä kunnossapito koostuu kolmesta elementistä, jotka ovat toimintaolosuhteiden vaaliminen, tarkastukset ja kunnostaminen. Ehkäisevä kunnossapito on suunniteltua säännöllistä toimintaa, jota tehdään laitoksen käydessä, suunnitelluissa seisakkeissa, mutta myös vikaseisakkien yhteydessä. Hyvän ehkäisevän kunnossapidon voi määritellä myös siten, että kolmen viikon kuluttua tapahtuvasta työkuormasta on tiedossa 80 %. (Järviö, 2007, 73.)



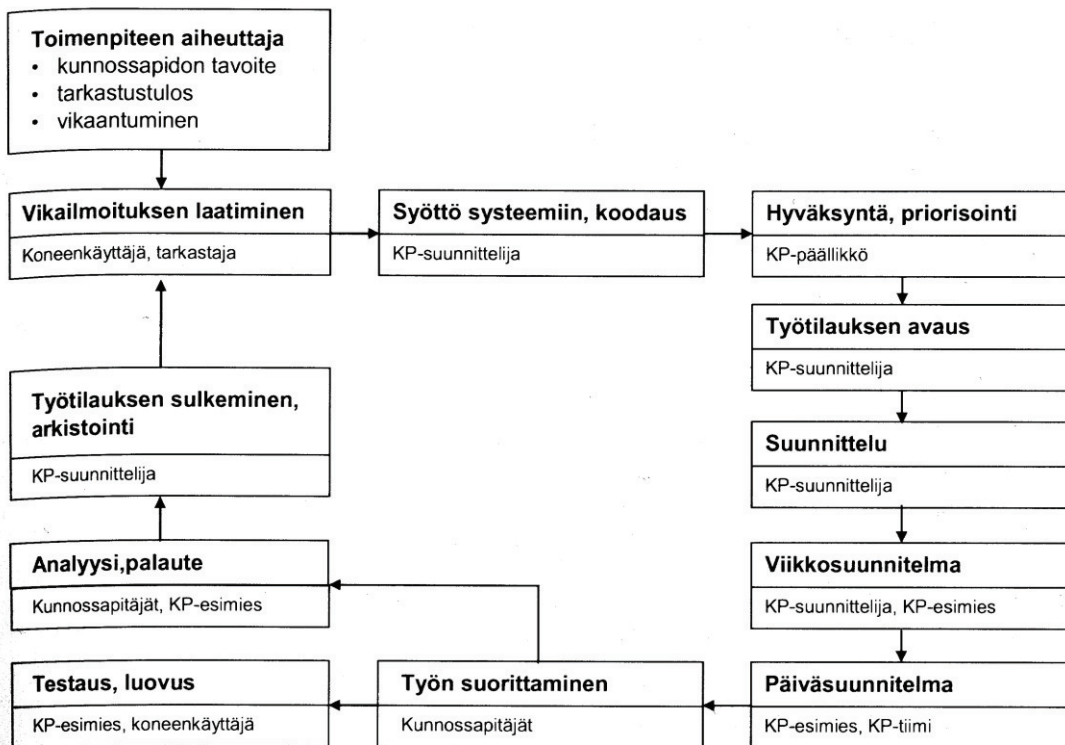
KUVA 7. Ennakoivan kunnossapidon kustannustehokkuus. (Järviö 2007, 74.)

Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään tarkastuksia, kunnonvalvontaa, määräyksenmukaisuuden toteamisia, toimintakunnon toteamista, käynninvalvontaa sekä vikaantumistietojen analysoimista (Järviö 2007, 50).

Ennakoivaa kunnossapitoa vaaditaan erityisesti silloin, kun kyseessä on prosessin pysäyttävä laite. Tällöin vaaditaan laitteilta ehdotonta luotettavuutta tuotantotappioiden minimoimiseksi. Ennakoivan kunnossapidon tarve ja haasteellisuus korostuu prosessissa, jossa tuotannon edellytyksenä on monien eri tehdaskokonaisuuksien yhteensopivuus. (Järviö 2007, 73.)

Ennakoivan kunnossapidon työkuorma koostuu perus-, karkea- sekä hienokuormituksesta. Peruskuormitus on määritelty yleistasoisesti ja työlistoja ei ole yksityiskohdaisesti määritelty. Yleinen tapa on määritellä peruskuormitus vuositasolle. Peruskuormitusta määriteltäessä otetaan huomioon yleinen markkinatilanne ja kasvutavoitteet. Näin peruskuorma voi vaihdella vuosittain. Karkeakuormituksessa otetaan huomioon kunnonvalvonnan avulla saadut tiedot. Suunnittelussa on otettu huomioon varaosat ja materiaalit.. Suunnittelujakso on 1 - 3 kuukautta tavoitteena 80 % kuormitusaste. Hienokuormituksessa suunnittelujakso on 1 - 2 viikkoa ja suunniteltujen toimenpiteiden osuus 80 %. Tehokkaaseen resurssien hyödyntämiseen vaaditaan 2 - 3 viikon toimitusaika ottaen huomioon koneiden ennakoimaton rikkoontuminen. (Järviö, 2007, 75.)

Tehokkaaseen ehkäisevään kunnossapitoon vaaditaan hyvä suunnittelu ja aikataulutus. Ehkäisevä kunnossapito on haasteellista ja perustuu aikasempiin kokemuksiin, varaosatarpeeseen, koneen toimintatapaan sekä koneen valmistajan suosituksiin. Eräs Maximo-työryhmän tavoitteesta on luoda toimiva kunnossapitojärjestelmä kunnossapidon tarpeisiin. Kuvassa 9 on esitetty kunnossapidon työnkulku. Vastaavanlainen työnkulku on tavoitteena saada siirrettyä Maximo-kunnossapito-ohjelmistoon.



KUVA 8. Kunnossapidon työnkulku. (Järviö, 2007, 84.)

Ehkäisevää kunnossapitoa pyritään kunnossapitojärjestelmän avulla suorittamaan syöttämällä järjestelmään ennakkohuoltoja, jotka toistuvat säännöllisesti. Ennakkohuolloista jää historiatietoa, jota hyödynnytetään ehkäisevän kunnossapidon analysoinnissa.

2.1.2 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon tavoitteena on parantaa laitteen turvallisuutta, tehokkuutta tai luotettavuutta. Näin parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen osaan. Ensimmäiseen osaan luokitellaan laitteen komponenttien korvaaminen uusilla, mutta laitteen tehokkuutta ei varsinaisesti muuteta. Toiseen osaan luokitellaan erilaiset uudelleensuunnittelut ja korjaukset. Tarkoituksena on saada luotettavampi kone. Kolmanteen osaan luokitellaan laitteen modernisointi, jolla laitteen tehokkuutta ja elinikää pidennetään. (Järviö 2007, 51.)

2.1.3 Korjaava kunnossapito

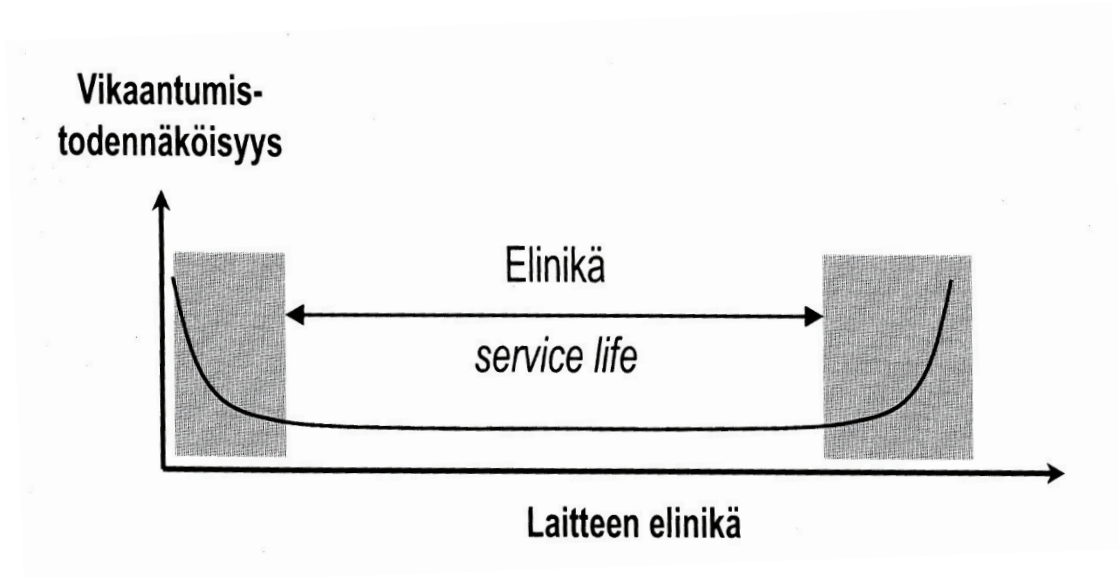
Korjaava kunnossapito voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen, suunniteltuun ja suunnittelelmattomaan. Korjaavan kunnossapidon avulla vikaantunut osa tai laite palautetaan käyttökuntoon. Korjaavan kunnossapidon avulla voidaan tarkastella laitteen tai osan elinaikaa. (Järviö 2007, 49.)

Korjaava kunnossapito hoidetaan kunnossapitojärjestelmän avulla siten, että syötetään vikailmoitukset järjestelmään työpyyntöjen avulla. Työpyyntöjen määrittelyissä määritellään vikaluokka. Vikaluokan määrittelystä työpyyntö kohdistuu oikealle henkilöstöryhmälle.

2.2 Sähkökunnossapidon perusteita

Sähkökunnossapidon perustana on tuottaa keskeytymätöntä sähköä prosessin tarpeeseen. Sähköverkon investoinnit ovat pitkäikäisiä, joten verkon käyttö ja ylläpito on mahdollista kohtuullisilla kustannuksilla. Siksi on tärkeää saada ennakoiva kunnossapito toimimaan. Kunnossapidon kehittämisen kohteena on löytää

kustannustehokkuus, ettei laitteita ylihuolleta. Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi on tärkeää olla tarkasti määritelty ja selkeä huolto-ohjelma. Varsinkin kunnossapidon tietojärjestelmän käyttöönottovaiheessa järjestelmään syötetään paljon puutteellista ja virheellistä tietoa, joten käyttöhenkilöstön kuuleminen on tärkeää. (Etto 1998, 11.)



KUVA 9. Laitteen elinikä. (Järviö 2007 57.)

3 TALVIVAARAN SÄHKÖJÄRJESTELMÄ

3.1 Suur- ja keskijänniteverkko

Talvivaaran sähköjärjestelmä on liitetty valtakunnanverkkoon 110 kV linkillä Vuolijoen sähköasemalla. 40 km pitkä syöttölinja on valmistunut vuonna 2007, mihin asti rakentaminen on ollut rengasverkkoon kytkettyjen generaattoreiden varassa. 110 kV linja kulkee Talvivaaraan rakennetun rautatien vieressä, syöttäen kahta 63 MVA Siemensin valmistamaa päämuuntajaa. Päämuuntajan muuntosuhde on 100/20 kV. Tehdasalueen sähköverkko koostuu ilma-, maa- sekä kaapeliyhyllyille asennetuista keskijännitejohdoista, jotka syöttävät 20/0,69 ja 20/0,4 kV valaistus- ja prosessisähköistysmuuntajia. Sähköjärjestelmä on rakennettu renkaaseen, jotta häiriötilanteiden hallinta prosessin kannalta olisi helpompaa. Laitoksen sähkönkäytön kuormitus on moottorikuormitusta, joka on kuormitustyypiltään askelmaista. Tämä tarkoittaa sitä, että malminkäsittelyä voidaan suorittaa primäärikasauksen ja sekundäärikasauksen osa-alueilla erikseen. Myös metallien talteenottolaitosta voidaan ajaa kahden eri tuotantolinjan avulla. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

3.2 Pienjänniteverkko

Pienjänniteverkko koostuu 690 ja 400 V järjestelmistä. Prosessisähköistyksessä on käytetty pääsääntöisesti 690 V järjestelmää niiltä osin kuin mahdollista. 400 V verkkoa käytetään osin prosessiin, mutta pääsääntöisesti rakennussähköistykseen. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

690 V prosessisähköistyskeskukset on rakennettu siten, että varasyöttömahdollisuus on viereisestä keskuksesta. 400 V keskukset on varmennettu UPS-järjestelmän ja dieselgeneraattoreiden avulla. Näin varmistetaan valaistuksen toimivuus ja prosessin hallittu alastulo sähkökatkon sattuessa. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Pienjänniteverkkoon on liitetty noin 1 300 kappaletta moottoreita, joita on muutamasta sadasta watista 1 800 kW:iin saakka. Suurimmat sähkökuluttajat on murskaus, kasojen ilmastus ja pumppaus. Talvivaaran moottoreiden yhteenlaskettu teho on noin 85 MW, josta murskauspiirien osuus on noin 35 %. Karkea-

murskauksessa käytetään yhtä 630 kW moottoria, hienomurskauksessa 10 kappaletta 600 kW moottoria. Primäärikasan ilmastuksessa käytetään 32 kappaletta 450 kW moottoria sekä sekundäärikasalla 900 kW puhallinmoottoreita, joita tällä hetkellä on alle 10 kappaletta. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

3.3 Kalkin, kalkkikiven sekä liidun käsittelylaitoksen sähköjärjestelmä

Kalkin, kalkkikiven sekä liidun käsittelylaitoksen sähköjärjestelmä sisältää kaksi 4 MVA:n muuntajaa, jotka syöttävät kahta 690 V prosessisähköistyskeskusta. Lisäksi laitokselle tulee ulkopuolinen 400 V rakennussähköistys, josta on muutamia syöttöjä tärysyöttimille. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Kalkkilaitoksen suurimpia yksittäisiä sähkökuluttajia ovat kuulamylyjen moottorit. Kuulamylyjä on kaksi kappaletta, joita pyörittää 1,3 MW moottorit. Kuulamylyjen tehtävänä on jauhaa kalkkikivi kalkkilietteeksi prosessin tarpeisiin.

3.4 Kalkkilaitoksen huolto- ja kunnossapito

Talvivaaran kaivoksen kalkin, kalkkikiven sekä liidunkäsittelylaitoksen huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaan kuuluu sähkölaitteiston määräaikaistarkastukset, maadoitustarkastukset, TLJ-piirien tarkastukset sekä säteilylähteiden tarkastukset. Kalkkilaitoksen sähkölaitteisto kuuluu kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 3.5.2004/335 mukaisesti luokkaan 2d. Tämä tarkoittaa sitä, että sähkölaitteiston määräaikaistarkastus on suoritettava vähintään kymmenen vuoden välein. Lisäksi sähkölaitteistolle on luotava huolto- ja kunnossapito-ohjelma, joka liitetään Maximoon ennakkohuoltoina.

3.5 Talvivaaraan sähköjärjestelmän kunnossapito

Talvivaaran sähköjärjestelmän kunnossapidon ongelmana ovat syövyttävät kemikaalit. Siksi on tärkeää suorittaa pistokoeluontoisia mittauksia alueella, jossa korrosioivia kemikaaleja on. Kalkkilaitoksen osalta tilanne ei ole yhtä kriittinen, mutta huomio kiinnittyy kalkin emäksisyyteen ja pölyävyyteen. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Sähköjärjestelmän kunnossapito hoidetaan täysin kunnossapitojärjestelmän avulla. Kaikki tasaisin määräajoin toistuvat tarkastukset syötetään järjestelmään ennakkohuoltoina. Esimerkiksi kalkkilaitoksen viranomaistarkastus syötetään järjestelmään 10-vuoden välein tapahtuvaksi. Määräaikaistarkastus määritetään tapahtuvaksi 5-vuotta ennen viranomaistarkastusta. Järjestelmän avulla on helppo nähdä tarkastetut ja tarkastukseen tulevat kohteet.

Sähköjärjestelmän kunnossapito jaetaan 110 kV linjaan, Talvivaaran sisäiseen 20 kV jakeluun, 690 V prosessisähköistykseen, 400 V rakennussähköistykseen, UPS-akustoihin sekä kompensointiparistoihin. Esimerkiksi kalkkilaitos on jaettu ennakkohuoltoina prosessin sähköistyksen määräaikaistarkastukseen, viranomaistarkastukseen sekä maadoitusmittauksiin. Tarkistettavat keskuksat ja keskuslähdet on määritelty ennakkohuoltojen alle reittinä. Muut kalkkilaitokseen kohdistuvat ennakkohuollot sisältyvät koko tehtaaseen kohdistuvina ennakkohuoltoina, kuten esimerkiksi säteilylähteiden tarkastuksina. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

3.5.1 Maadoitusmittaukset

Haastavissa olosuhteissa korostuu maadoitusten toimivuus, jotta vaarallisilta kosketusjännitteiltä vältyttäisiin. Alueella käytetään paljon kuparia syövyttäviä kemikaaleja, joita ovat mm. rikkivety, rikkihappo, rikki sekä rikkidioksidi. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Maadoitusmittausten mittausvälit voivat yleensä olla 6 - 12 vuotta, maadoitusjärjestelmän rakenteen ja luotettavuuden mukaan. Maadoitusten tarkistuksia tehdään vuosittain silmämääräisesti sekä tehdään joitakin satunaisia mittauksia. Maadoitusten perusteellisemmat mittaukset kalkkilaitoksen osalta tehdään määräaikaistarkastuksen yhteydessä. (Annanpalo 2007, 145.)

3.5.2 Taajuusmuuttajat

Kalkkilaitoksella on noin 60 taajuusmuuttajaa ja koko Talvivaaran alueella noin 600 taajuusmuuttajaa. Taajuusmuuttajat ovat pääasiassa Vaconin valmistamia lukuun

ottamatta uusimpia purku- ja kasausrakenteita, joissa on ABB:n valmistamat taajuusmuuttajat. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Taajuusmuuttajat eivät normaaliolosuhteissa vaadi huoltoa, mutta se on kuitenkin suositeltavaa. Varsinkin tehdasolosuhteet ja taajuusmuuttajien suuri määrä korostaa huollon tarpeellisuutta. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

Talvivaaran taajuusmuuttajat tarkistetaan silmämääräisesti vuosittain huolto-ohjeiden mukaisesti. Viiden vuoden välein tehdään taajuusmuuttajien perusteellisempi huolto-ohjeiden mukaisesti. Lisäksi on huolehdittava käyttämättömien ja varastossa olevien taajuusmuuttajien välipiirin kondensaattorin varaustilasta. Lataus suoritetaan vuoden välein huolto-ohjeiden mukaisesti. Huolto-ohjeet liitteessä 1. (Vacon NXS, 15.)

3.5.2.1 Taajuusmuuttaja osana prosessinohjauksessa

Talvivaaran kaivoksella vähän vajaa puolet moottorikäyttöistä on taajuusmuuttajaohjauttuja. Loput moottorikäytöt on ohjattu pehmokäynnistimin tai Simocode-releellä. Pääsääntönä kuitenkin on, että moottorikäytöt ovat ohjattavissa kenttäväylän kautta. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

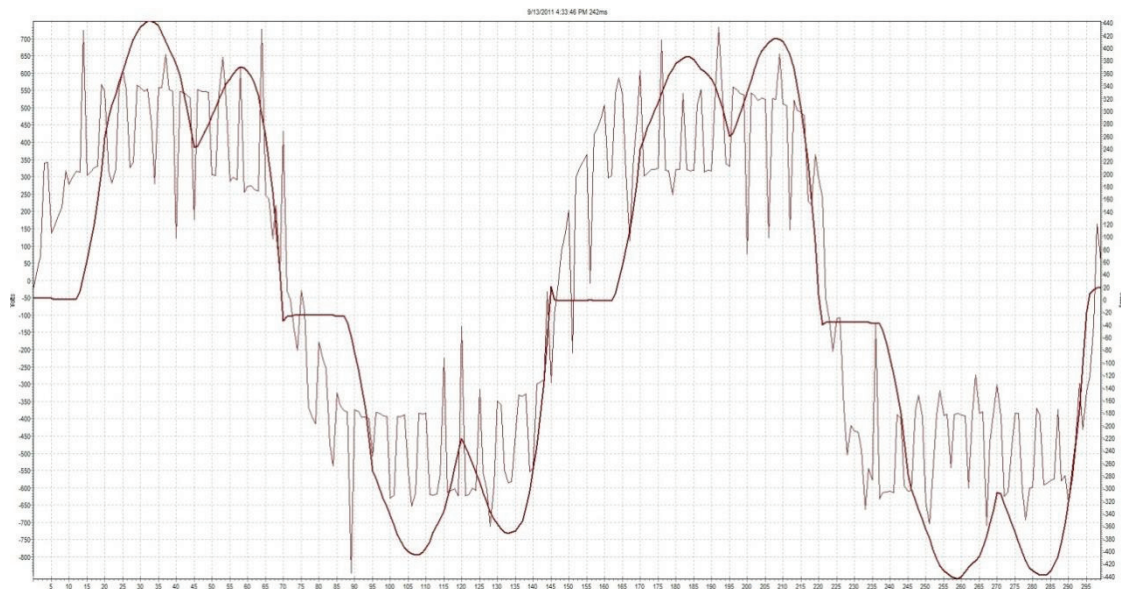
Taajuusmuuttajissa on monia etuja verrattuna suoraan verkkokäyttöön. Eteenkin raskaissa käynnistyksissä ja säätöä vaativissa kohteissa taajuusmuuttajakäyttö on vertaansa vailla. Taajuusmuuttajan ylivoimaisuus perustuu siihen, että moottorin momentti voidaan pitää vakiona käynnistyksestä nimelliseen 50 Hz saakka. Moottoria voidaan ohjata myös yli 50 Hz taajuudella, mutta kentänheikennys pienentää käytössä olevaa momenttia.

Taajuusmuuttajan energiankäytön tehokkuus perustuu sähkökäytön ohjattavuuteen. Perinteisesti esimerkiksi pumppu- ja puhallinsovelluksissa on säätäminen tapahtunut pienentämällä virtausta venttiilien avulla. Taajuusmuuttajakäytössä säätö tapahtuu muuttamalla moottorille syötettävää taajuutta. Tämä säästää niin energiaa kuin prosessin laitteita.

3.5.2.2 Taajuusmuuttajan yliaallot

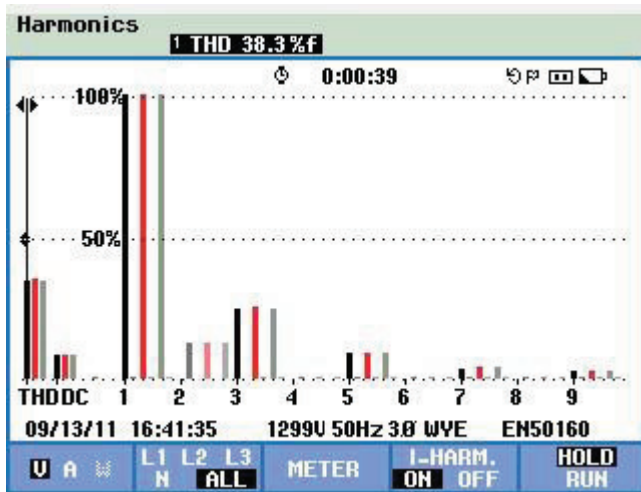
Taajuusmuuttajakäytön ongelmia ovat niiden aiheuttamat yliaallot. Yliaaltoja syntyy kaikissa epäsinimuotoisesti kuormitetuissa laitteissa. Taajuusmuuttajat ovat yleisesti ottaen 6-pulssisillalla tasasuunnattuja.

Tilanteen havainnollistamiseksi on kuvassa 11 mitattu Fluke 435 -analysointilaitteella puhallinkäyttösovellusta, jossa Vacon NXC04606A2T0SSFA1A2B800C5 -taajuusmuuttajalla syötetään ABB M3BP355MLB2-moottoria 44,90 Hz taajuudella momentin ollessa 69,5 % nimellisestä.



KUVA 10. Vaiheen L1 jännite ja virta taajuusmuuttajakäytössä

Kuvissa näkyy selvästi perusaaltoa mukaileva säröytynyt syöttöjännite, sekä pulssimaisesti säröytynyt syöttövirta. Jos virta ja jännite olisi puhtaan sinimuotoisia, yliaaltoja ei esiintyisi. Virran aaltomuodossa esiintyvät epäsymmetriat johtuvat diodisillan ottamasta epäsymmetrisestä virrasta. Jännitteen aaltomuodossa esiintyy taajuusmuuttajan kytkentätaajuudesta johtuvaa jännitteen säröytymistä.



KUVA 11. Puhallinkäyttösovelluksen yliaallot ja kokonaissärö suhteellisinä arvoina

3.5.2.3 Yliaaltoerusteita

Jännitteen tai virran aaltomuodon poiketessa sinimuodosta voi sen kuvitella koostuvan eritaajuisista komponenteista esimerkiksi Fourier-analyysin avulla (Korpinen, Mikkola, Keikko & Falck, 2).

Teollisuudessa on paljon yliaaltoja aiheuttavia lähteitä. Niitä ovat mm. muuntajat, oikosulkumoottorit, taajuusmuuttajat, tietotekniikka, purkauslamput. Nämä laitteet aiheuttavat yliaaltoja, mutta vaativat kuitenkin itselleen laadukasta sähköä. Muuntajiin yliaallot vaikuttavat muuntajan kuormitettavuuden pienenemisenä. Tämä johtuu muuntajan näkyminen yliaalloille resistanssina, mikä aiheuttaa lisälämpenemistä. Moottoreille yliaallot näkyvät lisälämpenemisenä kuten muuntajillekin. Lisäksi yliaallot saattavat aiheuttaa laakerivirtoja, jotka näkyvät laakereiden rikkoontumisina. (Korpinen, 24-26.)

Yliaaltojen vaikutuksiin kuuluu erilaiset laitteiden toimintaa vaikeuttavat häiriöt. Yksi häiriöistä on resonanssi. Resonanssi aiheutuu induktanssin ja kapasitanssin kanssa resonanssista olevasta taajuudesta. Tilanteessa resonanssi esiintyy oikosulkuna ja rikkoo lopulta resonanssissa olevia laitteita. Teollisuudessa kondensaattoreita käytetään loistehon kompensointiin, jolloin kondensaattorien rinnakkaisresonanssit ovat mahdollisia. Toinen vikoja aiheuttava tilanne on jännitteen säröstä johtuva tyristorien tarkan syttymisen häiriöt, jotka pahimmillaan rikkovat laitteita. Resonanssi voidaan laskea alla olevalla kaavalla. (Korpinen, 22.)

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}, \text{ jossa}$$

f = resonanssitaajuus

L = induktanssin suuruus

C = kapasitanssin suuruus

(Mäkelä, Soininen, Tuomola, Öistämö, 127)

Yliaaltojen torjumiseen on keinoja, mutta ne aiheuttavat aina lisäkustannuksia. Yliaaltosuodattimiksi rakennetaan esimerkiksi nolajohtimeen sijoitettava induktanssi, joka viritetään näkymään kolmannelle yliaaltovirrälle suurena impedanssina. Lisäksi olemassa on monenlaisia suodattimia, jotka toteutetaan virittämällä kapasitanssi ja induktanssi resonanssiin ja lisäämällä resistanssi virranrajoittimeksi. (Korpinen,35.)

3.5.3 Relekoestus

Relekoestus suoritetaan primääri- tai toisiokoestuksena 5-vuoden välein. Koestukseen kuuluu myös maasulunvalvonnan testaus sekä ylivirtasuojauksen oikeellisuuden tarkistus ja laskennat. Silmämääräinen toimintakunnon valvonta suoritetaan 6-kuukauden välein. ABB:n SACE -katkaisijan testauksen ohje löytyy liitteestä 2. (Visser 2009.)

3.5.4 Vikavirtasuojakoestus

Vikavirtasuojakytkimet on tehty parantamaan henkilö- ja palosuojausta. Nykyisten määräysten mukaan kaikki pistorasiat on varustettava vikavirtasuojakytkimellä. Talvivaaran alueella vikavirtasuojakytkimiä on suuri määrä.

Vikavirtasuojakytkimien toimintakunto testataan säännöllisesti. Kalkkilaitoksen vikavirtasuojat testataan vuoden välein vuositarkastuksen yhteydessä. Ohjeet vikavirtasuojakytkimien testauksesta löytyvät liitteessä 3. (Tuomi & Toivonen 2009.)

3.5.5 Turva-, opas- ja ovimerkkivalo sekä vastaavat varavalojärjestelmät

Turva-, opas- ja ovimerkkivalo sekä vastaavien järjestelmien hälytyksien tarkastus ja vikakorjaus tehdään kuukauden välein. Järjestelmän valvonta tehdään Talvivaaran alueella keskitetysti yhdeltä tietokoneelta. Järjestelmä testaa akuston kolmen kuukauden välein ja ilmoittaa siitä raportissa. (Sisäasianministeriön asetus 805/2005.)

3.5.6 UPS-laitteet ja vastaavat akustot

UPS-laitteita ja vastaavia akustoja on Talvivaaran alueella noin 60 kappaletta. Suuri määrä korostaa kunnossapidon tärkeyttä, jotta UPS-laitteista olisi enemmän hyötyä kuin haittaa.

UPS-laitteet ja vastaavat akustot tarkistetaan vuoden välein. Huoltosopimus on tehty ulkopuolisen yrityksen kanssa. UPS-laitteet testataan kerralla koko Talvivaaran alueelta. Esimerkki huoltoraportista on liitteessä 4. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

3.5.7 Lämpökuvaus

Lämpökuvaus suoritetaan vuoden välein laitteiston ollessa kuormitettu. Kuvattaviin kohteisiin sisältyvät moottorit, keskuskeskukset, alakeskukset, kompensointilaitteet sekä suurjännitelaitteistot. Lämpökuvaus suoritetaan järjestelmällisesti koko Talvivaaran alueelle. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

3.5.8 Kompensointi

Kompensointiparistot tarkastetaan vuoden välein. Tarkastettavia asioita ovat kapasitanssimittaukset, puhdistus ja ilmansuodattimen vaihto tai puhdistus. Tarkastuslista on esitetty liitteessä 5. (Talvivaara Sotkamo Oy.)

3.5.9 Saattolämmitykset

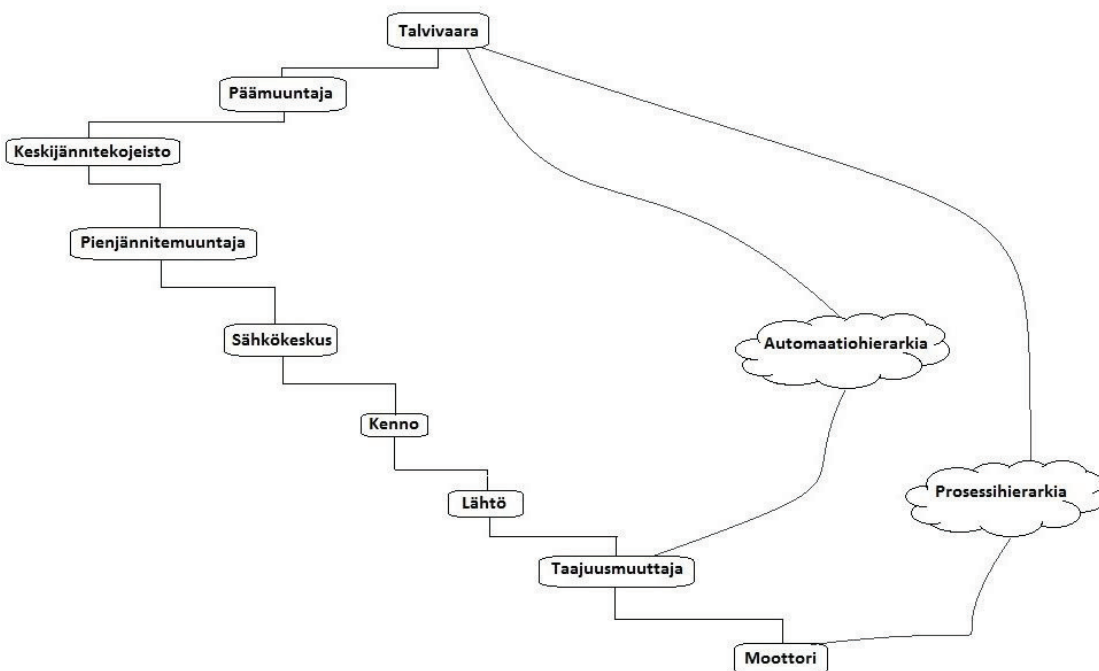
Sähkösaattokeskuksia Talvivaarassa on noin 30 kappaletta. Saattolämmityksiä voidaan ohjata ja seurata keskitetysti yhdeltä tietokoneelta. Lämmitysten paljous ja prosessin kannalta tärkeät sähkösaatot asettavat kunnossapidolle haasteita.

Saattolämmitysten kuntoa seurataan jatkuvasti. Tarkastusjakso on 1-päivä lukuunottamatta viikonloppuja. Tarkastuksessa käydään läpi koko Talvivaaran alueen saattolämpökeskukset ja suoritetaan tarvittavat korjaustoimenpiteet. Kerran vuodessa ennen talvea suoritetaan tarkempi saattolämmitysten tilan arviointi ja korjaukset. Suositus on esitetty liitteessä 6. (Määttä, Nikkilä & Huhtala 2009.)

4 SÄHKÖHIERARKIA KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄÄN

Erilaisista hierarkiajärjestelmistä on monenlaisia mielipiteitä ja eri yrityksillä on oma näkemyksensä hyvästä hierarkiasta. Talvivaarassa päädyttiin erillisiin hierarkiajärjestelmiin, jotka liittyvät toisiinsa.

Sähköhierarkialla tarkoitetaan sitä, että kuvataan sähköjärjestelmä hierarkkisenä mallina käyttöpaikkojen avulla. Sähköhierarkia on osana muita hierarkiajärjestelmiä, joita ovat mm. prosessi-, putkisto-, kiinteistö- sekä automaatiohierarkia. Käyttöpaikka koostuu laitteista, varaosista sekä nimikkeistä. Käyttöpaikalle kerätään historiatietoja laitteen toimivuudesta, ennakkohuolloista sekä rahavirrasta. Talvivaaran sähköhierarkia on tyypiltään verkkohierarkia, joka tarkoittaa sitä, että käyttöpaikalla voi olla useampi ylä- ja alataso eri hierarkiajärjestelmistä (kuva 12). Tällä parannetaan hierarkian visuaalisuutta, mutta toisaalta taas esimerkiksi kustannuspaikkojen tilinumerot eivät periydy ylätasolta alatasolle.

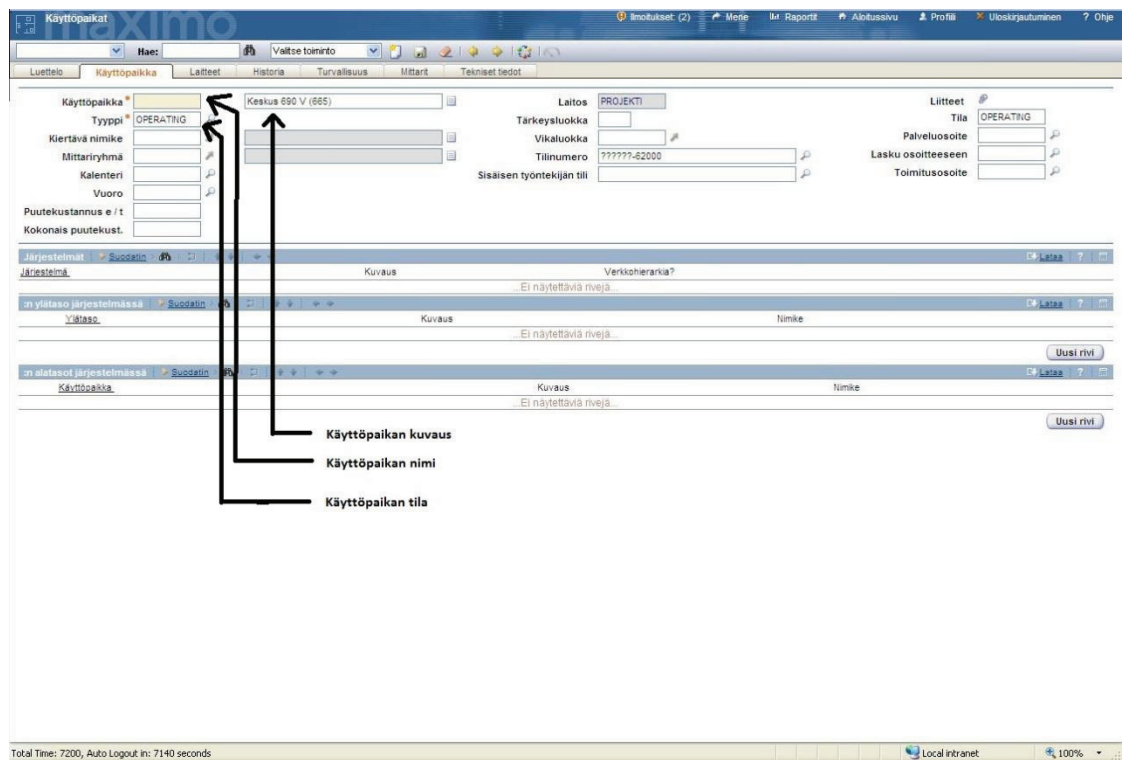


KUVA 12. Esimerkki käyttöpaikkahierarkiasta sekä liityntä muihin hierarkiajärjestelmiin

4.1 Käyttöpaikkojen luominen

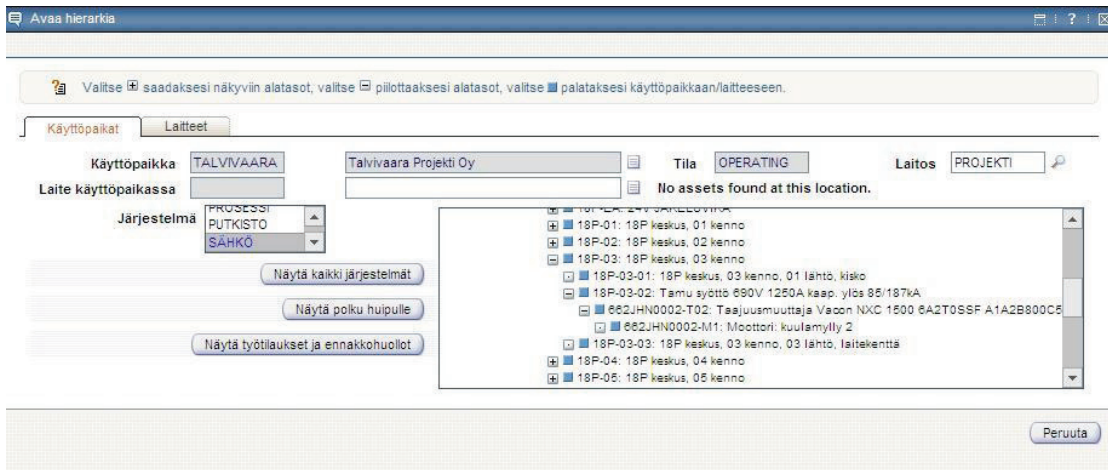
Käyttöpaikkoja voidaan luoda käsin suoraan Maximoon, koska käyttöpaikkoja on kymmeniätuhansia luotiin käyttöpaikat massa-ajolla tietokantaan.

Käyttöpaikan luominen tapahtuu avaamalla mikä tahansa käyttöpaikka ja valitsemalla ”valitse toiminto” -vetolaatikosta ”kopioi käyttöpaikka”. Sen jälkeen käyttöpaikalle annetaan nimi, joka on tällä hetkellä enintään 20 merkkiä pitkä. Käyttöpaikka kuvataan mahdollisimman hyvin ja määritellään tila. Käyttöpaikka tallennetaan ja sen jälkeen sille määritellään ylä- ja alatasot (kuva 13). Käyttöpaikkojen massa-ajo tehdään Excel-tiedoston avulla johon määritetään käyttöpaikan nimi, järjestelmä sekä ylätaso. Näin käyttöpaikoista muodostuu hierarkkinen rakenne.



KUVA 13. Käyttöpaikan luominen Maximoon

Käyttöpaikan luominen massa-ajona tapahtuu Excel-tiedostojen avulla. Excel-tiedostoon määritellään vain käyttöpaikan tunnus sekä käyttöpaikan kuvaus. Jos käyttöpaikka löytyy jo järjestelmästä, ajo ohittaa sen.



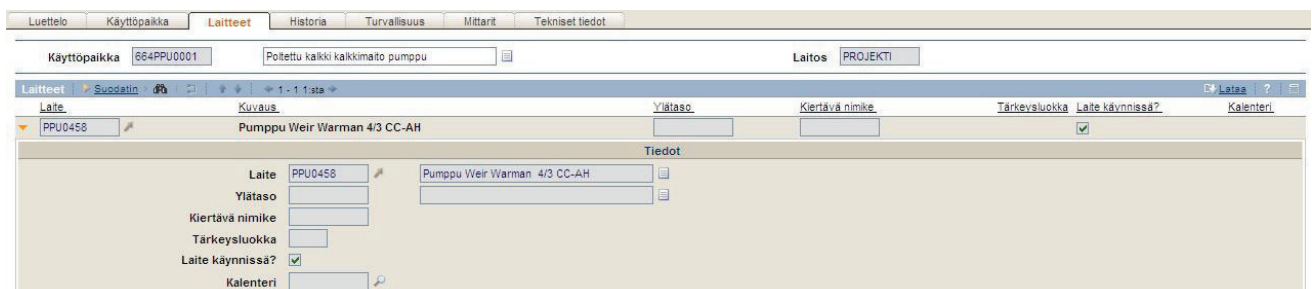
KUVA 14. Maximon hierarkiaruutu

Maximon hierarkiaruutu havainnollistaa hierarkian rakennetta. Hierarkiaa voi selata vapaasti. ”Järjestelmä”-kohdasta nähdään, mihin järjestelmiin valittu käyttöpaikka kuuluu. Valitsemalla eri järjestelmiä voidaan nähdä kyseisen järjestelmän hierarkiarakenne (kuva 14).

Hierarkian massa-ajo tehdään määrittelemällä liitettävä käyttöpaikka. Liitettävälle käyttöpaikalle määritellään ylitaso ja ylitason järjestelmä. Tietojen täytyy olla täydellisiä, jotta massa-ajot tapahtuvat onnistuneesti ja tietokanta ei rikoontu.

4.2 Laitehierarkia

Laitehierarkia muodostetaan käyttöpaikan, josta selviää käyttöpaikan sisältämät laitteet.



KUVA 15. Maximon laitevälilehti

Laitevälilehden alta selviävät käyttöpaikan laitteet kuvauksineen (kuva 15). Laitteille voidaan kerätä historiatietoa, joka on suurena apuna vikoja selvittäessä. Laitteelle liitetään myös laitekortti, joka kulkee ”luokittelu”-nimellä. Laitekortista selviää laitteen mahdollisimman tarkat tiedot (kuva 16).

Laitteiden massa-ajo on suhteellisen helppoa. Laitteelle tehdään laitetunnus ja kuvaus. Tämän jälkeen määritellään käyttöpaikka, jonka alle laite liitetään.

Ominaisuus	Attribute Description	Osaisto	Toimialue	Tietotyyppi	Mittayksikkö
MELU	Melu			NUMERIC	DB
KYTK_TAAJ_H	Kytentataajuus: Hidaastusaika (s)			ALN	
VERKKOLIT_TI	Verkkoliantä: Tehokerroin			ALN	
KYTK_TAAJ_V	Kytentataajuus: Valttavissa			ALN	
VERKKOLIT_J	Verkkoliantä: Jännite2			ALN	

KUVA 16. Maximon laiteluokittelu

Luokittelu on apuna vaihdettaessa laitteita samanlaiseen tai mahdollisesti korvaavaan laitteeseen.

Luokitteluiden massa-ajo tapahtuu määrittelemällä käyttöpaikalle ja laitteelle laitekortti. Sen jälkeen määritellään käyttöpaikka, laite, laitekortti, laitekortin tietokenttä sekä syötettävä tieto.

4.3 Varaosat ja nimikkeet

Laitteiden alta löytyy varaosat, mistä selviää, mitä osia laite sisältää. Eriteltynä on esimerkiksi koko laite sekä laitteen irralliset varaosat.

Nimike	Kuvaus	Määrä	Huomautukset
108562	PUMPPU, Warman 4/3 CC-AH KÄYTTÖPAKAL	1,00	
108526	KILAHINNIA OPTIBELT XPA 1800 SUPER X-POI	4,00	
108673	KILAHINNIAPIYÖRÄ SPB 150X6 TL3020, 10500	1,00	
108555	KARTIOHOLKKI 302065 TAPER LOCK 105000	1,00	
108558	KILAHINNIAPIYÖRÄ 140X6 SPB TL2517, 10500	1,00	
108561	KARTIOHOLKKI 2517H5 TAPER LOCK 105000	1,00	

KUVA 17. Maximon varaosaluettelo

Määrä kertoo, kuinka paljon laite sisältää osia. "Kuvaus"-kenttään kerrotaan mahdollisimman lyhyesti, kuvaavasti ja yhtenäisesti varaosan tiedot haun helpottamiseksi (kuva 17).

Varasto	Varastokategoria	Standardikustannus	Keskiahinta	Viimeinen saapumishinta	Nykyinen saldo	Oletushyly	Laitos
KESKUSVARA	STK	0,00	0,00	0,00	0,00		PROJEKTI

KUVA 18. Maximon varastotiedot

Varaosien alta löytyy sujuvasti varastointitiedot. Täällä selviää, onko varaosa paikalla varastossa vai joutuuko varaosan tilaamaan. Tämä osio on tärkeä varastoinnin pienentämiseksi ja tehostamiseksi (kuva 18).

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe on erittäin ajankohtainen ja hyödyllinen Talvivaaran kaivoksen kunnossapidon tehostamiseksi. Opinnäytetyön avulla saatiin luotua pohja Talvivaaran kaivoksen sähköistyksen kunnossapidolle. Projekti on vielä kesken ja jatkuu järjestelmän ylläpidolla sekä uusien alueiden lisäämisellä.

Metallien talteenottolaitoksen osa-alueelta järjestelmä otetaan käyttöön vuoden 2012 alusta. Loppuvuodelle on luotu aikataulu, joka sisältää massa-ajot, henkilökunnan koulutuksen sekä kehitysympäristön. Maximo on monipuolinen ohjelmisto, johon pystyy tilaamaan erilaisia ominaisuuksia. Tästä syystä järjestelmän tieto ja taito kertyy pikkuhiljaa. Tulevaisuuden haasteena on hallita koko kunnossapidon tietojärjestelmä, johon on liittynyt Maximo, prosessinohjausjärjestelmä sekä suunnittelujärjestelmä. Näiden ohjelmistojen välinen kommunikaatio tulee olemaan keskeisessä asemassa ylläpidettäessä kunnossapidon tietojärjestelmää.

LÄHTEET

Jaakko, E. 1998. Prosessisähköistyksen kunnossapito, kunnossapitolehden erikoisliite n:o 47 osa 1: Kunnossapitoyhdistys ry.

Jaakko, E. 1998. Prosessisähköistyksen kunnossapito, kunnossapitolehden erikoisliite n:o 48 osa 2: Kunnossapitoyhdistys ry.

Järviö, J.; Pispala, T.; Parantainen, T.; Åström, T. 2007. Kunnossapito, kunnossapidon julkaisusarja n:o 10, 4.painos. Hamina: KP-Media Oy.

Kiiveri, J. 2000. Kunnossapidon tietojärjestelmät N:o 57: Kunnossapitoyhdistys ry.

Korpinen, L., Mikkola M., Keikko T. & Falck E. 2008. Yliaalto-opus [viitattu 15.9.2011]. Saatavissa: <http://www.leenakorpinen.fi/archive/opukset/yliaalto-opus.pdf>.

Mäkelä, M.; Soininen, L.; Tuomola, S. & Öistämö, J. 2001. Tammertekniikka, Tekniikan kaavasto 3. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Määttä, T.; Nikkilä, S. & Huhtala, M 2009. Suositus saattolämmitysten ylläpidosta. Sähköpostiviesti.

PSK Standardisoimisyhdistys ry 2003. PSK 6201. Kunnossapito, käsitteet ja määritelmät.

Sigma Solutions Oy. Tietoa Maximosta [viitattu 16.2.2011] Saatavissa: <http://fi.sigma.se/fi/Maximo-Enterprise-Asset-Management/>.

Talvivaara Sotkamo Oy:n WWW-sivu. Tietoa kaivoksesta [viitattu 15.9.2011]. Saatavissa: <http://www.talvivaara.com>.

Tuomi, J. & Toivonen, M 2009. Vikavirtasuojakytkimet testattava säännöllisesti. Tukes.

Tuomisto, E. 2010. Malminkäsittelyä Talvivaarassa valokuva. Neodes Oy [viitattu 20.12.2011] Saatavissa: <http://www.talvivaara.com/media/galleria/kuvapankki>

Vacon 2007. Käyttöohje NXS/P-taajuusmuuttajat IP21 ja IP54, käyttäjän opaskirja [viitattu 15.9.2011]. Saatavissa: <http://www.vacon.fi/Default.aspx?id=465761>.

Vallas, H. 2008. Talvivaaran kaivos rakennusvaiheessa. Lentokuva Vallas Oy [viitattu 20.12.2011] Saatavissa: <http://www.talvivaara.com/media/galleria/kuvapankki>

Visser, C 2009. SACE-katkaisijan testaus, ohjeet SACE-katkaisijan testaukseen. ABB Oy