

Jani Lahtinen

20 kV:n SÄHKÖNJAKELUN ENNAKKOHUOLTO-OHJELMAN
PÄIVITYS

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2015

20 kV:n SÄHKÖNJAKELUN ENNAKKOHUOLTO-OHJELMAN PÄIVITYS

Lahtinen, Jani
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2015
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri
Sivumäärä: 29
Liitteitä: 1

Asiasanat: ennakkohuolto, sähkönjakelu, tyhjiökatkaisija, kunnossapitojärjestelmä

Tämän opinnäytetyön aiheena oli Mäntän Energia Oy:n voimalaitoksen 20 kV:n sähköaseman ennakkohuolto-ohjelman päivittäminen, suunnittelu ja sen hyödyntäminen kunnossapitojärjestelmässä. Työn yhtenä tarkoituksena oli selvittää nykyaikaisen 20 kV:n sähkönjakelun komponenttien kunnossapito-ohjeet sekä laitteiden vaatima huoltoväli. Tarkoituksena oli myös hyödyntää kunnossapitojärjestelmää sähkökunnossapidossa sähkönjakelun osalta ja samalla luopua vanhasta taulukkopohjaisesta kunnossapitoseurannasta.

Työn alkuosassa perehdytään sähkönjakelun komponenttien teoriaan ja selvitetään niiden vaatimaa huoltoa ja huoltovälejä. Työn loppuosassa keskitytään kunnossapitojärjestelmän käyttöön ja sen hyödyntämiseen sähkönjakelun kunnossapidossa.

Työ kohdistui voimalaitoksen 20 kV:n Mäntänkosken kytkinlaitokseen. Kytkinlaitokseen oli hankittu ensimmäinen kojeisto vuonna 2009 ja kytkinlaitosta oli täydennetty toisella kojeistolla vuonna 2011. Näille kahdelle kojeistolle oli tarkoitus tehdä ennakkohuolto-ohjelmat. Voimalaitoksella oli käytössä Arrow Maint -kunnossapitojärjestelmä, joka oli hankittu laitokselle vuonna 2009. Tähän mennessä sitä oli hyödynnetty pääasiassa mekaanisessa kunnossapidossa.

Työn tilaajana toimi Mäntän Energia Oy, joka tuottaa kahdella kattilalla prosessihöyryä ja sähköä naapurissa sijaitsevalle Mäntän paperitehtaalte sekä tuottaa kaukolämpöä Mäntän kaupungille. Voimalaitoksella suurimmat sähkönjakelun jännitetasot ovat 110 kV, 45 kV, 20 kV sekä 3 kV.

20 kV ELECTRICAL DISTRIBUTION MAINTENANCE PROGRAM

Lahtinen, Jani

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

November 2015

Supervisor: Pulkkinen, Petteri

Number of pages: 29

Appendices: 1

Keywords: preventive maintenance, electrical distribution, vacuum circuit breaker, maintenance system

The purpose of this thesis was to design and update the preventive maintenance program for the 20 kV voltage level. This thesis was commissioned by Mäntän Energia Oy. The intention was to utilize maintenance system in electrical maintenance and at the same time to abandon the old table-based maintenance monitoring. The work included also to find how a modern 20 kV electrical distribution components should be service. Also the maintenance instructions and maintenance intervals of the electrical distribution components should be find out.

The first section of the thesis focuses on the theory of electrical distribution components, required maintenance and service intervals. The final section focuses on the use of maintenance system and how it can be utilized in maintenance of electricity distribution.

The thesis focused to the 20 kV electric power distribution station. The station includes two switchgears, first was acquired in 2009 and the second switchgear was acquired in 2011. Preventive maintenance program was supposed to do for these two switchgears. The maintenance system in the power plant was Arrow Maint, which was acquired in 2009. It had been utilized mainly in the mechanical maintenance until now.

Mäntän Energia Oy produces process steam and electricity with two boilers for the paper mill and also produces district heat for the town of Mänttä. The largest voltage levels at the Mäntän Energia area are 110 kV, 45 kV, 20 kV and 3 kV.

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 5 |
| 2 | MÄNTÄN ENERGIA OY | 6 |
| 2.1 | Mäntän Energia Oy | 6 |
| 2.2 | Mäntänkosken kytkinrakeisto | 7 |
| 2.3 | Kunnossapitojärjestelmä Mäntän Energia Oy:llä | 8 |
| 3 | SÄHKÖNJAKELUN LAITTEET | 9 |
| 3.1 | Keskijännitekojeisto..... | 9 |
| 3.2 | Tyhjiökatkaisijat | 10 |
| 3.3 | Mittamuuntajat..... | 12 |
| 3.4 | Suojareleet..... | 13 |
| 3.5 | Eroottimet | 14 |
| 4 | ENNAKKOHUOLTO..... | 14 |
| 4.1 | Ennakkohuollon määräykset..... | 16 |
| 4.2 | Kuukausitarkastukset | 17 |
| 4.3 | Katkaisijoiden huolto | 17 |
| 4.3.1 | Tyhjiökatkaisija | 18 |
| 4.4 | Eroottimet | 19 |
| 4.5 | Mittamuuntajien huolto..... | 20 |
| 4.6 | Suojareleiden huolto | 20 |
| 4.7 | Maadoitusmittaukset..... | 21 |
| 4.8 | Lämpökuvaukset..... | 22 |
| 5 | KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN HYÖDYNTÄMINEN..... | 22 |
| 5.1 | Hierarkia | 23 |
| 5.2 | Laitetunnukset..... | 24 |
| 5.3 | Huollot | 24 |
| 5.4 | Generointi | 26 |
| 5.5 | Dokumentointi | 26 |
| 6 | YHTEENVETO | 27 |
| | LÄHTEET..... | 29 |
| | LIITTEET | |

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli päivittää ja suunnitella ennakkohuolto-ohjelma Mäntän Energia Oy:n sähkönjakelulaitteistolle, jotta laitteet tulisivat huolletuiksi kustannustehokkaasti ajallaan, mutta laadusta tinkimättä. Voimalaitos myy pääasiassa höyryä ja kaukolämpöä ja katkeamaton tuotanto on erittäin tärkeää naapurissa sijaitsevan paperitehtaan vuoksi, mutta myös kiinteistöjen lämmitystä varten tuotetun kaukolämmön vuoksi.

Mäntän Energia Oy uusi vanhentuneet 20 kV:n vähäöljykatkaisijat vuonna 2009 uusilla UTU:n valmistamilla kojeistoilla, jotka sisälsivät Arevan valmistamat tyhjiökatkaisijat. Vuonna 2011 samaan tilaan hankittiin Siemensin valmistamat kojeistot, jotka myös sisälsivät tyhjiökatkaisijat. Näille kojeistoille oli tarkoitus suunnitella ennakkohuolto-ohjelma, joka vastaisi valmistajan vaatimuksia sekä laitoksen käyttöhenkilöstön tottumuksia.

Ennen tätä työtä voimalaitoksella oli suoritettu sähkökunnossapitoa taulukko-ohjelmien avulla, jolloin dokumentointi, laitteistomuutokset ja huoltovälien tarkkailu oli erittäin vaivalloista. Tähän haluttiin muutos, joten nähtiin ajankohtaiseksi kunnossapitojärjestelmän hyödyntäminen myös sähkönjakelun osalta. Tähän mennessä tuo muutos on nähty liian aikaa ja resursseja vieväksi operaatioksi.

Työ jakautui karkeasta kahteen osioon. Ensimmäisessä tehtiin konkreettinen osuus, jossa tutkittiin laitteiden vaatimuksia sekä laitteet ja niiden huolto-ohjelmat lisättiin kunnossapitojärjestelmään. Toinen osuus koostui raportin kirjoittamisesta. Toivottavasti tämä työ yhdessä kunnossapitojärjestelmän ohjekirjan kanssa antaa ohjeita kunnossapitojärjestelmän käyttöön, jolloin sähkönjakelulle ja tulevaisuudessa muillekin sähkölaitteille saadaan yhtenevä ja järkevä hierarkia järjestelmään.

2 MÄNTÄN ENERGIA OY

2.1 Mäntän Energia Oy

Mäntän Energia Oy sijaitsee Mäntän keskustan läheisyydessä ja sen tehtävänä on tuottaa höyryä ja sähköä. Prosessihöyryä ja sähköä tuotetaan vieressä sijaitsevalle Mäntän paperitehtaalle sekä kaukolämpöä tuotetaan Mäntän Kaukolämpö Oy:n tarpeisiin. Mäntän Energia Oy syntyi, kun Metsä-Serlan omistama voimalaitos eriytettiin omaksi yritykseksi vuonna 1992. Sen omistaa nykyään Metsä Tissue Oyj 70 prosentilla ja Mäntän Kaukolämpö Oy 30 prosentilla. Voimalaitoksella on henkilöstöä 25 ja sen liikevaihto on n. 12 miljoonaa euroa. Kuvassa 1 on esitetty voimalaitoksen organisaatio.



Kuva 1. Mäntän Energia Oy:n organisaatio

Mäntän Energia Oy:lla on kaksi toiminnassa olevaa kattilaa. Pääkattila, kattila 4, on leijupetikattila, jonka teho on 94,3 MW. Se on entinen jäteliemikattila, joka vuonna 1993 muutettiin jyrshinturpeen polttoon soveltuvaksi. Nykyään sen polttoaineeksi sopivat turve, biopolttoaineet sekä raskas polttoöljy. Varakattila, kattila 5, on öljypoltinkattila, jonka teho on 44 MW, ja sen polttoaineena toimii vain raskas polttoöljy. Sähkö tuotetaan AEG Kanis -vastapaineturbiinilla, jonka teho on 14,3 MW. Laitoksella on myös yksi vesiturbiini, joka on alkuperäinen Tampellan valmistama Kaplan-turbiini, ja sen teho on 1,6 MW. Voimalaitoksen maamerkinä toimii 112 metriä pitkä piippu, joka on alkuperäinen vuodelta 1935 ja se näkyy kuvassa 2. (Mäntän Energia Oy:n esittelykalvot 2015)



Kuva 2. Mäntän Energia Oy:n julkisivu.

2.2 Mäntänkosken kytkinkojeisto

Mäntän Energia Oy:n 20 kV:n Mäntänkosken kytkinkojeisto sijaitsee Mäntän Energia Oy:n vesivoimalaitoksen itäpäässä, 45 kV:n kentän alapuolella. 20 kV:n kytkinkojeistoa syötetään 110 kV:n Fingridin verkosta 110 kV/20 kV 40 MVA:n muuntajan kautta ja laitokseen sisältyy kennostot 20A ja 20B. Liitteessä 1 on kuva Mäntän Energian alueverkosta. A-kennosto on rakennettu vuonna 2014 ja B-kennosto vuonna 2009. 20 kV:n kojeistot syöttävät muun muassa paperitehtaan kojeistoja 20C ja 20D. Kuvassa 3 näkyy 20 kV:n kytkinkojeisto sisältä kuvattuna, kojeisto 20B kuvan yläreunassa ja kojeisto 20A kuvan alareunassa.



Kuva 3. Mäntänkosken kojeistot. 20A ylhäällä ja 20B alhaalla.

2.3 Kunnossapitojärjestelmä Mäntän Energia Oy:llä

Mäntän Energia Oy:llä on ollut voimalaitoksellaan käytössä vuodesta 2009 lähtien jyvaskyläläisen Arrow Engineering Oy:n kehittämä Arrow Maint -kunnossapitojärjestelmä. Ennen Maintin hankintaa kunnossapitojärjestelmää käytettiin pääasiassa vain varaosavaraston seurantaan. Nykyään myös huoltopyynnöt ja ennakkohuollot tulevat lähes kaikki järjestelmän kautta ja niin jättävät jälkensä myös historiatietoihin. (Käyttäjäkokeemukset vakuuttivat: Helppo käytettävyys on tärkeintä 2010)

Windows- tai selainympäristössä toimiva Maint-kunnossapitojärjestelmä perustuu työaikakalenteriin ja järjestelmään on saatavana eri moduuleita yrityksen tarpeiden mukaan. 20 vuoden Maintin kehittämisen jälkeen Arrow Engineering Oy julkaisi uuden Novi-järjestelmän, mutta silti vanhalle Maintille on vielä tuki ja sen kehitystyö jatkuu. (Arrow Engineering Oy www-sivut 2015.)

Työn alussa oli tiedossa, että arvokasta kunnossapitojärjestelmää ei hyödynnetä kovin hyvin sähkökunnossapidossa ja sen hyödyntäminen olikin yksi työn tavoitteista. Entinen taulukoihin pohjautunut ennakkohuolto-ohjelma päivitettiin vastaamaan nykyvuosien toimintaa ja se jätetään sähköisen kunnossapitojärjestelmän rinnalle toimimaan eräänlaisena suuntaa antavana ohjeena. Taulukkopohjainen ennakkohuolto toimii niin kauan, kunnes suunniteltua huoltoa päätetään siirtää esimerkiksi laitteen vähäisen käytön vuoksi, jolloin taulukkopohjainen ennakkohuolto-ohjelma saattaa jäädä päivittämättä. Tämän jälkeen taulukko ei pidä enää paikkaansa ja sen päivittäminen on työlästä jälkeensä. Sähköisessä kunnossapitojärjestelmässä huollon siirtäminen vuodella on vaivatonta. Kun laite ilmoittaa tulevasta laitehuollosta, ilmoituksen päivämäärä voidaan heti vaihtaa sopivaksi.

3 SÄHKÖNJAKELUN LAITTEET

Tässä kappaleessa keskitytään 20 kV:n Mäntänkosken kytkinkojeiston laitteistojen toimintaan. Kojeistossa on käytössä vain tyhjiökatkaisijoita sekä kummassakin kojeistossa on saman valmistajan suojareleet.

3.1 Keskiännitekojeisto

Kojeisto on kokonaisuus, joka sisältää tarvittavat kytkentä-, suojaus-, ohjaus- ja valvontalaitteet. Kojeistorakenteet voidaan jakaa pien-, keski- ja suurjännitekojeistoiksi. Kojeistot voidaan jakaa myös ulko- ja sisäkojeistoiksi sekä avorakenteisiin ja koteloiduiksi kojeistoiksi. Keskiännitekojeistoja on aikoinaan rakennettu avorakenteisiksi

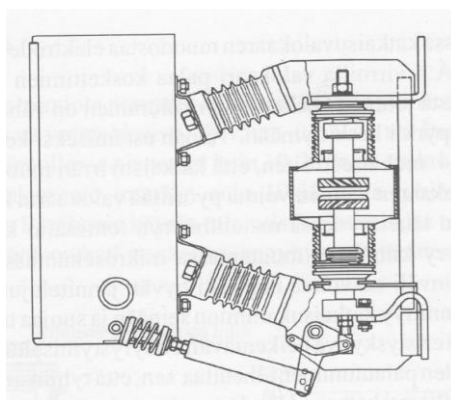
sisäkojeistoiksi, mutta nykyään pääasiassa rakennetaan vain koteloituja sisäkojeistoja. Voimalaitoksilla ja teollisuuden sähköasemilla keskijännitteiset kytkinlaitokset toteutetaan nykyään järeinä katkaisijakojeistoina, joissa käytetään vaunukatkaisijakennoja kiintein maadoituserottimin. Tämä tyyppi on ollut käytössä 1970-luvulta lähtien, jolloin huollon vaatima aika saatiin minimoitua ja erottimien aiheuttamat viat saatiin vähenemään. (Elovaara & Haarla 2011, 117-124.)

Nykyaikaisissa kojeistoissa vaunukatkaisija toimii toimintavirhesuojana. Toiminnalle voidaan esimerkiksi asettaa seuraavia vaatimuksia:

- Vaunun siirto voidaan suorittaa, kun koje on auki asennossa.
- Vaunun väliasennossa kojeen mekaaninen ja sähköinen ohjaus on estetty.
- Työnnettäessä vaunu kennon se lukkiutuu eroasentoon.
- Maadoituserotinta voidaan ohjata vain vaunun ollessa erotusasennossa.
- Pääkojetilan voidaan avata vain vaunun ollessa erotusasennossa. (Aura & Tonteri 1993, 351.)

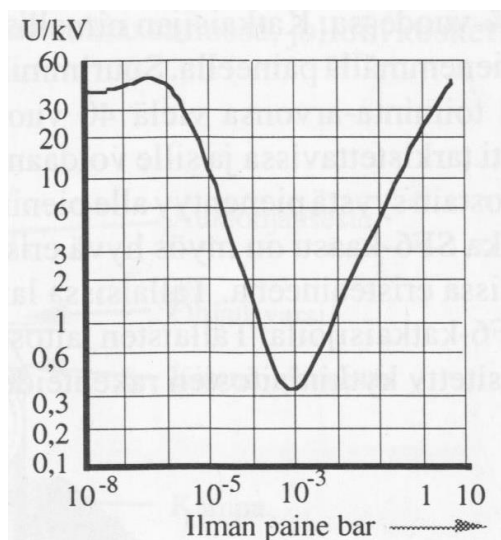
3.2 Tyhjiökatkaisijat

Tyhjiökatkaisijat ovat hyvin yksinkertaisia rakenteeltaan, kuten kuvasta 4 nähdään. Mekaanisia liikkuvia osia on vähän, ja koskettimien kuluminen on vähäistä. Katkaisija käy hyvin paikkoihin, joissa tarvitaan suurta katkaisutiheyttä. Suurin haitta tyhjiökatkaisijassa on sen vaatima suuri kosketinvoima. (Aura & Tonteri, 1993, 283.)



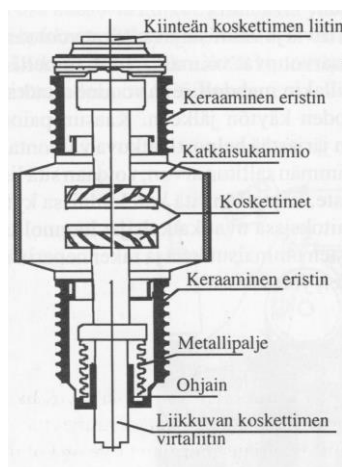
Kuva 4. Tyhjiökatkaisijan rakenne. (Aura & Tonteri, 1993, 284.)

Tyhjiökatkaisijan rakenne ei eroa suuresti muista katkaisijatyypeistä, ja yleensä tyhjiökatkaisija voidaan vaihtaa saman valmistajan vähäöljykatkaisijan kanssa. Niiden toiminta perustuu siihen, että ilmanpaineen pienentyessä sen sähkölujuus kasvaa voimakkaasti. Kuvassa 5 on esitetty Paschenin käyrä, josta nähdään ilman vaihtojännitelujuuden ilmanpaineesta riippuvana. Tyhjiön hyvän jännitelujuuden vuoksi 5-15 mm:n avausväli riittää hyvän jännitelujuuden saavuttamiseksi.



Kuva 5. Paschenin käyrä. Ilman vaihtojännitelujuus riippuen ilmanpaineesta. (Aura & Tonteri, 1993, 282.)

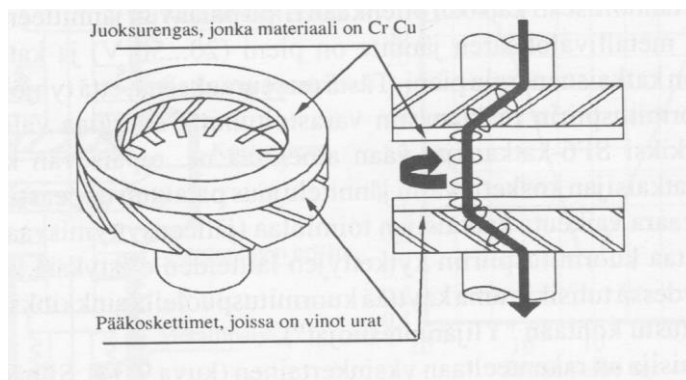
Kuvasta 6 nähdään, että katkaisijassa on liikkuva ja kiinteä kosketin ja ne on sijoitettu tyhjiösäiliöön. Metallipalje mahdollistaa liikkuvan koskettimen liikkeen tyhjiöpötkessä.



Kuva 5. Tyhjiökatkaisijan katkaisukammio. (Aura & Tonteri, 1993, 282.)

Kun koskettimet eroavat toisistaan, valokaari palaa höyrystyneessä metallipilvessä, joka on ionisoitunut kosketinpinnoilta. Virran nollakohdassa metallihöyryn ionisaatio katoaa ja höyry tiivistyy. Tapahtuma on nopea, joten tyhjiökatkaisijan katkaisukyky ei riipu juuri palaavan jännitteen muodosta tai jyrkkyydestä. Koska koskettimien kuorirakenteen tarvitsee olla täysin tiivis, tuodaan jännite ja virta katkaisuelektrodeille esimerkiksi keraamisten läpivientieristimien avulla, jotka voidaan kovajuottaa metalliosien kanssa. Tällä tavoin vältetään tiivisteongelmat.

Kuvassa 6 on esitetty koskettimen rakenne. Koskettimet on uritettu, ja ne synnyttävät yhdessä valokaarta pyörittävän magneettikentän noin 10 kA:n virroilla.



Kuva 6. Tyhjiökatkaisijan koskettimen rakenne. (Aura & Tonteri, 1993, 284.)

Tyhjiökatkaisijan koskettimet vaativat koko ajan ulkoista puristusvoimaa, jotta mitoitus- ja oikosulkuvirrat pystytään johtamaan ilman liiallista lämpiämistä. Syntyvä lämpö voidaan johtaa ympäristöön vain liittimien kautta. Keraamisia eristimiä suojaa teräksinen sammutuskammio. (Elovaara & Haarla 2011, 182-184.)

3.3 Mittamuuntajat

Erikoisrakenteiset mittamuuntajat toimivat jännitteen ja virran mittauksessa. Niiden päätehtävät ovat muun muassa erottaa galvaanisesti mittauspiiri päävirtapiiristä, muuttaa mitta-alaa, suojata mittareita ylikuormitukselta sekä tehdä mahdolliseksi mittareiden ja releiden sijoittaminen etäälle mittauspaikasta.

Virtamuuntaja voi toimia suojaus- ja mittaustarkoituksessa, sillä yhdessä virtamuuntajassa voi olla monta erilaista sydäntä. Yleensä suurjännitevirtamuuntajan ensiökäämille sijoitetaan useampia rautasydämiä releitä ja mittareita varten. Sisälle asennettavat virtamuuntajat on yleensä valmistettu valuhartsista, joten niillä on suuri sähköinen ja mekaaninen lujuus, ja ne ovat pienikokoisia. Lämpivientivirtamuuntajaa käytetään yleensä suurjännitekiskostojen kanssa. Kaapelivirtamuuntajaa käytetään maasulkujen havaitsemisessa, kun kaapelin kolmen vaiheen kaapelit viedään muuntajan lävitse muodostaen ensiökäämin.

Mittamuuntajien on toistettava mittaamansa jännite tai virta normaalilla kuormitusalueella mahdollisimman tarkasti. Sähkömagneettista induktiota käytetään suurimassa osassa mittamuuntajia. Myös kapasitiivisia ulosottoja on virtamittareissa ja jännitteenmittauksessa käytetään kapasitiivisia jännitemuuntajia.

Nykyään mittamuuntajia on saatavilla myös valokuituisella tiedonsiirrolla, jolloin tiedonsiirto esimerkiksi digitaaliselle suojarielelle helpottuu ja voidaan jättää pois monet välipiirit ja apulaitteet. Samalla jännitehäviöiden poistuttua saadaan parempi mittaustarkkuus, vältetään sähköiset häiriöt ja saadaan parempi turvallisuus. (Elovaara & Haarla 2011, 224.)

3.4 Suojareleet

Suojareleet toimivat monen muun sähkönjakelun komponentin kanssa yhdessä, ja ne suojaavat verkkoa kytkemällä irti vikaantuneita osia. Yleensä suojariele, mittamuuntajat ja katkaisijat toimivat yhteistyössä. Kun suojaus on erottanut viallisen osan verkosta, voi sähkönsiirto jatkaa verkon muissa osissa. Maa- ja oikosuluissa vikavirrat ovat usein niin suuria, että vikakohta on erotettava nopeasti muusta verkosta. Sisäkytkinlaitoksessa valokaaren paine- ja lämpövaikutus voi olla hengenvaarallinen.

Jos suojaus ei toimi nopeasti, voi vikatilanteesta aiheutua vahinkoa ihmisille, laitteille ja omaisuudelle. Suojareleillä minimoidaan myös taloudelliset menetykset, sillä suojarieleiden käyttö mahdollistaa nopean takaisin kytkennän sekä niillä voidaan tarkkailla verkon jännitteen laatua. Jännitekuopat saattavat levitä laajalle, joista saat-

taa aiheutua taloudellisia vaikutuksia esimerkiksi tehtaiden prosesseille, jotka eivät kestä pitkää jännitekuoppaa. (Elovaara & Haarla 2011, 336.)

3.5 Erottimet

Erottimien tehtävänä on erottaa varmasti laite jännitteisestä osasta muodostamalla turvallinen avausväli virtapiirin ja laitteen välille. Erottimen avausvälin on oltava luotettava, eli avausvälin on oltava näkyvä tai avausväli osoitettava mekaanisella asennonosoittimella. Erottimen on suljettuna johdettava vaurioitumatta, avautumatta ja liikaa lämpenemättä virtapiirissä esiintyvät kuormitus- ja oikosulkuvirrat.

Erottimen pitää olla mahdollista sulkea ja avata jännitteettömänä sekä se pitää olla mahdollista lukita kiinni- ja auki asentoon. Erottimia on yksi- tai kolminapaisia ja niiden ohjaus on saatavilla moottoriohjattuna, paineilmahajattuna tai käsiohjattuna. Sähköverkon turvallista maadoittamista varten kojeistot valmistetaan maadoituserottimella. Mäntänkosken kojeistolla on käytössä vain maadoituserottimia, sillä vaunukatkaisijat toimivat erottimina. (Aura & Tonteri 1993, 285.)

4 ENNAKKOHUOLTO

Kappaleessa keskitytään ennakkohuoltotoimenpiteisiin, jotka liittyvät 20 kV:n Mäntänkosken kytkinlaitokseen. Uusi ennakkohuolto-ohjelma laadittiin vain Mäntänkosken kytkinlaitokselle. Laitoksen vanha ennakkohuolto-ohjelma säilytettiin käytössä ja se sisälsi pääasiassa 110 kV, 45 kV, 3 kV ja 500 V jännitetasot. Vanha ennakkohuolto-ohjelma päivitettiin ajan tasalle eli varmistettiin, että minkään komponentin ennakkohuolto ei ole jäänyt jälkeen. Tässä kappaleessa perehdytään pykäliin, mitä ennakkohuollon osalta on laadittu lakeihin ja määräyksiin.

Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelussa perehdyttiin Mäntänkosken kytkinlaitoksen tärkeisiin komponentteihin eli tyhjiökatkaisijoihin, mittamuuntajiin, suojareleisiin ja maadoituserottiimiin. Maadoituserottimet käsiteltiin yleisesti erottimina.

Säännöllinen ja oikein tehty huolto takaa teollisuuslaitoksen kunnollisen toiminnan. Excel-taulukko ei ole nykypäivänä riittävä huoltotöiden suunnitteluun, koska jokainen vähäinen muutos voi aiheuttaa muutoksia muiden huoltotöiden aikataulukseen ja toteutukseen.

Kunnossapitojärjestelmän hyöty tulee esiin silloin, kun järjestelmän kaikki ominaisuudet käytettyä. Yksi tärkeä tekijä ennakoivassa huollossa on datan kerääminen. Jotta jokaisen laitteen saadaan oikea aikainen, pitää historiatietoja tutkia ja ennakoida laitteen vikaantumista. (Peltonen 2015, 18-20)

Noin 70 % kunnossapidossa on toimialasta riippumatonta työtä. Esimerkiksi ennakkohuoltojen suunnittelu ja kunnossapitojärjestelmän käyttäminen ei muutu toimialaa vaihdettaessa, jolloin jokaisella alalla voidaan käyttää samoja toimintamalleja esimerkiksi riskianalyyysien laatimisessa. (Raunio 2005, 22)

Kustannustehokkuus ja käytettävyys kasvavat, kun ymmärretään laitteen toiminta ja sen toiminnan laatuun ja virheettömyyteen vaikuttavista tekijöistä. Ennakkohuollon tärkeä osa-alue, tarkastava kunnossapito, jää usein resurssipulan vuoksi hyödyntämättä. Oikein ajoitettu ja oikein mitoitettu huoltotarve voidaan arvioida melko luotetavasti tarkkailemalla laitteen käyttäytymisestä prosessissa ja kokemukseen kriittisistä huoltokohteista.

Jos epäillään tarkkailun perusteella huollon tarvetta, päätöksentekoa auttaa erillinen silmämääräinen tarkastus lopullisen kunnostustarpeen todentamiseksi. Näin ei tarvitse ostaa suurta määrää uusia osia, jotka vaihdetaan varmuuden vuoksi seuraavassa huollossa. Tarkastus auttaa tietämään, mitä on syytä hankkia. Laitteen normaali toimintakunto voidaan palauttaa pienemmällä työllä ja alhaisemmilla kustannuksilla. (Piippoo & Tuliniemi. 2015. sivut)

4.1 Ennakkohuollon määräykset

Laissa tai säädöksissä määritetään, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on laadittava kunnossapito-ohjelma, mutta siinä ei määritellä tarkemmin huolto-ohjelman sisältöä. Tukes ohje S4-2011 määrittää sähkölaitteiston kunnossapidon seuraavasti:

”Sähkölaitteiston haltijan on hoidettava sähkölaitteistoa niin, että siitä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa.

Laitteiston kuntoa ja turvallisuutta on tarkkailtava ja havaitut puutteet sekä viat on poistettava riittävän nopeasti. Kunnan valvonnan tulee olla riittävän säännöllistä. Valvontaa voivat sähköalan ammattihenkilöstön lisäksi suorittaa osaltaan maallikot soveltuvien osin. Maallikoille voidaan antaa tehtävään opastusta.

Luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on laadittava ennalta sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma, johon sisällytetään myös haltijalle kuuluvat tarkastukset ja tarkistukset, joita sähkölaitteistojen vaatimustenmukaisuuden valvonta edellyttää.

Ohjelmaan sisällytetään kunnossapitoon kuuluvina osina mm. seuraavaa niihin kuuluvine huolto-, kunnossapito, ja korjaustöineen.

- Riittävä sähköturvallisuuden edellyttämä kunnan ja vikojen valvonta
- Perussuojaus ja mekaaninen suojaus
- Vikasuojaus (suojalaitteiden asetteluarvot)
- Toimenpiteet palo- ja räjähdysvaaran ehkäisemiseksi
- Ilmajohtojen turvaetäisyydet, vapaa johtoaukea ja kiipeämisen esto
- Sähköpylväiden kunto ja lahoisuustarkastus
- Sähkötilojen lukitukset, niihin pääsy ja varoituskilvet
- Maadoitukset ja potentiaalintasaukset.” (Tukes S4-2011, 2011, 5.)

4.2 Kuukausitarkastukset

Voimalaitoksella suoritetaan kerran kuukaudessa jokaiselle kohteelle tarkastuskäynti, jossa silmämääräinen tarkastetaan esimerkiksi valaistus, merkkilamput, merkinnät, lämpötila sekä turvalaitteet. Tärkeää on tarkastaa, että sähkökeskukset, kentät ja kojeistotilat ovat puhtaita. Silloin siellä työskenneltäessä säilyy työturvallisuus eikä siellä oleva ylimääräinen tavara aiheuta ylimääräistä palovaaraa. Kaikki tarkastettava on listattuna tarkastuspöytäkirjassa. Se on ennakkohuoltokansiossa sekä kunnossapitojärjestelmään on tallennettuna taulukkopohja, josta sen saa tulostettua helposti. Jokaiseen kohteeseen on yksilöity tarkastuslista ja jokainen kohta merkataan joko kunnolliseksi tai vialliseksi. Tarkastus palautetaan automaattiosähkömestarille ja pöytäkirja arkistoidaan.

4.3 Katkaisijoiden huolto

Katkaisijan huolto määritellään pitkälti valmistajan käyttöohjeiden mukaisesti ja käyttökokemusten perusteella. Huoltotiheyteen vaikuttavat katkaisijan toimintakerat, toimintaympäristö sekä katkaisijan toiminnan vaikutus sähkönjakeluun. Katkaisijan toiminnasta aiheutuva sähkökatkon vaikutus on arvioitava ja tarvittaessa huolto on ajoitettava ajalle, jolloin sähkökatkon vaikutus on minimoitu.

Laitevalmistajat monesti määrittelevät huoltovälit mieluummin alakanttiin kuin yläkanttiin, joten pitemmällä aikavälillä huoltoväliä kannattaa arvioida historiatietojen perusteella. Tiuha huoltoväli on hyvä laitevalmistajan kannalta, kun takuuajana viat saadaan minimoitua ja samalla huoltojen yhteyteen saadaan myytyä varaosia ja tarvikkeita. Laitevalmistajien laatimien huolto-ohjeiden laatu myös vaihtelee, joku valmistaja käyttää siihen aikaa enemmän kuin toinen. Siksi olisikin suotavaa, että jokainen laitos räätälöi ennakkohuolto-ohjelmansa käyttöolosuhteiden mukaan. (Laine 2010, 130)

Esimerkiksi Mäntän Energialla yhden katkaisijan vioittuminen saattaa vaikuttaa voimalaitoksen omaan toimintaan, mutta myös suurimman asiakkaan Mäntän paperitehtaan toimintaan, jolloin tuotannon keskeytyksistä ja muista aiheutuvat kulut saat-

tavat nousta suuriin lukemiin. Mäntänkosken kytkinasemalla onkin mahdollista käynnin aikana huoltaa osa katkaisijoista, jotka eivät ole käytössä, jolloin huollon aikana huollettu katkaisija vaihdetaan huoltamattomaan katkaisijaan.

Kun kojeiston kaikki kennot tulevat aikanaan käyttöön, on suotavaa hankkia laitokselle ylimääräisiä katkaisijoita, jotka sitten voidaan vaihtaa nopeasti huollettavien katkaisijoiden paikalle. Näin säästytään pitkiltä sähkökatkoilta ja huolto voidaan tehdä käynnin aikana rauhallisesti.

Mäntänkosken kytkinaseman katkaisijoilla on hyvin vähän katkaisutapahtumia vuodessa, joten katkaisijoille suositellaan veryyttelyä aina kuin mahdollista, ainakin kahden vuoden välein. Tyhjiökatkaisijat huolletaan viiden vuoden välein. Tyhjiökatkaisijat ovat kuitenkin suhteellisen uusia, joten parin huollon jälkeen voidaan miettiä huoltotaajuuden nostamista huoltokulujen pienentämiseksi, jos laitteiden vikataajuus pysyy alhaisena.

Uusilla laitteilla on taipumusta osoittaa suurempaa vikataajuutta ensimmäisinä vuosina ja juuri ennen elinkaaren loppua, mutta keskivaiheilla vikataajuus pysyy suurin piirtein samana. Toki huoltovälin nostamisen rinnalla pitää huomioida mahdollisten käyttökatkojen kustannukset. Ylimenoresistanssin mittauksella selvitetään katkaisijan koskettimien kunto. Katkaisijoiden toiminta-ajat mitataan, mitkä pitäisi pysyä valmistajan antamien ohjeiden sisällä.

4.3.1 Tyhjiökatkaisija

Mäntänkosken kytkinkojeisto 20B on UTU:n valmistama ja siinä on Arevan valmistama HVX-tyhjiökatkaisija. Kojelistossa 20A on Siemensin valmistama SION tyhjiökatkaisija. Ohjeet ja suositukset ovat laadittu kummankin tyhjiökatkaisijan käyttöön.

Kytkinlaitoksen sisäilman lämpötilan tulee pysyä -5 °C:n ja $+40\text{ °C:n}$ välissä, kuitenkin 24 tunnin lämpökeskiarvon pitää jäädä alle 35 °C:n . Suhteellisen ilmankosteuden 24 tunnin keskiarvon tulee jäädä alle 95 % ja yhden kuukauden keskiarvon alle 90 %. Jos tilassa arvioidaan olevan yli 70 %:n ilmankosteus, suositellaan kosteusmittausta.

Edellä mainittujen kriteereiden tulee täytyä myös katkaisijaa varastoidessa. Katkaisija on varastoiva auki-asennossa ja viritysmekanismi lepotilassa. On huomioitava katkaisijan yläpainoisuus, kun katkaisija otetaan ulos kennosta ja sitä liikutellaan. Kun suoritetaan toimintakoetta, seurataan samalla asennonosoittimen toimintaa. Katkaisijaa saa kuljettaa vain kuljetustuen ollessa asennettuna ja taas katkaisijaa ei saa ohjata, kun kuljetustuki on asennettuna.

Huoltosuositukset ovat seuraavassa:

Vuosittain

- silmämääräinen tarkastus, puhdistetaan katkaisija pölyistä

10 vuoden välein

- tyhjiökoe, vaihdetaan tyhjiöpullo, jos tyhjiö on kadonnut
- jousimekanismin silmämääräinen tarkastus, puhdistetaan, jos on likaantunut ja suoritetaan 10 AUKI-KIINNI -ohjausta ilman kuormaa.

10 000 ohjauksen jälkeen

- tyhjiökoe, vaihdetaan tyhjiöpullo, jos tyhjiö on kadonnut
- valmistajan suorittama jousiohjainmekanismin tarkastus

20 000 ohjauksen jälkeen

- vaihdetaan tyhjiöpullo
- valmistajan suorittama jousiohjainmekanismin tarkastus

Tyhjiökokeen suorittaminen on selostettu tarkasti Areva HVX -tyhjiökatkaisijan käyttöohjekirjassa. (Tyhjiökatkaisijan HVX-F Käyttö ja huolto-ohje, 2004)

4.4 Erottimet

Pääasiassa kaikki huollettavat erottimet sijaitsevat 100 kV:n kojeistolla tai 45 kV:n telineistöllä. Kaikki erottimet ovat ulkotiloissa, joten 110 kV:n ja 45 kV:n erottimet huolletaan kahdeksan vuoden välein.

Mäntänkosken kytkinkojeistolla on maadoituserottimia, jotka huolletaan joka toinen kerta katkaisijan kanssa eli noin 8-10 vuoden välein. Huollossa tarkastetaan kiinni-

tys- ja liitosruuvien kireys sekä puhdistetaan kaikki laakeri- ja nivelkohdat. Lopuksi erottimen toiminta kokeillaan useita kertoja. Maadoituserottimia käytetään melko harvoin, joten niitä kannattaa verytellä aina kun mahdollista. (Maadoituskytkin KGE Käyttö- ja huolto-ohje)

4.5 Mittamuuntajien huolto

Mittamuuntajat eivät kaipaa erityistä huoltoa, vaan suurin tarve on pitää ne puhtaina ja varmistua niiden eristyksistä, joissa ei saa olla valokaarista tai muista aiheutuneita säröjä. Mittamuuntajille voidaan tehdä kappalekokeena napaisuuden tarkastus, ensiö- ja toisiokäämin vaihtojännitekoe, häviökulman ($\tan \delta$) mittausta, osittaispurkausmittaus ja virhemittaus. Lajikokeena mittamuuntajalle voidaan tehdä lämpenemiskoe, syöksyjännitekoe sekä virtamuuntajien tapauksessa lyhytaikaisvirtakoe ja jännitemuuntajille oikosulkukoe. (Elovaara & Haarla, 2011, 224.)

Aina kun kojeiston muita laitteita huolletaan, voidaan mittamuuntajat tarkastaa silmä määräisesti ja samalla pyyhkiä ylimääriset liat pois. Oikosulun tai muun mekaanisen rasitteen jälkeen mitataan mittamuuntajan eristysvastus ja mitataan muuntosuhteet ensiön ja toision välillä. (Arteche mittamuuntajien ohjekirja)

4.6 Suojareleiden huolto

Mäntänkosken kytkinkojeiston kaikissa kojeistossa Vamp 255 -kennotermiinaalit sekä yhdessä kennossa Vamp 259 -linjatermiinaali. Kojestojen suojaus on varmennettu Falcon valokaarisuojilla. Kennotermiinaalit ja valokaarisuojat toimivat yhdessä mittamuuntajien ja katkaisijoiden kanssa.

Kenno- ja linjatermiinaalien toisiokoestus ei välttämättä tarvitse sähkökatkoa mitattavaan kennoon, vaan koestuksessa virta ja jännite syötetään toisiopiireihin. Ensiökoestuksessa tarvitaan aina käyttökeskeytys lähdölle, koska siinä mitataan kaikkien virtamuuntajien muuntosuhteet toisiopiireihin ensiöstä.

Valokaarisuojan koestus tapahtuu toisioon syötettävällä virralla ja valoantureihin kohdistetulla valolla ja kaikki valokuitusilmukat käydään lävitse. Yleensä kenno- ja linjaterminaalille suoritetaan toisiokoe neljän vuoden välein ja ensiökoe kahdeksan vuoden välein.

4.7 Maadoitusmittaukset

SFS-käsikirja 601 määrittelee maadoitusjärjestelmän testauksen ja valvonnan seuraavasti: ”Maadoitusjärjestelmien määrävälein tehtävä tarkastus- ja mittaustarve on harkittava ottaen huomioon mm. yrityksen laadunvarmistusjärjestelmästä tulevat vaatimukset, kokemusperäiset tiedot korroosion esiintymisestä, maaperästä ja siitä onko maadoituksen rakenne muuttunut esim. lähellä tehtyjen rakennustöiden takia. Yleensä maadoitusjärjestelmille asetettujen vaatimusten toteutuminen pitää varmistaa mittaamalla maadoitusresistanssi määrävälein. Suositeltavia ohjearvoja maadoitusresistanssien mittaussväleiksi ovat:

- 6 vuotta, kun maadoitus on yhden maadoitusjohtimen varassa
- 12 vuotta, kun maadoitus on useamman kuin yhden maadoitusjohtimen varassa.

Laajan maadoitusjärjestelmän tai potentiaalinhjaukseen käytetyn elektrodin impedanssia ei tarvitse mitata, vaan maadoituksen riittävyys ja kunto voidaan todeta muulla tavalla.

Jos kokemusperäisesti tiedetään maadoituksissa esiintyvän korroosiota, suositellaan tarkastuksen yhteydessä maadoitusten esiin kaivamista muutamasta kohdasta (esimerkiksi liitokset ja siirtymävyöhykkeet maaperään).

Maadoitusresistanssin tai kosketusjännitteiden mittaukset tai laskelmat voivat olla tarpeen myös perusvaatimukseen vaikuttavien muutosten jälkeen.” (SFS-käsikirja 601, 9.8.)

Voimalaitoksen alueella suoritetaan maadoitusmittaukset kuuden vuoden välein. Alueella on kaksi erillistä mitattavaa verkkoa, voimalaitoksen alueella oleva maadoitusjärjestelmä sekä 110 kV:n kojeistolla sijaitseva maadoitusjärjestelmä.

4.8 Lämpökuvaukset

Lämpökuvaus on helppo ja nopea tapa saada viitteitä siitä mitkä komponentit ovat vanhenemassa, vikaantumassa tai ovat jo viallisia. Menetelmällä saadaan havaittua esimerkiksi ylisuuret virrat ja löysät liitokset. Lämpökuvaus voidaan ja kannattaakin suorittaa keskeyttämättä toimintoja, jolloin sen edut nousevat hyvin suuriksi. Samalla voidaan pitää turvallinen etäisyys jänniteisiin osiin. Siksi lämpökuvausta voidaan suorittaa muita huoltotoimenpiteitä useammin.

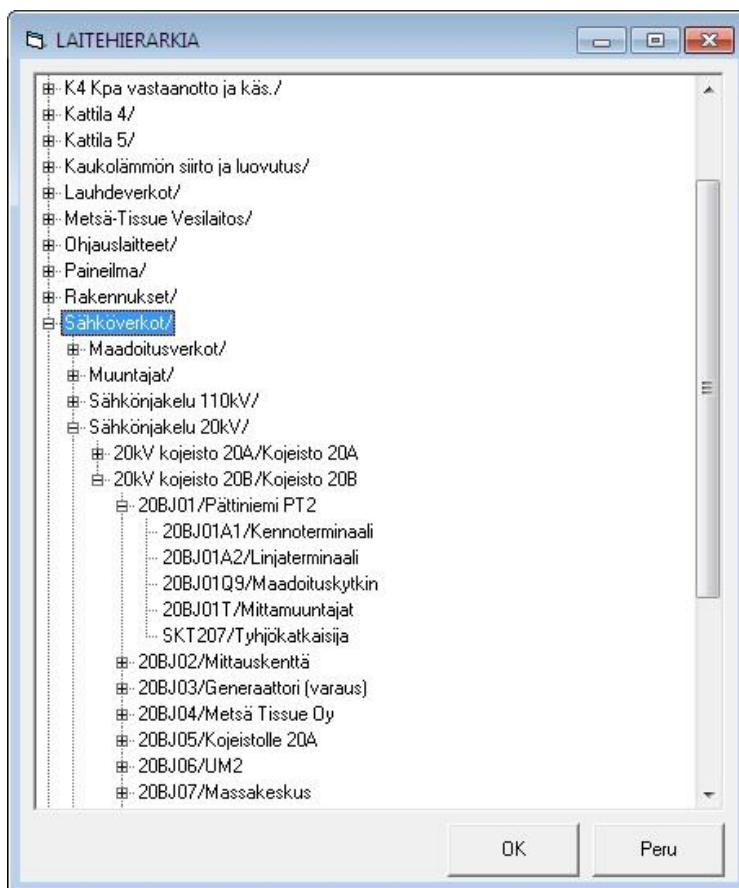
Voimalaitoksen kaikkein kriittisimmät komponentit pyritään lämpökuvaamaan keran vuodessa. Lämpökuvauksella saadaan suuntaa antavaa arviota siitä, mitkä laitteet vaativat huoltoa nopeammin kuin on suunniteltu. Kuvaukset tehdään laitoksen ollessa käynnissä ja otettuja kuvia verrataan normaalitilanteeseen tai analysoidaan poikkeavia lämpöarvoja kuvasta. Lämpökuvaus tehdään 20 kV kojeistojen lisäksi myös 110 kV:n, 45 kV:n ja 3 kV:n laitteistoille.

5 KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN HYÖDYNTÄMINEN

Voimalaitoksen kunnossapitojärjestelmässä ei ollut tähän mennessä yhtään sähkönjakelun laitetta listattuna, joten työ piti aloittaa käytännössä tyhjästä. Tämä oli toisaalta helpompaa, sillä nyt voitiin automaatisähkömestarin kanssa miettiä sopiva hierarkia ja laitetunnukset. Vaikka ennakkohuollon suunnittelu kohdistui vain 20 kV:n kytkinkojeistolle, kunnossapitojärjestelmään kirjattiin 110 kV:n, 45 kV:n, 20 kV:n ja 3 kV:n sähkönjakelun tärkeimmät laitteet. Kun 20 kV:n sähkönjakelun laitteiden valmistajien huolto-ohjeet oli tutkittu ja jokaisen laitteen suositeltu huoltoväli saatu selville, voitiin aloittaa laitteiden listaaminen kunnossapitojärjestelmään. Muiden jännitetasojen ennakkohuoltosuunnitelmana käytettiin vanhoja ohjeita. Ne käytettiin lävitse automaatisähkömestarin kanssa ja varmistettiin, että jokaisen laitteen huoltoväli oli oikea ja huoltoaikataulu oli pysynyt tahdissa.

5.1 Hierarkia

Hierarkia on tärkeä osa toimivaa kunnossapitojärjestelmää, sillä sen avulla jokaisen käyttäjän on helppo löytää tietty laite. Hierarkian kaksi ensimmäistä tasoa eivät ole muokattavissa, joten myös sen vuoksi tähän vaiheeseen suunnitteluun käytettiin aikaa. Järjestelmässä ei ollut tähän mennessä yhtäkään sähkölaitetta, joten hierarkia suunniteltiin alusta. Hierarkia aloitettiin luomalla päätaso sähkönjakelu, joka näkyy kuvassa 7. Samalla tasolla on myös höyrynjakelu, joten koettiin luonnolliseksi nimetä päätaso sähkönjakeluksi. Tämän alle luotiin jokaiselle jännitetasolle oma tasonsa ja niiden alle jokaiselle kojeistolle oma tasonsa.



Kuva 7. Kunnossapitojärjestelmään luotu hierarkia.

Esimerkiksi 20 kV:n taso jaettiin seuraavalla tasolla 20A- ja 20B-kennostoiksi ja 3 kV:n taso jaettiin 3H- ja 3N-kennostoiksi. Kolmannen tason alle tehtiin kennosto kohtaiset tasot, kuten J01, J02 ja niin edelleen. Näiden tasojen alle sijoitettiin varsinaiset kojeistojen komponentit, kuten katkaisijat ja mittamuuntajat.

5.2 Laitetunnukset

Laitetunnuksien kanssa tilaajalla oli toiveena, että jokainen laite saataisiin järjestelmään samalla tunnukseella, kuin ne ovat sähköpiirustuksissa. Esimerkiksi 20 kV:n katkaisija saattoi olla piirustuksissa 20B-J01-Q0, joten se tunnus olisi saatava laitteen tunnukseksi myös kunnossapitojärjestelmään. Kaikki kiinteät laitteet, kuten mittamuuntajat ja maadoituserottimet olisi voitu merkitä tällä tavoin ja lopulta merkittiinkin, mutta katkaisijoissa ongelmia aiheutti laitteen siirrettävyys.

Moniin kojeistoihin on varastossa ylimääräisiä katkaisijoita, tai joitakin kennoja ei käytetä. Käyttämättömät katkaisijat huolletaan yleensä käytön aikana, jolloin ne voidaan vikatilanteessa tai ajoitetun huollon aikana vaihtaa nopeasti huoltoon tarvitsevaan katkaisijaan. Silloin laitetunnus ei voi olla sidoksissa kojeistoon tai sen kennoon, vaan sen pitää olla riippumaton. Lopulta katkaisijoiden laitetunnuksiksi päätettiin ottaa käyttöön kuvassa 8 näkyvät tunnukset.

| | | | |
|-----|----|----------------------|--|
| S | | SÄHKÖNJAKELULAITTEET | |
| SK | S | KATKAISIJAT | |
| SKI | SK | ILMAKATKAISIJAT | |
| SKP | SK | PAINEILMAKATKAISIJA | |
| SKV | SK | VÄHÄÖLJYKATKAISIJA | |
| SKT | SK | TYHJIÖKATKAISIJA | |

Kuva 8. Katkaisijoiden laitetunnuksien merkintätapa.

Katkaisijoiden numerointi aloitettiin 201:stä eteenpäin, ja numerointi ei liittynyt mihinkään. Jokainen katkaisija merkattiin paikanpäällä tarranauhalla, jotta katkaisijoiden tunnistamiseksi ei tarvitse käyttää vaikeita sarjanumeroita. Varmuuden vuoksi sarjanumerot ja laitetunnukset ovat ylhäällä paperisessa ennakkohoolto-ohjelmassa, jos merkinnät irtoavat katkaisijoista.

5.3 Huollot

Arrow Maintissa yksi huolto voi sisältää monia osahuoltoja ja yksi osahuolto voi sisältää monta toimenpidettä. Huolto-tasolle luotiin huollon konkreettinen kohteen si-

jainti, esimerkiksi Mäntänkosken kojeisto. Osahuolto-tasolle luotiin jokaiselle sähkönjakelun laitteelle oma taso, esimerkiksi tyhjiökatkaisijat, mittamuuntajat ja suoja-releet. Toimenpide-tasolle luotiin jokaiselle laitteelle suoritettavat pääasialliset tehtävät. Jokaiselle osahuollolle, eli jokaiselle laitteelle, voidaan määritellä sama huoltoväli, mutta myöskin jokaiselle erilliselle laitteelle voidaan määritellä oma huoltoväli. Kuvassa 9 näkyy kaikki huollon eri tasot eli huolto, osahuolto ja toimenpiteet.

| Huolto | Nimi | Laite |
|--------|---|-------|
| 46 | Mäntänkosken 20kV kojeistojen ennakkohuolto | |
| 47 | Pättiniemen aseman 110kV ja 45 kV ennakkohuolto | |
| 48 | Lämpöamerakuvaukset | |
| 49 | Voimalaitoksen 3kV kojeistojen ennakkohuolto | |
| 50 | Sähkösemenin kuukausitarkastus | |
| 51 | Maadoitusverkkojen maadoitusmittaukset | |
| 52 | Ilmansiirtimen ennakkohuolto | |

| Osahuolto | Selite | Työlaji | Huoltov. | Aikayks. | Tuntiarv. | Kesto | Tekijä |
|-----------|---|---------------|----------|----------|-----------|-------|---------------|
| 46.1 | Mäntänkosken 20kV kojeiston ennakko- | ENNAKKOHUOLTO | 1 | Tyypinh. | 2 | 0 | Petri Mäkinen |
| 46.2 | Mäntänkosken 20kV suoja-releiden ennakko- | ENNAKKOHUOLTO | 1 | Tyypinh. | 2 | 0 | Petri Mäkinen |
| 46.3 | Mäntänkosken kennon 20A tyhjiökattilat | ENNAKKOHUOLTO | 1 | Tyypinh. | 2 | 0 | Petri Mäkinen |
| 46.4 | Mäntänkosken kennon 20B tyhjiökattilat | ENNAKKOHUOLTO | 1 | Tyypinh. | 2 | 0 | Petri Mäkinen |

| Numero | Toimenpide | Työohjeet |
|--------|--------------------|---|
| 3.10 | Tarkastus | Tarkastetaan katkaisijan osien kunto. Pääoskettimet, tukieristimet, liitännät, ohjaukset ja |
| 3.11 | Puhdistus | Puhdistetaan katkaisijan osat. Pääoskettimet, laakerit, tukieristin, ohjain, vaimennus |
| 3.12 | Testaus ja mittaus | Testataan ja mitataan katkaisijan kunto. Toiminta-aikamittaus, ylimenovastus, eristy- |

Kuva 9. Kunnossapitojärjestelmän huolto-taso.

Esimerkiksi osahuolto-kohdassa olevat tyhjiökatkaisijat merkataan tyypihuolloksi ja huoltoväliksi yksi vuosi. Osahuollon päällä painetaan oikealla hiirellä laitteet ja aukeavaan ikkunaan, joka näkyy kuvassa 10, voidaan lisätä kaikki sen kojeiston tyhjiökatkaisijat. Jokaiselle tyhjiökatkaisijalle on mahdollista näin määrittää oma tahtinsa.

| Laite | Nimi | Huoltov. | Aikayks. | Selite | Työlaji | Tuntiarv. | Kesto | Tekijä |
|---------|------------------|----------|----------|-------------------------------|---------------|-----------|-------|--------|
| SKT 201 | Tyhjiökatkaisija | 5 | Vuosi | Tyhjiökatkaisijan SKT 201 enr | ENNAKKOHUOLTC | 2 | 0 | Pe |
| SKT 202 | Tyhjiökatkaisija | 5 | Vuosi | Tyhjiökatkaisijan SKT 202 enr | ENNAKKOHUOLTC | 2 | 0 | Pe |
| SKT 203 | Tyhjiökatkaisija | 5 | Vuosi | Tyhjiökatkaisijan SKT 203 enr | ENNAKKOHUOLTC | 2 | 0 | Pe |
| SKT 204 | Tyhjiökatkaisija | 5 | Vuosi | Tyhjiökatkaisijan SKT 204 enr | ENNAKKOHUOLTC | 2 | 0 | Pe |
| SKT 205 | Tyhjiökatkaisija | 5 | Vuosi | Tyhjiökatkaisijan SKT 205 enr | ENNAKKOHUOLTC | 2 | 0 | Pe |
| SKT 206 | Tyhjiökatkaisija | 5 | Vuosi | Tyhjiökatkaisijan SKT 206 enr | ENNAKKOHUOLTC | 2 | 0 | Pe |

Kuva 10. Kaikki laitteet, mitkä sisältyvät osahuoltoon 46.3. Kaikki laitteet voidaan generoida omaan tahtiin.

Jokaiselle osahuollolle on mahdollista määrittää arvioidut työtunnit sekä työn suorittaja. Ennakkohuolto tapauksissa työn suorittajaksi merkattiin automaattiosähkömestari, joka hoitaa laitteille asianmukaisen huollon. Koska voimalaitoksella ei ole omaa sähkökunnossapitoa, huolto tilataan yleensä ulkopuoliselta yritykseltä.

5.4 Generointi

Lopuksi huollot generoidaan. Huolto kannattaa generoida yhdellä. Järjestelmä luo uuden huoltomuistutuksen määrätyn ajan päähän edellisen työn valmistumisesta generoimalla, joka kerta kun vanha työmääräys merkataan tehdyksi järjestelmään. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää, että jokainen ennakkohuoltomuistutus on huomioitava jotenkin: Joko siirrettävä tulevaisuuteen tai merkattava huolletuksi heti huollon jälkeen. On mahdollista, että huomiotta jäänyt huolto saattaa hukkaa työaikakalenteriin, eikä järjestelmä luo seuraavaa huoltoa laitteelle.

Otetaan esimerkiksi tyhjiökatkaisija, jonka huoltoväli on neljä vuotta. Se generoidaan yhden kerran eteenpäin, jolloin se luo generointipäivämäärästä neljän vuoden päähän huoltomuistutuksen laitteelle. Kun se huolto merkataan tehdyksi, järjestelmä jälleen luo neljän vuoden päähän huoltomuistutuksen. Yhdellä generoinnilla on hyötynsä, sillä silloin huolto-ohjelmaa voi muuttaa, esimerkiksi ohjeiden tai huoltovälin osalta. Kun seuraavan kerran järjestelmä generoi, se generoi huollon uusilla huolto-ohjeilla.

5.5 Dokumentointi

Jokaiselle huollolle on mahdollista tallentaa erilaisia dokumentteja, jotka voi tulostaa huollon ilmestyessä työaikakalenteriin. Dokumentteihin voi tallentaa esimerkiksi laajemman huolto-ohjeen, sillä itse kunnossapitojärjestelmään huolto-ohjeiden kirjoittaminen on hankalaa. Dokumentteihin voi liittää myös kyseisen laitteen käyttöohjeet tai tarkastuslomakkeen. Kuten kuvassa 11, sähköiset dokumentit saadaan yhteen paikkaan talteen.

| Dokumentin nimi | Numero | Tiedosto | Laite | Info |
|-----------------|--------|--|---------|---|
| Tyypikiri | 1 | \\146.119.41.195\Arrow\Maint\doc\Sähköjakelu\Kaikkaisojien tyypikivet\SKT 209.jpg | SKT 209 | Kuvatiedosto kaikkaisjan tyypikivestä |
| Manuaali | 2 | \\146.119.41.195\Arrow\Maint\doc\Sähköjakelu\Manuaali\KT_yhök_alkaisija_Areva_HVX_[F1].pdf | SKT 209 | Suomalainen käyttöohje tyhök_alkaisijalle |

Kuva 11. Esimerkki dokumenttien tallennuksesta kunnossapitojärjestelmään.

Tärkein dokumenttien ominaisuus on kuitenkin se, että huollon jälkeen kaikki pöytäkirjat voidaan tallentaa kyseisen laitteen huoltokorttiin, jolloin ne löytyvät helposti ja nopeasti. Yleensä monet yritykset toimittavat tarkastuspöytäkirjat paperisena ja sähköisenä.

6 YHTEENVETO

Kuten aikaisemmin todettu, ennakoivaan kunnossapitoon yleensä ei saada kohdenettua tarpeeksi niin paljon resursseja kuin haluttaisiin. Arrow Maint kunnossapitojärjestelmä on ollut laitoksella käytössä hieman yli kuusi vuotta ja tämän työn jälkeen pääasiassa kaikki sähköjakeluun liittyvät tärkeimmät laitteet ovat nyt kirjattuna kunnossapitojärjestelmään. Tämä helpottaa tulevaa, vaikka tulevaisuudessa kunnossapitojärjestelmä vaihdettaisiinkin uuteen. Yleensä kaikki tarpeellinen tieto saadaan siirrettyä vanhasta järjestelmästä uuteen, jolloin vältetään laitteiden läpikäymisestä uudelleen.

Aluksi kunnossapitojärjestelmään piti lisätä vain 20 kV:n jännitetason laitteet, mutta jälkepäin päätettiin lisätä samalla myös 110 kV:n laitteet, 45 kV:n laitteet ja 3 kV:n laitteet. Tämä oli hyvä ratkaisu, vaikka aikaa ehkä kuluikin vähän enemmän, sillä nyt suur- ja keskijännitetason laitteet on kaikki kirjattu kunnossapitojärjestelmään ja tulevaisuudessa voimalaitoksen henkilökunta voi keskittyä uusien laitteiden ja pienjännitetason laitteiden lisäämiseen kunnossapitojärjestelmään. Kunnossapito-

järjestelmässä on nyt malli hierarkian tekemiseen ja sitä noudattamalla saadaan yhtenäinen ja selkeä hierarkia.

Kunnossapitojärjestelmä oli hieman epäluotettava ja se saattoi kaatua kesken käytön. Tällaiset ongelmat lisäävät työtaakkaa ja saattaa nostaa kynnystä järjestelmän käyttämiseen. Arrow Novi on uudistettu versio Arrow Maintista. Uutta versiota voi muokata vapaammin omiin tarpeisiinsa, ja siksi se saattaisi toimia sähkökunnossapidossa paremmin. Uusi versio varmasti maksaisi itsensä takaisin nopeasti, sillä vanha versio on hyvin epävakaa ja sen käyttämiseen tuhlaantuu työtunteja paljon. Uuden version opettaminen henkilökunnalle myöskin vie aikaa, mutta pidemmällä aikavälillä hyödyt olisivat haittoja suuremmat.

Ennakkohuoltokansiossa olevaa taulukkopohjaista ennakkohuolto-ohjelmaa kannattaa hyödyntää kunnossapitojärjestelmän rinnalla, sillä joissakin tilanteissa sen käyttö voi olla helpompaa ja nopeampaa. Taulukkopohjainen ennakkohuolto-ohjelma on tallennettuna myös sähköisessä muodossa, joten sen pitäminen ajan tasalla olisi suotavaa. Kansion päivitys jokaisen huollon jälkeen pitää myös taulukon ajan tasalla ja tällä tavoin päivitettävien laitteiden määrä ei nouse suureksi.

Lopputuloksena työlle saatiin päivitetty ja toimiva ennakkohuolto-ohjelma. Ennakkohuolto-ohjelma on käytössä kunnossapitojärjestelmässä sekä ennakkohuoltokansiossa. Kunnossapitojärjestelmää hyödynnetään nyt erittäin hyvällä tasolla myös sähkökunnossapidossa ja sähköjakelun laitteiden ennakkohuollot ovat varmempia kuin ennen.

LÄHTEET

Arrow Engineering Oy www-sivut 2015. Viitattu 23.10.2015.

<http://www.arroweng.fi/>

Arteche mittamuuntajien ohjekirja. Arteche.

Aura L. & Tonteri A. J. 1993. Sähkölaitostekniikka. Porvoo: WSOY

Elovaara J. & Haarla L. 2011. Sähköverkot II. Tallinna: Otatieto

Käyttäjäkokemukset vakuuttivat: Helppo käytettävyys on tärkeintä. 2010. Nuolenkärki 1.

Laine, H. S. 2010. Tehokas kunnossapito - tuottavuutta käynnissäpidolla. Kerava: KP-Media Oy

Maadoituskytkin KGE Käyttö- ja huolto-ohje. No. 513 091, versio 05/79. 2004. Vantaa: Areva T&D SA

Mäntän Energia Oy:n esittely. 2015. PowerPoint-esitys.

Peltonen, K. 2015. Kartonkitehdas antoi huoltoseisokin pilvipalvelun käsiin. Tekniikka & Talous 12, 18-20.

Piippoo J. & Tuliniemi J. 2015. Kustannustehokas ennakkohuolto varmistaa voimalaitoksen toiminnan. Promaint 2, 18-20.

Raunio, H. 2005. Käyttövarmuus ratkaisee. Tekniikka & Talous 4, 22.

SFS-käsikirja 601. Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot 2009. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS

Tukes Ohje S4-2011. 2011.

Tyhjiökatkaisijan HVX-F Käyttö- ja huolto-ohje. No. 531 301, versio 01/01. 2004. Vantaa: Areva T&D SA

