



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

VEDENTUOTANNON SÄHKÖ-, INSTRUMENTOINTI- JA AUTOMAATIOKUNNOSSAPITO- OHJELMA

TEKIJÄ/T: Juuso Nieminen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Juuso Nieminen			
Työn nimi Vedentuotannon sähkö-, instrumentointi- ja automaatiokunnossapito-ohjelma			
Päiväys	8.5.2014	Sivumäärä/Liitteet	29/3
Ohjaaja(t) lehtori Jari Ijäs			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kuopion Vesi Liikelaitos			
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö käsittelee teollisuuden sähkölaitteille tehtävää kunnossapito-ohjelmaa. Työ tehtiin Kuopion Vesi Liikelaitokselle ja sen tavoitteena oli luoda yritykselle helppokäyttöinen ja uusimpien standardien mukainen kunnossapito-ohjelma, joka sisältäisi vedentuotantopuolen sähkölaitteistot.</p> <p>Työssä on esitelty kunnossapidon keskeisimpiä asioita, kuten kunnossapitoon liittyviä lakeja, käytön ja huollon toimenpiteiden käsitteitä ja sitä, miten suunnittelu kannattaa aloittaa. Työssä on tutustuttu myös vedentuotannon erilaisiin komponentteihin ja niiden huoltoon. Lopuksi on esitelty Artturi-tietokantaohjelma, jota käytettiin osana kunnossapitosuunnitelman toteutusta.</p> <p>Lopputuloksena syntyi standardien mukainen kunnossapito-ohjelma, joka auttaa laitosta pitämään yllä laitteiden huoltoa ja helpottamaan kunnonvalvontaa.</p>			
Avainsanat Artturi, kunnossapito-ohjelma, vedentuotanto, huoltaminen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Juuso Nieminen			
Title of Thesis Maintenance Program for Electricity, Instrumentation and Automation in Water Production			
Date	8 May 2014	Pages/Appendices	29/3
Supervisor(s) Mr. Jari Ijäs, Lecturer			
Client Organisation /Partners Kuopion Vesi Public Utility			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was made for Kuopion Vesi public utility, which did not yet have a comprehensive maintenance program. The aim of this thesis was to create a maintenance program with the latest standards and include all the electrical equipment in water production.</p> <p>The thesis examined the key issues of maintenance, such as the legal provisions concerning maintenance, concepts of operation and maintenance, and how the planning should get started. This project also examined different components in water production and how to maintain them. Finally, the Artturi database program which was used in the implementation of this maintenance program was studied. The material for this thesis was found from manuals and the Finlex website which contains the legal provisions.</p> <p>The result of this thesis was a maintenance program with the latest standards and laws, which helps the utility to maintain and monitor their electrical equipment.</p>			
Keywords Artturi, maintenance program, water production, maintenance			

ESIPUHE

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella toimiva, helppokäyttöinen ja kattava kunnossapito-ohjelma Kuopion Vesi Liikelaitokselle. Haluaisin kiittää sähköinsinööri Markus Haposta, joka ehdotti minulle tätä aihetta, sekä huoltomies Jari Rissasta, sähkömies Jouni Matilaista ja sähkömies Kari Takkista, jotka avustivat opinnäytetyön tekemisessä.

Haluan myös kiittää lehtori Jari Ijästä projektin ohjaamisesta.

Kuopiossa 7.5.2014

Juuso Nieminen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	KUOPION VESI	8
2.1	Yrityksen toiminta	8
2.2	Historia	9
3	VEDENTUOTANNON SÄHKÖLAITTEISTON LUOKITUS	10
4	KUNNOSSAPITOON LIITTYVÄT LAIT	11
4.1	Huolto ja kunnossapito	11
4.2	Määräaikaistarkastus	11
5	SÄHKÖLAITTEISTON KUNNOSSAPITO	12
6	VEDENTUOTANNON KOMPONENTIT	14
6.1	Instrumentti- ja automaatiolaitteet	14
6.1.1	Poistumisvalaistusjärjestelmä	14
6.1.2	UV-laitteet	15
6.1.3	Sameusmittauslaitteet	15
6.1.4	pH-anturit	16
6.1.5	Pinnankorkeusanturit	17
6.2	Sähkölaitteet	17
6.2.1	UPS-järjestelmät	18
6.2.2	Sähkökeskukset	18
6.2.3	Taajuusmuuttajat	19
6.2.4	Kompensointilaitteet	20
6.2.5	Akut	20
6.2.6	Varavoimakoneet	20
7	TYÖN SUORITUS	21
7.1	Artturi-ohjelma	21
7.2	Työn alkuvaiheet	21
7.3	Uuden huolto-ohjelman lisääminen	22
7.4	Huolto-ohjelman aikataulutus	24
7.5	Huoltotyön kuittaus ja raportointi	25
8	TYÖN TULOKSET	26
	LÄHTEET	27

LIITE 1: SÄHKÖKESKUSTEN TARKASTUS- JA HUOLTOLISTA	28
LIITE 2: TAAJUUSMUUTTAJAN HUOLTOVÄLITÄULUKKO	29
LIITE 3: KUNNOSSAPITO-OHJELMAN VIIKKOKALENTERI	30

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä Kuopion Vesi Liikelaitoksen vedentuotantopuolelle standardien mukainen kunnossapito-ohjelma. Vedentuotannon komponenteille ajoitetaan määräaikaista tehtäviä huollot ja tarkastetaan, että vanhat huolto-ohjeet ja huoltovälit ovat nykystandardien ja sähköturvallisuuslain mukaiset.

Vanha kunnossapito ohjelma käsittää vain määräaikaistarkastukset ja muutamia instrumenttilaitteita, joten sitä päivitetään sisältämään koko tuotantolaitoksen sähkö-, instrumentointi- ja automaatiokomponentit.

Suunnitelma tehdään osaksi Artturi-ohjelman tietokantaan, jonka avulla pidempiaikaisia huoltovälejä on helppo seurata.

2 KUOPION VESI

2.1 Yrityksen toiminta

Kuopion Vesi on kunnallinen Liikelaitos, jossa vuonna 2013 työskenteli 80 henkilöä. Yrityksen liikevaihto oli tuolloin n. 19,9 miljoonaa euroa. Kuopion Veden toiminta-alue kattaa Kuopion keskeisen kaupunkialueen ja Melalahden, Vehmersalmen, Karttulan, Nilsiä ja Kurkimäen taajamat.

(Kuopion Vesi Liikelaitos)

Kuopion kaupunkialueen raakavesi saadaan Hietasalon ja Jänneiemien vedenottamoilta, joissa veden hankinta perustuu rantaimetykseen. Rantaimetyksessä järvivesi suotautuu vettä johtavien maakerrosten läpi, jolloin orgaaninen aines ja vedessä olevat mikrobit poistuvat tehokkaasti. Jänneiemien vedenottamalla riittää, että rauta ja mangaani poistetaan kaksivaiheisella biologisella pika-hiekkasuodatuksella, joten vedenpuhdistuksessa ei tarvitse käyttää minkäänlaisia kemikaaleja. Kalkkipitoisen maaperän vuoksi Jänneiemien veden kovuus (kalkki ja magnesiumpitoisuus) on korkeampi kuin Suomen pohjavesissä yleensä. Hietasalosta tuleva vesi on Jänneiemien vettä pehmeämpää ja sisältää raudan sekä mangaanin lisäksi myös humusta. (Kuopion Vesi Liikelaitos 2009.)

Päävedenottamoiden vesi johdetaan Itkonniemen vesilaitoksen kautta kulutukseen. Hietasalon vesi puhdistetaan Itkonniemellä kemiallisella saostuksella, jota on tehostettu raudan ja mangaanin esihapetuksella. Lähtevä vesi desinfioidaan kloorilla ennen kulutukseen johtamista. Laitoksella sijaitsee myös vedentuotannon keskusvalvomo, jonka kaukovalvonnan piiriin kuuluvat kaikki vedenottamot. (Kuopion Vesi Liikelaitos 2009.)

Kuopion Vedellä on myös pohjavedenottamoita Melalahdessa, Kurkimäessä, Vehmersalmella, Karttussa ja Nilsiässä. Melalahden, Vehmersalmen, Karttulan ja Nilsiä harjupohjavedet tarvitsevat vain neutralointikäsittelyn, mutta Kurkimäen vesi pumpataan kallioporakaivoista ja puhdistetaan hidas-suodatusmenetelmällä. Melalahden, Kurkimäen, Vehmersalmen ja Nilsiä lähtevä vesi desinfioidaan ultraviolettivalolla. (Kuopion Vesi Liikelaitos.)

Kaupunkialueen vedenkulutus on n. 17 000 m³/vrk, ja molemmat päävedenottamot pystyvät tarvittaessa yksinään turvaamaan koko kaupungin tarpeen. Normaalisti 2/3 vedestä otetaan Jänneiemestä ja loput Hietasalosta. Itkonniemen vesilaitoksella on lisäksi mahdollisuus järvivedenottoon varavesilähteenä. (Kuopion Vesi Liikelaitos 2009.)

2.2 Historia

Kuopion vesijohtoverkostoa on rakennettu 1913 lähtien, jolloin Itkonniemen laitos otettiin käyttöön, ja osa vanhimmista verkoston osista on vieläkin käytössä. Keskustan päävesijohdoista suuri osa on tehty 1950- ja 1960-luvuilla. Viemärien ja alueellisten puhdistamoiden rakentaminen keskustaan ja sen lähimmille asuntoalueille alkoi 1940 - 1950-luvuilla. Myös vanhimpia viemäriosuuksia on paikoin edelleen käytössä. (Kuopion Vesi Liikelaitos 2009.)

Laajemmin vesijohtoverkostoa alettiin rakentaa 1970-luvulla, jolloin Kuopion kasvu alkoi voimistua. Viemäröintialueet laajentuivat 1974, kun Lehtoniemen jätevesipuhdistamo valmistui. Samalla alueellisista puhdistamoista luovuttiin. Asuntoalueiden välisiä pääverkostoja ja alueiden sisäisiä jakeluverkostoja rakennettiin 1970-luvulta aina 1990-luvun lopulle saakka. 2000-luvulla pääpaino on ollut verkostojen saneerausissa ja rinnakkaisyhteyksien rakentamisessa toimintavarmuuden parantamiseksi. Lisäksi verkostoja on rakennettu erityisesti Saaristokaupungin asuntotuotannon ja Kuopion eteläisten yritysalueiden tarpeisiin. (Kuopion Vesi Liikelaitos 2009.)

3 VEDENTUOTANNON SÄHKÖLAITTEISTON LUOKITUS

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) on antanut sähköturvallisuuslain SL (410/1996) 56 §:n nojalla sähkölaitteistojen käyttöönottoa, käyttöä ja tarkastuksia koskevat täydentävät ohjeet (S4-2011), joissa määritellään mm. sähkölaitteistojen luokkajaot.

”Sähkölaitteistoluokituksessa luokitusperusteina on kolmentyyppisiä asioita:

- sähkölaitteisto asuinrakennuksessa (luokka 1a)
- sähkölaitteisto erityistilassa (luokat 1d, 2b, 3a, 3b)
- sähkölaitteistokokonaisuus (luokat 1b, 2c, 2d, 3c)”

(Tukes 2011-2-11.)

Kuopion vedellä on yli 1 000 V osia sisältävä keskijännitekojeisto, joten sähkölaitteistot kuuluvat luokkaan 2c ja laitteistoille on tehtävä määräaikaistarkastus 10 vuoden välein. Laitoksella on prosessissa tarvittavan kalkin siilohuone, mutta koska kalkkia ei ole määritelty räjähdys- tai palovaaralliseksi aineeksi, ei erityistilojen huoltosuunnitelmia tarvita. Kalkkipöly kuitenkin leviää helposti ilmassa, joten siilohuoneen ja sen läheisyydessä olevia sähkölaitteita ja -laitteistoja tulisi puhdistaa pölystä säännöllisesti.

”Luokka 2c (Yli 1000 V osia sisältävä sähkölaitteisto)

Samaan sähkölaitteistoon kuuluvat kaikki yhtenäiselle alueelle (kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle) rakennetut saman haltijan sähkölaitteistot, siis yli 1 000 V laitteistojen lisäksi myös kiinteistön muu sisäinen jakeluverkko ja ne rakennukset, ulkoalueet yms. joissa on vain enintään 1 000 V laitteistoja. On huomattava, että saman kiinteistön tai kiinteistöryhmän alueella voi olla eri haltijoiden ja eri luokkiin kuuluvia sähkölaitteistoja.” (Tukes 2011-2-11.)

”Kiinteistön luokan 2c (ja 2d) laitteistoon sisältyvät myös kiinteistössä olevat saman haltijan alemman luokan, esim. 1b, 1d ja 2b, sähkölaitteistot. Luokan 3a räjähdysvaarallinen tila ja luokan 3b lääkintätila, joiden varmennus- ja määräaikaistarkastusmenettelyt poikkeavat 2c- ja 2d-laitteistosta, ovat aina tarkastusmenettelyjen kannalta erillisiä ja erikseen rekisteriin merkittäviä sähkölaitteistoja.” (Tukes 2011-2-11.)

”Muuntamoksi katsotaan yhden tai useamman muuntajan taikka yli 1 000 V nimellisjännitteisen kytkinlaitoksen muodostama kokonaisuus, joka on samassa tilassa tai välittömästi toisiinsa liittyvissä tiloissa. Tällaisilla tiloilla tarkoitetaan seinien tai kapeiden välitilojen toisistaan erottamia tiloja.” (Tukes 2011-2-11.)

4 KUNNOSSAPITOON LIITTYVÄT LAIT

Kauppa- ja teollisuusministeriö on laatinut asetuksen (335/2004) sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä annetun päätöksen (517/1996) muuttamisesta. Asetuksen momentit 10 - 12 määräävät laitteistojen huollosta ja kunnossapidosta sekä määräaikaistarkastuksista.

4.1 Huolto ja kunnossapito

10 §

”Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti”

(Kauppa- ja teollisuusministeriö 2004-7-5).

11 §

”Luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on laadittava ennalta sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla.” (Kauppa- ja teollisuusministeriö 2004-7-5.)

4.2 Määräaikaistarkastus

12 §

”Käytössä olevalle sähkölaitteistolle on tehtävä määräaikaistarkastus seuraavasti:

- 1) luokan 1 sähkölaitteistolle asuinrakennuksia lukuun ottamatta viidentoista vuoden välein, mikäli kuitenkin asuinrakennuksen osana on liiketiloja tai muita pääasiassa muuta käyttöä kuin asuimista palvelevia tiloja, joiden suojalaitteena toimivan ylivir-tasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria, on näiden tilojen sähkölaitteistoille tehtävä määräaikaistarkastus viidentoista vuoden välein.
- 2) luokan 2 sähkölaitteistolle kymmenen vuoden välein
- 3) luokan 3 sähkölaitteistolle viiden vuoden välein”
(Kauppa- ja teollisuusministeriö 2004-7-5.)

5 SÄHKÖLAITTEISTON KUNNOSSAPITO

Kunnossapito-ohjelman laatiminen teollisuuden laitteille on tärkeää monella tapaa. Huoltojen avulla parannetaan laitteiden käyttöikää, käyttövarmuutta ja vähennetään tuotannon keskeytyksiä. Teollisuudessa lyhytkin tuotannon keskeytys voi aiheuttaa yritykselle suuren taloudellisen tappion. Kunnossapidolla parannetaan myös käyttö- ja työturvallisuutta, kun laitteistojen tai laitteiden kuntoa tarkkaillaan ja viat korjataan. Huonokuntoiset eristeet, sulakkeet ja liitokset voivat aiheuttaa valokaaria ja sähkölaitteisiin kerääntyvä pöly lisää palon syttymisen riskiä.

”Kunnossapito on ylläpitoon kuuluvaa toimintaa, jossa pyritään uusimaan tai korjaamaan sähkölaitteiston vialliset ja kuluneet osat ilman, että laitteiston suhteellinen laatutaso olennaisesti muuttuu. Kunnossapidon tavoite on säilyttää sähkölaitteisto suunnilleen senlaatuksena, kuin se on ollut ensimmäistä kertaa käyttöön otettaessa. Laitteisto ei kuitenkaan välttämättä pysy alkuperäisen kaltaisena, koska yleensä on tarkoituksenmukaista käyttää uudempia teknisiä ratkaisuja ja ottaa huomioon tarpeita, joita uudisrakentamisen aikaan ei vielä tunnettu. Kunnossapito voidaan toteuttaa hankemuotoisesti tai esimerkiksi säännöllisten vuosikorjauksien avulla.” (Sähköinfo Oy 2003-2-15.)

Kunnossapitoon liittyy erilaisia huoltotoimenpiteitä, joiden käsitteitä on listattu alla.

Käyttö

Kohdetta käytetään tarkoituksen mukaisesti.

Käyttöseuranta

Käyttöseurantaa ovat henkilöstön suorittamat tarkkailut, hoidot ja huollot käytön aikana.

Testaus

Testauksella tarkistetaan laitteen toiminta tai verrataan mittauksista saatuja tuloksia laitteen valmistajan antamiin arvoihin.

Ehkäisevä huolto

Ehkäisevää huoltoa ovat kaikki huoltotoimenpiteet, jotka tehdään laitteelle vaikka laitteessa ei ilmeneisi vikaa.

Korjaava huolto

Korjaavia toimenpiteitä ovat rikkoutuneen tai vanhentuneen laitteen korjaus tai vaihto.

Määräaikaishuolto

Määräaikaishuoltoa on mm. kunnossapito-ohjelman mukainen laitteen puhdistus.

Tarpeenmukainen huolto

Tarpeen mukainen huolto ottaa huomioon laitteiden ympäristöolosuhteet ja yksilölliset erot, esimerkiksi UV-valojen vaihto mitatun käyttö-ajan perusteella.

Rutiinihuolto

Rutiinihuolto tehdään ottamatta huomioon laitteen ympäristöolosuhteita ja yksilöllisiä eroja.

6 VEDENTUOTANNON KOMPONENTIT

Vedentuotannossa käytetään paljon instrumentti-, automaatio- ja sähkölaitteita, joiden huoltaminen pidentää niiden käyttöikää ja parantaa käyttövarmuutta. Ennen huoltotöiden aloittamista tulisi laitteiden mukana tulleet käyttö- ja huolto-ohjeet lukea huolellisesti, jotta vältetään henkilö- ja laitevahingoilta.

6.1 Instrumentti- ja automaatiolaitteet

Vedentuotannossa käytettäviä instrumentoinnin komponentteja ovat pH-anturit, pinnankorkeusanturit ja sameusmittarit, joiden avulla prosessia ja veden laatua valvotaan. Prosessissa käytetään paljon muitakin mittalaitteita (esimerkiksi virtausmittareita ja painemittareita), mutta tässä opinnäytetyössä tutustutaan vain huoltoa tarvitseviin laitteisiin. Automaatiolaitteisiin kuuluvat logiikkakeskukset, paloilmoitinjärjestelmät ja poistumisvalaistusjärjestelmät. Käytössä on myös UV-desinfiointilaitteita, joilla vesi desinfioidaan, ennen kuin se toimitetaan kuluttajille.

Laitteet menettävät mittaustarkkuutta ikääntyessään ja ollessaan fyysisen rasituksen tai lämpötilavaihteluiden alaisena. Mittaustarkkuuden parantamiseksi laitteet täytyy kalibroida säännöllisin väliajoin, mikä riippuu laitteen valmistajan suosituksista, mittauksen tärkeydestä ja laatustandardien noudattamisesta. Kalibrointivälien määrittämisessä voidaan myös käyttää käyttöhistorian aikana tullutta tietoa ja kokemusta.

6.1.1 Poistumisvalaistusjärjestelmä

”Poistumisreitien merkintöjen ja valaistuksen toimintakunnossa pysyminen on varmistettava Sisäasiainministeriön asetuksen 805/2005 mukaan säännöllisellä kunnossapidolla. Pelastuslain 379/2011 12 §:n nojalla poistumisreittien opasteet ja valaistus on pidettävä toimintakunnossa sekä huollettava ja tarkastettava asianmukaisesti. Kunnossapitovelvollisuus kuuluu pelastuslain 9 §:n nojalla rakennuksen omistajalle ja haltijalle sekä toiminnanharjoittajalle osaltaan.” (Sähköinfo Oy 2013-11.)

Turvavalaistukselle tehdään erillinen kunnossapito-ohjelma ja tarkastukset ja testaukset tulee merkitä huoltokirjaan. Huoltokirjalle ei ole virallista lomaketta, mutta siihen voidaan käyttää esimerkiksi ST 96.49-kortista löytyvää kunnossapito-ohjelmaa. Kortista löytyvät päivittäin, kuukausittain ja vuosittain tehtävät tarkastukset ja testaukset, joita ovat muun muassa poistumisvalaisimien testaus akkukäytöllä, valaisimien toiminnan ja puhtauden tarkistaminen sekä valvontalaitteiden toiminnan tarkistus.

6.1.2 UV-laitteet

UV-laitteita käytetään desinfiomaan vesi ennen kulutukseen johtamista. UV-laitteeseen vaihdetaan UV-lamput noin 10 000 tunnin välein (n. 1 vuosi), jolloin myös kvartsiputkikammio puhdistetaan joko sitruunahappo- tai oksaalihappoliuoksella. UV-putkien vaihdon yhteydessä käyttötunnit nollataan putken käyttöiän seuranta varten. UV-laite puhdistetaan joko sitruunahappo- tai oksaalihappoliuoksella kolmen kuukauden välein ja samalla intensiteettianturi sekä suojatasku puhdistetaan ja kuivataan. Puhdistustoimenpiteet voi tehdä opastettu henkilö, mutta UV-valon vaihdon tekee sähköalan ammattilainen.

6.1.3 Sameusmittauslaitteet

Sameusmittauksilla tarkkaillaan veden laatua ja suodatuksen tehoa. Mittari lähettää nesteeseen valonsäteitä, jotka siroutuvat kiintoainepartikkeleista takaisin vastaanottimeen. Mittari sisältää myös kuivatusainepakkaukset, joiden tarkoitus on ehkäistä kosteuden muodostumista lähettimen ja vastaanottimen pinnalle.

Sameusmittauslaitteet puhdistetaan sisältä viikon välein ja pyyhkimit tarkistetaan ja vaihdetaan noin vuoden välein. Laitteet puhdistetaan vedellä ja pehmeällä kankaalla, tarvittaessa käytetään sitruunahappoliuosta. Kuivatusainepakkauksien kunto tarkistetaan, mikäli sameusarvot nousevat huomattavasti. Kaikki toimenpiteet voi tehdä opastettu henkilö. Sameusmittauslaite ei tarvitse kalibrointia. Kuvassa 2 on nähtävissä Hach Langen sameusanturi ja mittalähetin.



KUVA 1 Ultraturb SC plus-sameusanturi (alla) ja sc100 mittalähetin (Nieminen 2014.)

6.1.4 pH-anturit

pH-anturit mittaavat veden happamuutta, jonka tavoitearvoksi sosiaali- ja terveysministeriö on antanut 6,5–9,5 (asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 461/2000). Anturi sisältää lasikalvoisen mittauselektrodin ja vertailuelektrodin sekä lämpötila-anturin. Elektrodien välille syntyy jännite, joka riippuu nesteessä olevien vetyionien määrästä. Lämpötila-anturin avulla kompensoidaan veden lämpötilasta johtuvaa pH:n muutosta. Lasikalvon pinnalle muodostuu käytön aikana likakerros, joka vähentää mittaustarkkuutta.

pH-anturin lasikalvo puhdistetaan mittauspaikan veden laadun mukaan 1 – 2 viikon tai 3 kuukauden välein ja laite kalibroidaan kuukauden välein. Anturi puhdistetaan ennen kalibroitua kevyesti paperilla. Anturi vaihdetaan n. 1,5 vuoden välein. Puhdistuksen ja kalibroinnin voi tehdä opastettu henkilö, mutta anturin vaihdon tekee sähköalan ammattilainen.



KUVA 2 Lasikalvoinen pH-anturi (Nieminen 2014.)

6.1.5 Pinnankorkeusanturit

Pinnankorkeusanturit asetetaan säiliön pohjalle, jossa ne mittaavat pinnankorkeuden vedenpaineen muutoksesta. Pinnankorkeusanturit ovat muuttumassa TST-tyyppiseksi antureiksi (kuva 1), jotka voidaan kalibroida vain kytkemällä laite tietokoneeseen. Anturin asetukset määritellään tehtaalla, minkä jälkeen niitä voidaan muuttaa vain lähettämällä tuote takasin kalibroitavaksi tehtaalle tai tilaamalla uusi.

Vanhat anturit voidaan kalibroida niiden kytkentäkotelosta, joista löytyvät kalibrointipotentiometrit. Vanhojen pinnanmittausantureiden kalibrointiväliä ei ole määritelty, mutta kalibrointi olisi hyvä tehdä vuoden välein, jotta mittaustarkkuus säilytetään riittävänä.



KUVA 3 TST-tyyppinen pinnankorkeusanturi (Nieminen 2014.)

6.2 Sähkölaitteet

Osa Kuopion Veden huoltotöistä on ulkoistettu, kuten muuntamoiden ja paloilmoitinjärjestelmien määräaikaistarkastukset, jotka tarvitsevat viranomaistarkastuksen. Määräaikaistarkastukset on merkittävä laitteiston haltijan huoltosuunnitelmaan, jota noudatetaan. Sähkölaitteiden huollosta ja kunnossapidosta vastaa sähköalan ammattilainen.

Kuopion Vedellä on oma puoli moottoreiden, pumppujen ja venttiilien huoltoon, joten nämä komponentit jäivät pois opinnäytetyöstä.

6.2.1 UPS-järjestelmät

UPS (Uninterruptable Power Systems) on järjestelmä, jonka tarkoituksena on taata katkeamatonta sähköä kriittisille laitteille. Yksinkertaisin UPS-laite (Off-line) muuttaa vaihtosähkön tasasuuntaajan avulla tasasähköksi akustoille syöttöverkon toimiessa ja tasasähkön vaihtosuuntaajan avulla vaihtosähköksi järjestelmään liitetyille laitteille syöttöverkon vikaantuessa. Line-interactive UPS-järjestelmässä verkko syöttää kuormaa UPS-järjestelmän kautta, jolloin UPS suodattaa verkosta häiriötä väliulosottojen avulla. Vikatilanteessa kuorma saa sähköä akustosta. On-line-järjestelmässä verkkosähkö tasasuunnataan ensin akustoon ja sieltä vaihtosuunnataan kuormalle, mikä parantaa sähkölaatua. Mikäli UPS-järjestelmä ei ole redundanttinen (kahdennettu), laite on poistettava käytöstä huollon ajaksi, jolloin sähkönsyöttö on alttiina verkkokatkoksille. On-line-järjestelmässä on mahdollista ottaa syöttö suoraan verkosta, jolloin laite voidaan huoltaa turvallisesti.

UPS-järjestelmälle tehdään 1 - 2 kertaa vuodessa (riippuen käyttöolosuhteista) ennakkohuolto, jolloin tarkistetaan ohjaus- ja päävirtapiirien liitokset, oikealla tasolla oleva akuston latausjännite, järjestelmäpäivitykset sekä puhdistetaan laitteen sisäosat. Varakäytiajan testauksella varmistetaan, että akusto kestää tarvittavan ajan vikatilanteen sattuessa.

Akustoa olisi hyvä huoltaa ja valvoa sen kuntoa säännöllisesti. Kerran kuukaudessa tulisi mitata akuston kokonaisjännite, 10 %:sta kennoja hapon ominaispaino ja napajännite, akustotilan huoneenlämpö ja tarkistuskennon lämpötila sekä tarkastaa silmämääräisesti akkujen nestetaso. 5 vuoden välein akusto sekä välikaapelit vaihdetaan, laite säädetään ja järjestelmän toimivuus testataan.

6.2.2 Sähkökeskukset

Sähkökeskusten vuosittaisella tarkastuksella varmistetaan laitteiston käyttövarmuutta sekä ylläpidetään sähköturvallisuutta ja työturvallisuutta. Tarkastukset myös ennaltaehkäisevät keskuksissa syntyviä paloja.

Sähkökeskukset tarkastetaan vuosittain tarkastus- ja huoltolistan mukaisesti ja tulokset kirjataan lomakkeelle. Lomakkeeseen merkitään laitos, rakennus, keskus, päivämäärä ja tarkastuksen suorittaja. Keskuksista tarkastetaan mm. keskuksen ja keskustilan siisteys, koteloiden ja kansien kunto, vikavirtasuojien toiminta, tulppavarokkeiden kunto, varustelutaso (varoituskilvet, sulakkeiden vaihtotarvikkeet, vaihtosulakkeet yms.) ja kosketussuojaukset. Esimerkki huoltolistasta on esitetty liitessä 1.

Sähkökeskuksille olisi hyvä tehdä lämpökuvaukset 1 - 2 vuoden välein. Kuvauksella saadaan helposti tarkistettua löysät tai syöpyneet liitokset, epäsymmetrinen kuorma, ylikuormitus tai komponenteissa esiintyviä vikoja.

6.2.3 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajat, joilla ohjataan moottoreiden pyörimisnopeutta, ovat tärkeä osa vedentuotannon toimintaa. Ympäristöolosuhteiden ja komponenttien ikääntymisen vuoksi viat yleistyvät 5 - 10 vuoden jälkeen. Taajuusmuuttajan pitkä elinikä varmistetaan pitämällä kaapin sisäosat puhtaana ja kuivana sekä tarkistamalla johdinliitokset väliajoin. Tavallisen pölynimurin käyttö sisäosien puhdistamisessa voi luoda staattisia varauksia, jotka voivat vahingoittaa piirikortteja. Tämän vuoksi on tärkeää käyttää pölynimuria, jossa on antistaattinen letku ja suutin.

Vuosittain taajuusmuuttajasta puhdistetaan tuloilmaverkot, tulo- ja poistoilmasuodattimet sekä jäähdytyspuhaltimet, jotka keräävät pölyä jäähdytysilmasta. Muutoin noudatetaan taajuusmuuttajille tehtyä huoltovälitaulukkoa (liite 2), mikä on saatavissa ABB:n sivuilta. Taulukosta näkyvät eri komponenttien tarkastus-, huoltovälit käyttöönnotosta 21 käyttövuoteen. Komponenttien vaihtovälit riippuvat puhaltimien käyntiajoista sekä ympäristön lämpötilasta ja pölyisyydestä. Mikäli taajuusmuuttaja on pitkään poissa käytöstä (yli vuosi), on tasajännitevälipiirin kondensaattorit elvytettävä, jotta ne eivät vahingoitu, kun laite otetaan uudelleen käyttöön. Välipiiriin syötetään nimellisjännitettä aikajakson verran, mikä riippuu siitä, kuinka pitkään taajuusmuuttaja on ollut poissa käytöstä. Tarkemmat ohjeet elvyttämisestä löytyvät esimerkiksi ohjeesta *Guide For Capacitor Reforming In ACS50*.

Taajuusmuuttajille asetetaan moottorien teknisistä tiedoista parametreja, joiden avulla taajuusmuuttajat ohjaavat moottoreita. Nämä parametrit voidaan tallentaa ohjauspaneelin muistiin, josta ne voidaan siirtää tarvittaessa toiseen taajuusmuuttajaan tai pitää varmuuskopiona. Parametrien varmuuskopiointi onnistuu myös liittämällä tietokone taajuusmuuttajaan. Nykyään on saatavilla erilaisia minikannettavia tietokoneita, jotka voi helposti ottaa mukaan huollettavalle laitteelle ja tallentaa parametrit kannettavan muistiin.



KUVA 4 ABB:n ACS550-taajuusmuuttaja (ACS550-Käyttöopas 2007-4-16.)

6.2.4 Kompensointilaitteet

Vedentuotannon laitteistot tarvitsevat toimiakseen myös loistehoa, joka ei pysty tekemään työtä ja lisää virran kulutusta. Loistehoa kompensoidaan kompensointikondensaattoreilla, jotka loistehon mukaan voivat olla suuriakin kaappeja.

Vuosittain tarkistetaan aistinvaraisesti laitteen kondensaattorit, suodatinpankit, kontaktorit, testataan jäähdytyspuhaltimien ohjaus ja toiminta sekä tarkistetaan, että laitteiston varoitustarrat ja käyttöohjeet ovat paikoillaan. Puolivuosittain tai tarvittaessa vaihdetaan suodatinkasetit. 2 vuoden välein tehdään kisko- ja kaapeliliitokset lämpökuvataan.

6.2.5 Akut

Akkujen huolto ja testaus on hyvä tehdä viikoittain, jotta ne pysyvät toimintakunnossa ja mahdolliset ongelmat huomataan ajoissa. Akuista mitataan kokonaisjännite, tehdään visuaalinen tarkastus vuotojen varalta, tarkistetaan napojen puhtaus ja sähköisten liitosten kireys. Akuissa käytettävä elektrolyytti on voimakkaasti syövyttävää, joten akkuja käsiteltäessä tulisi aina käyttää suojakäsineitä ja -vaatteita mahdollisten vuotojen vuoksi.

6.2.6 Varavoimakoneet

Varavoimakoneiden tarkoitus on pyörittää vedentuotantoa kun verkkosyöttö on katkennut. Varavoimakoneita pyöritetään kerran kuukaudessa, jotta koneet pysyvät hyvässä kunnossa ja samalla testataan, että koneet toimivat. Kuukausittaisella testauksella myös pidennetään akkujen elinikää, koska testauksen myötä akut eivät pääse tyhjentymään, kun niitä käytetään säännöllisesti. Kerran vuodessa on hyvä testata varavoimakoneet kytkemällä varsinainen syöttö pois ja ajaa tuotantoa varavoimalla sekä testata ohjauspiirien toimivuus.

7 TYÖN SUORITUS

Kunnossapito-ohjelman toteutuksessa aikataulut on erittäin tärkeää. Samalla työpisteellä tehtävät huollot on järkevä aikatauluttaa samalle kerralle, jotta ei synny turhaa edestakaista ajoa. Mikäli kunnossapito-ohjelma tehdään sähköiseen ohjelmaan, on ennen aloittamista syytä tehdä suunnitelma visuaaliseksi. Excel-taulukon ja kalenterin tekeminen suunnittelun pohjaksi auttaa pitämään suunnitelman järjestyksessä, kokonaisuuden hahmottaminen helpottuu ja välttyään ristiriitaisuuksilta töiden ajoittamisessa.

7.1 Artturi-ohjelma

Kuopion Vedellä on käytössä Artturi-ohjelma, joka on tarkoitettu teollisuuden komponenttien ja laitteiden digitaaliseen arkistointiin. Ohjelma sisältää ennakkohuolto-ohjelman tekemiseen monipuoliset työkalut mm. ennakkohuoltokalenteri, huoltohistoria, varaosatilaukset, työn kuvaus sekä työn kuittaus ja raportointi.

Artturi on suomalaisen Solteq Oyj:n tekemä monipuolinen kunnossapito- ja materiaalihallintaorganisaatioiden toiminnanohjausjärjestelmä ja ohjelma on saatavilla sekä Windows-pohjaisena että www-selainkäyttöliittymänä. Artturi täyttää ISO 9001 -standardin, joten se on vaatimusten mukainen työkalu teollisuuden kunnossapitoon. Artturissa on useita erilaisia rajapintaliityntöjä esimerkiksi SAP/R3-ympäristöön, jossa materiaalitiedot ja -tapahtumat siirtyvät reaaliaikaisesti järjestelmien välillä molempiin suuntiin. Tietokantana voidaan käyttää joko Oraclea tai Microsoft SQL Serveriä.

(Forssan kunnossapitotekniikka Oy 2014.)

7.2 Työn alkuvaiheet

Aluksi arkistoidut vedentuotannon komponentit listattiin Artturi-ohjelmasta Exceliin, minkä jälkeen komponentit lajiteltiin laitoksittain ja pumppaamoittain. Komponentit jaettiin vielä sähkölaitteisiin ja instrumentointi- ja automaatiolaitteisiin, jotta opastettujen henkilöiden työt erottuisivat helpommin. Tämän jälkeen aloitettiin laitteiden huolto-ohjeiden etsiminen. Koska osa laitteista ja komponenteista on vanhoja, ei niille välttämättä löydy enää käyttöohjeita. Laitteiden valmistajien verkkosivut ohjaavat useimmiten yrityksen tarjoamaan huoltopalveluun, vaikka huolto-ohjeet löytyisivät yrityksen verkkosivuiltakin. Suureen osaan laitteista huolto-ohjeet tehtiin aikaisempien huoltojen ja kokemuksen perusteella tai käyttämällä vastaavien laitteiden huolto-ohjeita.

Koska huoltomiehet ja sähkömiehet ovat monesti kiireisiä muiden töiden vuoksi, laitteille ei asetettu tarkkaa huoltopäivämäärää, vaan huoltotyöt määritettiin tehtäväksi tietyillä viikoilla. Näin kunnossapito-ohjelmasta saadaan joustavampi ja välttään töiden päällekkäisyyksiltä. Koska on tärkeää, että jokaisen pumppaamon kaikki komponentit huolletaan samalla kerralla, jotta välttään ajamasta moneen kertaan samalle pumppaamolle, työlle tehtiin myös kalenteri visualisoimaan ja helpottamaan huoltojakson seuraamista. Eri laitoksille ja pumppausryhmille (esim. Karttulan pumppaamot) annettiin omat värikoodit, joiden avulla huoltoviikon ajankohta nähdään kalenterista (liite 3).

7.3 Uuden huolto-ohjelman lisääminen

Kuvassa 5 on nähtävillä Artturin käyttöliittymä. Ylälaidan keltaisesta palkista löytyvät ohjelman osiot. Kortistosta löytyvät kaikki ohjelmaan tallennetut laitekortit, jotka listautuvat oikealla olevaan hakemistopuuhun. Jokaisella komponentilla on oma tunnuksensa, jonka avulla komponentti löytyy nopeasti. Komponenteille annetaan korttityyppi esimerkiksi automaatiokortti, sähkökortti tai laitekortti, minkä jälkeen täytetään laitteen tiedot kuten tyyppi/malli, valmistaja, valmistusnumero, tilausnumero ja asennuspäivä.

KUVA 5 Artturin windows-pohjainen käyttöliittymä (Nieminen 2014.)

Artturin ennakkohuolto-osiosta löytyy paljon ominaisuuksia ja joita kaikkia ei tässä opinnäytetyössä käytetty. Huoltotöille voidaan yksityiskohtaisesti määrittää esimerkiksi kuinka paljon henkilöstöä työ vaatii, tarvitseeko työ seisokkia, milloin se alkaa ja milloin loppuu sekä kustannukset kyseisen huoltotyön kustannukset. Tämän huoltosuunnitelman kannalta riittää, että tiedetään huollettavan laitteen nimi, työohjeet, huoltoajankohta sekä seuraavan huollon ajankohta.

Kuvassa 6 näkyy ennakkohuolto-osion pääikkuna. Tässä ikkunassa voidaan etsiä jo valmiina oleva ennakkohuoltotyö tai laatia uusi. Ennakkohuoltotyön lisääminen aloitetaan täyttämällä kohteen pakolliset perustiedot, joita ovat ennakkohuoltotyyppi, nimi, huoltoryhmä, kohde, huoltotyön ohjaustapa, työn tärkeys ja työn tila.

Ennakkohuoltotyypeiksi voidaan valita erillistyö E, Kalibrointi C tai reitti R, joista erillistyö ja kalibrointi ovat yhdelle laitteelle tehtävä huolto ja reittityö on usean laitteen kunnonvalvontakierros. Huoltoryhmäksi valitaan ryhmä, joka tekee huoltotyön, esimerkiksi huoltomiehet tai sähkömiehet. Kohde-valikosta voidaan valita, kohdistuuko työ laitteeseen tai johonkin laitteen osaan. Työlle annetaan myös nimi ohjelman kortistosta, jotta ennakkohuoltotyö voidaan kohdistaa johonkin rekisterin tunnukseen. Ohjaustavaksi voidaan valita joko kalenteriohjaus tai mittarilukemaan perustuva ohjaus. Lopuksi työlle annetaan tärkeys A, B tai C sekä tila (aloitettu tai keskeytetty).

Muita hyödyllisiä tietoja ovat työlaji, jossa määritetään, onko huoltotyö ennakkohuoltoa, kehittävää, parantavaa tai korjaavaa kunnossapitoa, toimenpide, jolla määritetään, onko työ kalibrointi, puhdistus, koestus tai tarkistus. Työlle nimetään perustaja tai työn muuttaja. Lopuksi työ tallennetaan Tallenna-painikkeesta, minkä jälkeen voidaan siirtyä seuraavaan osioon.

KUVA 6 Ennakkohuolto-osion pääikkuna (Nieminen 2014.)

7.4 Huolto-ohjelman aikataulutus

Seuraavaksi työlle annetaan ajoitustiedot kalenteriohjauksesta. Työn jaksoksi valitaan joko päivittäinen, jolloin huolto tapahtuu joka viikko haluttuna päivänä, viikoittainen, jolloin huolto ajoittuu annetun viikkovälin mukaan haluttuna päivänä, kiinteät viikot, jolloin huolto tapahtuu annettuina viikoina tai reittityön mukaan, jolloin huolto ajoittuu ajatun reitin mukaan. Kuvan 7 esimerkissä on valittu viikoittainen jakso, jolla voidaan valita huollolle jaksoaika viikoissa ja suoritusviikonpäivä.

Seuraavaksi valitaan huollon alkamispäivämäärä, jonka aloitus voidaan valita suorituspäivästä, lasketusta ajoituksesta tai edellisestä suorituksesta. Työlle voidaan antaa varoitus aika, jolloin ohjelma muistuttaa ponnahdusikkunalla esimerkiksi muutamaa päivää ennen huoltotöitä. Valmiille ajoitukselle tehdään tallennus ja kuittaus.

Päivittäin ja viikoittain tehtäviä huoltotoimenpiteitä ei ohjelmaan asetettu, koska halusin pitää kunnossapito-ohjelman yksinkertaisena. Aiemmin tehdystä Excel-taulukosta kalibrointien, puhdistusten ja muiden yksikertaisten toimenpiteiden kuittaminen on nopeampaa ja huolto-ohjelman noudattaminen on helpompaa.

The screenshot shows the 'Ennakkohuolto' (Pre-maintenance) software interface. The main window is titled 'Ennakkohuolto' and has a menu bar with 'Tiedosto', 'Muokkaa', 'Perustiedot', 'Lisänyhtöt', 'Artturi', and 'Ohje'. Below the menu is a toolbar with icons for 'Kortisto', 'Ennakkohuolto', 'Työn tiedot', 'Työtäys', 'Työn jäsenty', 'Varaus', 'Häiriöilmoitus', 'Ota käyttöön', 'Toimitus', 'Tilauksen tilaus', 'Päiväkirja', and 'Lopeta'. The main area is divided into several sections:

- Search and Action Buttons:** 'Etsi', 'Hae', 'Tyhjää', 'Tallenna', 'Poista', 'Hakupohja', 'Sulje', and a counter '0/0'.
- Form Fields:**
 - Typpi: [Dropdown]
 - Työnumero: [Text field]
 - Tärkeys: Radio buttons for A, B, C.
 - Työn nimi: [Text field]
 - * Ohjaustapa: Radio buttons for Kalenteri, Mittari.
 - Vetäjä: [Dropdown]
 - Tila: [Dropdown]
 - * Huoltoryhmä: [Dropdown]
 - Työlaji: [Dropdown]
 - * Kohde: [Dropdown]
 - Panu: [Text field]
- Buttons:** 'Kuittaus' and 'Työtunnit'.
- Jakso (Interval) Section:**
 - Jakso: [Text field] viikkoa
 - Suorituspäivä: Checkboxes for ma, ti, ke, to, pe, la, su.
- Edellisen suorituksen tiedot (Previous maintenance info):**
 - Edellinen suoritus: [Text field]
 - Seuraava suoritus: [Text field]
 - Varoitus aika: [Text field]
 - Päivää: [Text field]
- Ajoitus (Scheduling) Section:**
 - Ajoitus suorituspäivästä: Radio button
 - Ajoitus lasketusta ajoituksesta: Radio button
 - Ajoitus edellisestä suorituksesta: Radio button
- Bottom Navigation:** A row of buttons: 'Kuvaus', 'Kustannuskohdistus', 'Ohjeet', 'Kalenteriohje', 'Mittariohje', 'Kuormitus', 'Varaus', 'Kuitit raportit', 'Historia', 'Liittymät', 'Hiljennä'.
- Right Panel:** A search bar with 'Yhteisö' and 'Yhteisö' buttons, and a search area with 'tunnus' and 'nimi' labels.

KUVA 7 Kalenteriohjauksen määrittämiseksi (Nieminen 2014.)

7.5 Huoltotyön kuittaus ja raportointi

Kun huoltotyö on tehty, tehdään kuittaus kuvan 8 mukaisesti. Vikailmoituspainikkeesta kyseiselle laitteelle tai komponentille voidaan tehdä suoraan korjaustyötilaus. Raporttikohtaan kirjoitetaan huollon tekemiseen liittyneitä tehtäviä, kuten kuvailu laitteen yleiskunnosta, tehdyistä mittauksista, vaihdetuista varaosista ja oliko työn suorittamisessa ongelmia tai muita huomioitavia asioita. Kuittausikkunasta voidaan nähdään myös seuraavan huoltokerran ajankohta ja tehdä muutoksia seuraavan työn ajoitukseen.

KUVA 8 Ennakkohuoltotyön kuittausikkuna (Nieminen 2014.)

8 TYÖN TULOKSET

Työ alkoi syyskuussa 2013 ja projekti kesti yhteensä noin 7 kk. Suurin osa ajasta kului laitteiden huolto-ohjeiden etsimiseen ja komponenttien Excel-taulukointiin pumppaamojen sekä laitosten mukaan. Vaikka huolto-ohjeita ei kaikille komponenteille välttämättä löytynyt, pystyi niihin soveltamaan muiden vastaavien komponenttien huolto-ohjeita. Myös henkilökunnan kokemusta käytettiin apuna huolto-ohjeiden valmistuksessa.

Lopputuloksena syntyi yritykselle sopiva ja joustava kunnossapito-ohjelma. Todelliset tulokset työstä saadaan vasta pidempiaikaisen käytön jälkeen. Mielestäni projekti onnistui hyvin ja tavoitteet saavutettiin. Huoltosuunnitelman käyttäminen ja seuraaminen on yksinkertaista ja helppoa.

Työ oli todella mielenkiintoista ja pääsin tutustumaan hyvin vedentuotannossa ja sähköalalla paljon käytettäviin laitteisiin.

Tulevaisuudessa huoltotöitä voitaisiin helpottaa vaihtamalla vikaantuneita laitteita itsepuhdistuviin, itsediagnostisoiiviin tai laitteisiin, joita ei tarvitse huoltaa. Muuttuvia määräyksiä ja standardeja tulisi tarkastaa säännöllisesti, jotta kunnossapito-ohjelma pysyy ajantasaisena.

LÄHTEET

FORSSAN KUNNOSSAPITOTEKNIikka OY. 2014. Tuotteet. Yrityksen www-sivusto.

[Viitattu 2014-2-3.] Saatavissa:

<http://www.fkpt.fi/index.php?sivu=tuotteet>.

KUOPION VESI LIIKELAITOS. Yrityksen www-sivusto. [Viitattu 2014-05-07.] Saatavissa:

<http://www.kuopio.fi/web/kuopion-vesi/tuotanto-ja-puhdistus>.

KUOPION VESI LIIKELAITOS 2009. Kuopion Vesi toimintaesite 2009. Yrityksen www-sivusto

[Viitattu 2013-10-23.] Saatavissa.

http://www.kuopio.fi/documents/518539/528944/Kuopion_Vesi_toimintaesite_2009.pdf.

KAUPPA- JA TEOLLISUUSMINISTERIÖ 2004. Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä annetun kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen muuttamisesta 335/2004.

SÄHKÖINFO OY. ST-kortisto. 2003-02-15. ST-96.01.

SÄHKÖINFO OY. ST-kortisto. 2013-11 ST-96.49.

TUKES. 2011. OHJE S4-2011. Tukesin www-sivusto. [Viitattu 2013-10-23]. Saatavissa:

http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Tukes_ohjeS42011.pdf.

LIITE 1: SÄHKÖKESKUSTEN TARKASTUS- JA HUOLTOLISTA

SÄHKÖKESKUSTEN TARKASTUS- JA HUOLTOLISTA

HUOLTOKIERROS TEHDÄÄN HUOLTO-OHJELMAN MUKAISESTI, SUORITTAJANA SÄHKÖASENTAJAT

LAITOS: _____ RAKENNUS: _____ KESKUS: _____

PMV: _____ SUORITTAJA: _____

Ok	Ei	Huom.nro	(merkitse – jos keskuksessa ei ole ko. toimintoa)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Keskuksen merkinnät ja yhtäläisyys kuvien kanssa
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Tarpeelliset varoitustarrat vieraasta ohjausjännitteestä yms.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Kuvien paikkansapitävyys, varoituskilvet ja säilytys
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Koteloiden ja kansien kunto ja tiiveys (huomioi kotelointiluokka)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Kaapeliläpivientien tiiveys (huomioi kotelointiluokka)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Kosketussuojaukset ja niiden tiiveys
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Tulppavarokkeiden kunto (lasittomat kannet uusitaan)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Kontaktorien, kahvasulakealustojen yms. komponenttien kunto
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Lämpöreleiden kunto, säädön oikeellisuus, max. etusulake ja testaus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Vikavirtasuojien toiminnan testaus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Ylivirtasuojien toiminnan testaus ja etusulakkeet
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Kompensointiparistojen testaus/virran mittaus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Keskuksen yhteydessä olevien akkujen kunto, testaus ja vaihtopäivän tarkastus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Varasulakkeiden riittävyys ja säilytys
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Keskustilan valaistuksen ja lämmityksen kunto
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Keskuksen puhdistus sisältä
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	()	Keskustilan siivous ja roskien tyhjennys

Huom. _____

LIITE 2: TAAJUUSMUUTTAJAN HUOLTOVÄLITÄULUKKO

	Vuotta käyttöönotosta																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Käyttöönotto	P																					
Jäähdytys																						
Ilmajäähdytteinen:																						
➤ Puhallin (MD ja SD; R8, R9; IP54)	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I
➤ Puhallin (SD R2-R7)	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I
➤ Puhallin (DSU, TSU; B1-B5)	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I
➤ DC-kuristimen puhallin (B4-B5)	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I
Vesijäähdytteinen:																						
➤ Puhaltimet	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I
➤ Jäähdytysinhibiittori	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P
➤ Lämmönvaihdin	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
➤ Jäähdytysvesipumppu	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I
➤ Jäähdytysvesipumpun putkiliitokset	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Ikäntyminen																						
➤ DC-välipiirin elektrolyyttikondensaattori										(R)					R					(R)		
➤ Elektrolyyttikondensaattorit (NGDR)							(R)			R				(R)						R		
➤ Diodi- ja tyristorisyöttöyksikön vastukset ja kondensaattorit (DSU, TSU RC)							I							I						I		
Liitokset ja ympäristöolosuhteet																						
➤ Lattakaapelit (NINT, NXPP)							(R)			R				(R)						R		
➤ Liitosten kireys				I			I			I				I					I			I
➤ Oven ilmansuodatin	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
➤ Kontaktoreiden kunto				I			I			I				I						I		
➤ Valokaapeli (liitokset)				I			I			I				I						I		
➤ Pöly, korrosio ja lämpötila	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
➤ Syöttöjännitteen laatu	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Kehitystyö																						
➤ Muutosilmoitukset (Change notes)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Mittaukset																						
➤ Perusmittaukset	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Varaosat																						
➤ Varaosat	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
➤ DC- piirin kondensaattoreiden elvytys	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

HUOM! Huoltovälit ja osien vaihtosuositukset perustuvat ABB:n määrittämiin käyttöolosuhteisiin. ABB suosittelee, että käytöt tarkistetaan vuosittain mahdollisimman korkean luotettavuuden ja optimaalisen suorituskyvyn takaamiseksi. Lisätietoja huolto-ohjeista, tuotemanuaaleista ja internet-sivuilta.

R = Osan vaihto

I = Tarkastus (visuaalinen tarkastus, ennakkohuolto, korjaus ja vaihto tarpeen vaatiessa)

P = Kenttähuoltotoimenpide (käyttöönotto, testaus, mittaus jne.)

(R) = Osan vaihto vaativissa käyttöolosuhteissa

LIITE 3: KUNNOSSAPITO-OHJELMAN VIIKKOKALENTERI

Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu
1 Ke 2 To 3 Pe 4 La 5 Su vko 28	1 La 2 Su vko 32	1 Ti 2 Ke 3 To 4 Pe 5 La 6 Su vko 37	1 To 2 Pe 3 La 4 Su vko 41	1 Su vko 45	1 Ti 2 Ti 3 Ti 4 Pe 5 La 6 Su vko 50
6 Ma 7 Ti 8 Ke 9 To 10 Pe 11 La 12 Su vko 29	3 Ma 4 Ti 5 Ke 6 To 7 Pe 8 La 9 Su vko 33	7 Ma 8 Ti 9 Ke 10 To 11 Pe 12 La 13 Su vko 38	5 Ma 6 Ti 7 Ke 8 To 9 Pe 10 La 11 Su vko 42	2 Ma 3 Ti 4 Ke 5 To 6 Pe 7 La 8 Su vko 46	7 Ma 8 Ti 9 Ke 10 To 11 Pe 12 La 13 Su vko 51
13 Ma 14 Ti 15 Ke 16 To 17 Pe 18 La 19 Su vko 30	10 Ma 11 Ti 12 Ke 13 To 14 Pe 15 La 16 Su vko 34	14 Ma 15 Ti 16 Ke 17 To 18 Pe 19 La 20 Su vko 39	12 Ma 13 Ti 14 Ke 15 To 16 Pe 17 La 18 Su vko 43	9 Ma 10 Ti 11 Ke 12 To 13 Pe 14 La 15 Su vko 47	14 Ma 15 Ti 16 Ke 17 To 18 Pe 19 La 20 Su vko 52
20 Ma 21 Ti 22 Ke 23 To 24 Pe 25 La 26 Su vko 31	17 Ma 18 Ti 19 Ke 20 To 21 Pe 22 La 23 Su vko 35	21 Ma 22 Ti 23 Ke 24 To 25 Pe 26 La 27 Su vko 40	19 Ma 20 Ti 21 Ke 22 To 23 Pe 24 La 25 Su vko 44	16 Ma 17 Ti 18 Ke 19 La 20 Su vko 48	21 Ma 22 Ti 23 Ke 24 To 25 Pe 26 La 27 Su vko 53
27 Ma 28 Ti 29 Ke 30 To 31 Pe	24 Ma 25 Ti 26 Ke 27 To 28 Pe 29 La 30 Su vko 36	28 Ma 29 Ti 30 Ke anturit	26 Ma 27 Ti 28 Ke 29 To 30 Pe 31 La Jänneäniemi Tamut	23 Ma 24 Ti 25 Ke 26 To 27 Pe 28 La 29 Su vko 49	28 Ma 29 Ti 30 Ke 31 To
		28 Ma 29 Ti 30 Ke log.keskukset anturit		30 Ma Jänneäniemi Sähkö- ja log.keskukset UPS	Karttula Tamut, anturit, sähkö- ja log.keskukset