

Juha-Matti Miettunen

**VESIKOLMIO OY:N VEDENTUOTANNON
SÄHKÖLAITTEIDEN HUOLTO- JA
KUNNOSSAPITO-OHJELMA**

**Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2016**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika Toukokuu 2016	Tekijä/tekijät Juha-Matti Miettunen
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi VESIKOLMIO OY:N VEDENTUOTANNON SÄHKÖLAITTEIDEN HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA		
Työn ohjaaja Jari Halme	Sivumäärä 20 + 11 Liitettä	
Työelämäohjaaja Tuomo Heikkilä		
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee vedentuotannon sähkölaitteiden huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa. Työn tavoitteena oli luoda Vesikolmio Oy:lle helppokäyttöinen ja toimiva huolto- ja kunnossapito-ohjelma, jota on helppo ylläpitää ja muokata tarvittaessa.</p> <p>Tässä työssä on tarkasteltu yleisimpiä vedentuotannossa käytettäviä sähkölaitteita, sähkölaitteiston kunnossapitoa ja sähkölaitteiden huolto-ohjelmaa. Lopputuloksena Vesikolmio Oy sai käyttöönsä heille räätälöidyn Excel-pohjaisen huolto- ja kunnossapito-ohjelman vedentuotannon sähkölaitteille.</p>		
Asiasanat kunnossapito-ohjelma, vedentuotanto, kunnossapito		

ABSTRACT

CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date May 2016	Author Juha-Matti Miettunen
Degree programme Degree Programme in Electrical Engineering		
Name of thesis MAINTENANCE PROGRAM FOR ELECTRICAL EQUIPMENT IN WATER PRDUCTION TO VESIKOLMIO OY		
Instructor Tuomo Heikkiä	Pages 20 + 11 Appendices	
Supervisor Jari Halme		
<p>This thesis was made for Vesikolmio Ltd. The aim of this thesis was to create a maintenance program for electrical equipment in water production. The purpose was to create a simple and functional maintenance program which is easy to update and modify if necessary.</p> <p>This thesis examines the most common electrical equipment for use in the water production, equipment maintenance and maintenance program. As a result of this thesis, Vesikolmio Ltd. gained a customised Excel-based maintenance program for electrical equipment of water production.</p>		
Key words maintenance program, water production, maintenance		

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	VESIKOLMIO OY	2
2.1	Yhtiön historia	2
2.2	Yhtiön nykytilanne	2
3	VEDENTUOTANNON SÄHKÖLAITTEET	4
3.1	Sähkölaiteiston luokitus	4
3.2	Sähkölaitteet ja -komponentit	4
3.2.1	UPS-järjestelmät	4
3.2.2	Taajuusmuuttajat	5
3.2.3	Akustot	6
3.2.4	Kompensointilaitteet	7
3.2.5	Varavoimakoneet	7
3.2.6	Sähkökeskukset	8
3.2.7	Oikosulkumoottorit	9
3.2.8	Pumput	9
4	SÄHKÖLAITTEISTON KUNNOSSAPITO	11
4.1	Huollon ja kunnossapidon määrittely	11
4.2	Ennaltaehkäisevä kunnossapito	12
4.3	Sähkölaiteiston kunnossapito ja sähköturvallisuus	12
4.4	Sähkölaiteiston määräaikaistarkastus	13
5	HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA VESIKOLMIO OY:LLE	14
5.1	Tausta	14
5.2	Työn alkuvaiheet	15
5.3	Huolto- ja kunnossapito-ohjelman laatiminen	15
6	LOPUKSI	18
	LÄHTEET	19

LIITTEET

- LIITE 1. Huolto- ja kunnossapito-ohjelman kansilehti
- LIITE 2. Esimerkki akkujen huolto-ohjeesta ja huoltotaulukosta
- LIITE 3. Esimerkki sähkökeskusten huolto-ohjeesta ja huoltotaulukosta
- LIITE 4. Esimerkki kompensointilaitteiston huolto-ohjeesta
- LIITE 5. Esimerkki määräaikaistarkastuksen taulukosta
- LIITE 6. Esimerkki pumppujen huolto-ohjeesta
- LIITE 7. Esimerkki tilojen silmämääräisestä tarkastuksesta
- LIITE 8. Esimerkki sähkömoottoreiden huolto-ohjeesta ja huoltotaulukosta
- LIITE 9. Esimerkki taajuusmuuttajien huolto-ohjeesta ja huoltotaulukosta
- LIITE 10. Esimerkki UPS-laitteiden huolto-ohjeesta ja huoltotaulukosta
- LIITE 11. Esimerkki varavoimakoneiden huolto-ohjeesta ja huoltotaulukosta

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVAT

KUVA 1.	Vacon-taajuusmuuttajia Vesikolmio Oy:n käytössä	5
KUVA 2.	Vesikolmio Oy:n käytössä oleva dieselkäyttöinen varavoimakone	8
KUVA 3.	Kunnossapitolajit	12
KUVA 4.	Etusivun laiteluettelo ja huoltojen yhteenvetotaulukko	15
KUVA 5.	Taajuusmuuttajien huolto-ohjeet ja kyseisen vuoden huoltotaulukko	16

TAULUKOT

TAULUKKO 1.	Vacon-merkkisten taajuusmuuttajien huoltovälitaulukko	6
-------------	---	---

1 JOHDANTO

Vesikolmio Oy:llä ei ole ollut käytössä varsinaista huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa. Vesikolmio Oy:n vesihuoltoasentaja Tuomo Heikkilä ehdotti minulle opinnäytetyön aiheeksi sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelman tekemistä, koska heillä oli tarve suunnitelmalle. Tuomo Heikkilä toimi myös työelämäohjaajana tässä työssä. Heikkilän toiveena oli saada Vesikolmio Oy:lle mahdollisimman helppokäyttöinen ja heidän käyttötarpeisiinsa sopiva huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Ohjelma päätettiin toteuttaa Excel-sovelluksella, johon sisällytettiin laitteiden huolto-ohjeet ja huoltovälitaulukot.

Työn teon aikana olemme olleet Tuomon kanssa yhteydessä puhelimitse sekä olemme käyneet tutustumassa yhtiön vedentuotantolaitoksiin keväällä 2015 ja 2016. Aluksi työelämäohjaajan kanssa listasimme vedentuotannon komponentit ja päätimme työn rajauksesta. Työ päätettiin rajata vain talousvesipuolelle, koska muuten työstä olisi tullut liian laaja. Päätimme myös rajata työn yhteen laitokseen, koska laitokset ovat toimintaperiaatteiltaan ja laitteistoiltaan samankaltaisia keskenään. Huolto- ja kunnossapito-ohjelma on suunniteltu siten, että se on monistettavissa sekä käytettävissä pienillä muutoksilla myös muihin Vesikolmio Oy:n laitoksiin.

Haluan kiittää työelämäohjaaja Tuomo Heikkilää, joka ehdotti tätä aihetta minulle ja neuvoi työn tekemisessä. Haluan myös kiittää yliopettaja Jari Halmetta opinnäytetyön ohjauksesta ja suuresta avusta opinnäytetyön loppuun saattamiseksi.

2 VESIKOLMIO OY

Vesikolmio Oy on Kalajokilaakson alueen kuntien vuonna 1968 perustama tukkuvesiyhtiö. Yhtiön vastuulla ovat osakaskuntien alueen talousveden hankinta sekä jätevesien puhdistaminen ja kuntakeskusten välinen vedensiirto. (Vesikolmio Oy 2016a.) Yhtiön osakaskuntia ovat Nivala, Sievi, Ylivieska, Alavieska, Kalajoki ja Haapajärvi. (Vesikolmio Oy 2016b.)

2.1 Yhtiön historia

Vesikolmio Oy perustettiin varmistamaan juomaveden riittävyys ja laatu Kalajokilaakson alueella. Tällä alueella pohjavesivarat ovat epätasaisesti jakaantuneet, ja alueen joet olivat pitkään kärsineet veden laatuongelmista. Yhtiö on omassa luokassaan maan ensimmäinen edelleen toimiva tukkuvesiyhtiö. Se on osaltaan viitoittanut tietä kaikille maassamme myöhemmin tapahtuneille kuntien rajat ylittävälle yhteistyöjärjestelyille. (Vesikolmio Oy 2016b.)

Vesikolmion perustajakuntina olivat vuonna 1968 Sievi, Nivala ja Ylivieska. Kalajoki ja Alavieska liittyivät osakkaiksi myöhemmin vuonna 1977 ja Haapajärvi vuonna 1985. Ensimmäisen vedenottamon yhtiö rakensi Sieviin vuonna 1969, tämä laitos on nimeltään Kiiskilä 1. Vuosina 1968-1971 yhtiö aloitti runkovesijohdon rakentamisen Kiiskilän vedenottamolta Raudaskylän kautta Ylivieskaan ja Nivalaan. Vuoden 2015 alussa Vesikolmio Oy:n omistukseen siirtyivät Himangan vedenottamo ja runkovesijohto. (Vesikolmio Oy 2016b.)

2.2 Yhtiön nykytilanne

Yhtiön tavoitteena on taata laadultaan moitteettoman talousveden saatavuus, asianmukainen viemärointi ja jätevesien puhdistus. Tavoitteena on myös vähentää ympäristöön, varsinkin vesistöön, aiheutuvaa kuormitusta. Vesikolmio Oy:n tämänhetkisiä osakkaita ovat Haapajärven, Kalajoen, Nivalan ja Ylivieskan kaupungit sekä Alavieskan ja Sievin kunnat. Yhtiön asiakkaita ovat osakaskuntien alueilla toimivat vesi- ja viemärlaitokset. Vesikolmion toimittama vesi on pohjavettä. Yhtiön toimittaman veden piirissä on noin 17 800 ve-

siliittymää, ja sitä käyttää noin 50 000 asukasta. Liittymisaste yleiseen vesijohtoverkoston on 99 %. Vuonna 2014 yhtiö toimitti osakaskuntien alueilla toimiville jakelulaitoksille talousvettä 3 560 000 m³. Yhtiö vastaa myös eri laitosten välisistä yhdysvesijohdoista, joita on 324 km. (Vesikolmion toimintakertomus 2014, 2-6.)

Yhtiö myös puhdistaa noin 25 000 asukkaan jätevedet. Viemäriverkon piirissä oli vuonna 2014 noin 9000 liittymää. Liittymisaste viemäriverkkoon on noin 50 %. Vuoden 2014 aikana yhtiö puhdisti jätevettä 2,69 miljoonaa m³, josta laskutettua jätevettä oli 1,74 miljoonaa m³. (Vesikolmion toimintakertomus 2014, 6.)

3 VEDENTUOTANNON SÄHKÖLAITTEET

3.1 Vedentuotannon sähkölaitteiston luokitus

Sähkölaitteistot jaetaan eri luokkiin ominaisuuksien ja laajuuksien perusteella. Luokkien perusteella määräytyy myös varmennustarkastuksen suorittamisaika ja suorittaja, määräaikaistarkastuksen suorittaja ja tarkastusväli sekä rekisterinpitäjä. Rekisterinpitäjälle tehdään ilmoitukset. Sähkölaitteistoluokitukset jaetaan kolmeen ryhmään. Nämä ryhmät ovat sähkölaitteisto asuinrakennuksessa (luokka 1a), sähkölaitteisto erityistilassa (luokat 1d, 2b, 3a, 3b) ja sähkölaitteistokokonaisuus (luokat 1b, 2c, 2d, 3c). (Tukes 2016a.)

Vesikolmio Oy:n sähkölaitteistot kuuluvat luokkaan kaksi, joten niille on tehtävä määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein.

3.2 Sähkölaitteet ja –komponentit

Vedentuotannossa käytetään paljon erilaisia sähkölaitteita ja –komponentteja, kuten esimerkiksi virtausmittareita ja pinnanmittauslaitteita. Tässä työssä käsitellään ainoastaan Vesikolmio Oy:n huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan sisältyviä laitteita/laitteistoja.

3.2.1 UPS-järjestelmät

UPS (Uninterruptable Power System) on järjestelmä, joka suojaa IT-laitteita ja muita sähkölaitteita sähkönsyöttöön liittyviltä ongelmilta. UPS suorittaa kolme perustehtävää:

1. UPS suojaa laitteistoa tyypillisiltä ali- ja ylijännitteiden aiheuttamilta vaurioilta. Useat UPS-mallit säätelevät myös jatkuvasti tulovirtaa, jotta laitteiden saama sähkö olisi mahdollisimman laadukasta.
2. UPS estää tietojen häviämisen sekä turmeltumisen. Ilman UPS-laitetta voivat sähkökatkon seurauksena äkkinäisen alasajon kohteeksi joutuvien laitteiden tiedot turmeltua tai hävitä kokonaan. UPS yhdessä sähkönhallintaohjelmiston kanssa mahdollistaa järjestelmän hallitun alasajon automaattisesti.

- UPS mahdollistaa verkkojen ja muiden sovellusten mahdollisimman korkean käytettävyyden. UPS estää laite- sekä palveluseisokit. Sähkökatkon sattuessa UPS-laitetta voidaan käyttää antamaan generaattoreille riittävästi aikaa sähkönsyöttämiseen. (UPS-käsikirja 2012, 8.)

3.2.2 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttaja on laite, joka säätelee portaattomasti moottorin pyörimisnopeutta sekä vääntömomenttia. Taajuusmuuttajien tyypillisiä käyttökohteita ovat erilaiset pumput, koneet, kuljettimet, hissit, puhaltimet ja sairaaloiden ilmanvaihtojärjestelmät. Taajuusmuuttajia on useita eri kokoja. Yleensä ne on koteloitu, pienimmillään maitopurkin ja enimmillään vaatekaapin kokoisiin koteloihin, riippuen siitä, kuinka suuria moottoreita niillä säädetään. (ABB 2016a.)



KUVA 1. Vacon-taajuusmuuttajia Vesikolmio Oy:n käytössä.

Normaaliolosuhteissa taajuusmuuttajat eivät juuri tarvitse huoltoa, mutta säännöllinen huolto on kuitenkin suositeltavaa, jotta käyttö toimisi ongelmitta ja taajuusmuuttaja pysyisi kunnossa mahdollisimman pitkään.

TAULUKKO 1. Vacon NX –taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko (Vacon Oy. 2016).

Huoltoväli	Huoltotoimenpide
Tarvittaessa	<ul style="list-style-type: none"> • Puhdista jäähdytuselementti.
Säännöllisesti	<ul style="list-style-type: none"> • Tarkista liittimien kiristysmomentit.
12 kuukautta (varastoitaessa)	<ul style="list-style-type: none"> • Lataa kondensaattorit (katso luku 3.3.1).
6–24 kuukautta (ympäristön mukaan)	<ul style="list-style-type: none"> • Tarkista I/O-liittimet ja ohjausliittimet. • Puhdista jäähdytystunneli. • Tarkista puhaltimen kunto ja tarkista, onko liittimissä, kokoojakiskoissa tai muilla pinnoilla korroosiota. • Tarkista ovisuodattimet, jos laite on asennettu kaappiin.
5–7 vuotta	<ul style="list-style-type: none"> • Vaihda puhaltimet: <ul style="list-style-type: none"> - pääpuhallin - sisäinen IP54-puhallin - kaapin jäähdytyspuhallin/suodatin
5–10 vuotta	<ul style="list-style-type: none"> • Vaihda DC-väylän kondensaattorit.

3.2.3 Akustot

Akkujen huolto ja hoito on erittäin tärkeää luotettavuuden kannalta. Säännöllisin aikavälein suoritettava ennakkohuolto pidentää akkusarjan käyttöikää löysien kytkentöjen estämisen ja korroosion poistamisen vuoksi. Kunnonvalvonnan avulla voidaan tunnistaa heikot akut ennen kuin ne lakkaavat toimimasta. Suljettuja akkuja pidetään huoltovapaina akkuina, vaikka ne kuitenkin tarvitsevat säännöllistä huoltoa. Ne ovat huoltovapaita vain siltä osin että niihin ei tarvitse lisätä nestettä. Säännöllinen ennakkohuolto auttaa löytämään useita heikkoja kohtia ennen kuin ne muodostuvat vakaviksi sekä kalliiksi ongelmiksi. Säännöllinen ennakkohuolto on ratkaisevaa laitteiston parhaan mahdollisen suorituskyvyn varmistamiseksi. (UPS-käsikirja 2012, 15-17.)

Akku on UPS-järjestelmän herkin osa. Akustovika on yksi yleisimmistä kuormahäviön aiheuttajista. UPS-akustojen oikea huolto ja hallinta pidentää akkujen käyttöikää ja voi myös estää kalliit seisonta-ajat. Akkujen huollon suorittamatta jättämisen ensisijaisia riskejä ovat sähkökatko, tulipalo, laitevahingot ja loukkaantumiset. (UPS-käsikirja 2012, 13-14.)

3.2.4 Kompensointilaitteet

Pätötehon lisäksi useat sähkölaitteet vaativat toimiakseen myös loistehoa. Tällaisia laitteita ovat muun muassa muuntajat ja oikosulkumoottorit. Tällaisissa laitteissa työn tekee pätöteho ja magneettikentän ylläpitämiseen tarvitaan loistehoa. (Sähkövoimatekniikkaopetus 2016, 14)

Loistehon kompensointiin käytetään erilaisia kompensointikondensaattoreita ja yliaaltosuodattimia. Yleisimpiä kompensoinnissa käytettäviä laiteratkaisuja ovat mm. estokelaparisto, sarjakondensaattoriparisto ja rinnakkaiskondensaattoriparisto. Yliaaltosuodatin muodostuu kondensaattoreista ja niiden kanssa sarjaan kytketystä kuristimesta. Kompensoinnissa käytettävät ratkaisut vaihtelevat esimerkiksi kompensoitavien laitteiden sekä verkon yliaaltopitoisuuden mukaan. Ratkaisuja on mahdollista ryhmitellä useilla eri tavoilla. Kyseessä voi olla ryhmäkohtainen, laitekohtainen tai keskitetty kompensointi. Kompensoitavan kohteen yliaaltopitoisuus määrää, käytetäänkö kompensoinnissa pelkkää kondensaattoriparistoa vai tarvitaanko yliaaltojen rajoittamista tai suodattamista. (Hieta-Wilkman ym. 2006, 55-61.)

Kompensoinnin määrittäminen on osa sähkösuunnitelmaa. Kompensointisuunnitelmassa on määriteltävä koko kiinteistön tai mielellään koko jakelumuuntajan syöttämän jakelualueen kompensointiratkaisut. Loistehon kompensoinnin yleisperiaatteena pitäisi olla, että syntynyt loisteho kompensoidaan siellä, missä se syntyy. Tällä tavoin joudutaan kuitenkin useimmiten kalliisiin investointeihin. Tämän vuoksi yleensä päädytään kompensoimaan loistehoa kuluttajan pääkeskuksella yhdellä suurella kompensointiparistolla. Laitekohtainen kompensointi toteutuu ilman erillisiä kompensoimisparistoja esimerkiksi valaisimissa, jotka ovat varustettu elektronisella liitäntälaitteella ja taajuusmuuttajakäytöissä, joista ei synny verkkoon loistehon kulutusta. (Hieta-Wilkman ym. 2006, 48.)

3.2.5 Varavoimakoneet

Yleisimmin varavoimakone muodostuu dieselmoottorista, generaattorista, niiden välisestä kytkimestä sekä varavoimakoneen automaattikkayksiköstä. Laitteiston luotettavuus on varavoimakoneen tärkein ominaisuus. Käyttämällä kahta varavoimakonetta rinnakkain voidaan parantaa laitteiston luotettavuutta. Kunnossapidolla voidaan parantaa luotettavuutta.

Kunnossapito jakautuu määräaikaishuoltoon ja säännöllisiin koekäyttöihin. Näiden lisäksi tehdään määräaikaistarkastukset sähköverkon tarkastuksien yhteydessä. Laitteiston luotettavuutta parannetaan ylläpitämällä ja suorittamalla määräaikaishuollot laitteiston valmistajan ohjeiden mukaisesti. Laitteistolle tulee myös tehdä koeajo vähintään kerran kuukaudessa. (Medifast-Tekniikka 2016, 8-20.)



KUVA 2. Vesikolmio Oy:n käytössä oleva dieselkäyttöinen varavoimakone

3.2.6 Sähkökeskukset

Sähkökeskusten huolloilla varmistetaan laitteiston käyttövarmuus ja ylläpidetään sähköturvallisuutta sekä työturvallisuutta. Tarkastusten avulla ennalta ehkäistään keskuksissa mahdollisesti syttyviä tulipaloja. Sähkökeskuksista tarkastetaan:

- keskuksen ja keskustilan siisteys
- koteloiden ja kansien kunto
- keskuksen merkinnät
- vikavirtasuojien toiminta
- tulppavarokkeiden kunto
- varustelutaso (varoituskilvet, varasulakkeet)
- kosketussuojaukset
- liitosten kireys lämpökamerakuvauksella

3.2.7 Oikosulkumoottorit

Yksinkertaisen rakenteensa vuoksi oikosulkumoottorit eivät vaadi paljon huoltoa. Moottoreiden huolto koskee lähinnä laakereita ja niiden voitelua, sekä moottorin puhdistusta pölystä ja liasta. Oikosulkumoottoreiden tyypillisiä tarkastus- ja huoltotoimenpiteitä ovat:

- jäähdytysilman saanti ja lämpötila
- ulkoiset vauriot
- lika ja pöly pois moottorin rungosta ja tuuletinsuojasta
- laakereiden kunto ja rasvaus
- pulttien kiinnitykset
- moottorin värinä
- kaapeleiden liitokset
- akselin ja liitinkotelon tiivisteet
- eristysresistanssin mittaaminen

(Oikosulkumoottoreiden käyttö- ja huolto-ohjeet 2016, 3.)

3.2.8 Pumput

Pumppujen ennakkohuolto ja kunnossapito on hyvä suunnitella niin, että mahdollinen vaurio ei aiheuta vaaraa eikä tuotantokeskeytyksiä. Näillä huolloilla taataan tuotantolaitosten korkea käytettävyyttä ja turvallinen käyttö. Huollon avulla on mahdollista pienentää tuotannon kokonaiskustannuksia. Pumppuja valmistetaan kymmenkuntaa eri tyyppiä, joista yleisin tyyppi on keskipakopumppu. Keskipakopumppujen väliaineena on yleisimmin neste, eli niitä käytetään siirtämään nestemäisiä aineita. (Nurmi 2006, 43-45.)

Pumppujen tyypillisiä vikoja ovat:

- vuodot
- muutokset pumppujen värähtelytasossa
- tiivistevuodoista ja pumpun kuluneisuudesta johtuvat suoritusarvojen muutokset

(Nurmi 2006, 44.)

Pumppujen huollot tulisi suorittaa asiantuntijan toimesta sekä huoltoihin soveltuviissa tiloissa. Huolloissa on tärkeää paneutua kulumien ja vaurioiden aiheuttajiin unohtamatta, että aina syntyy osien kulumista, kun kyseessä on liikkuvia osia sisältäviä laitteita. Kulu-

mista voidaan vähentää valitsemalla olosuhteisiin sopivat varaosat, huolehtimalla pumppujen tasapainottamisesta ja linjauksista sekä siitä, ettei niihin kohdistu ulkopuolisia voimia. Yleisin pumpuille tehtävä huoltotoimenpide on tiivistevaihto. (Nurmi 2006, 43-45.)

On myös olemassa pumppuja joita ei huolleta lainkaan niiden vaikean sijainnin takia. Vesikolmio Oy:llä tällaisia pumppuja ovat maan alla sijaitsevat raakavesipumput, jotka pumppaavat pohjavettä käsittelylaitoksiin. Nämä pumput vaihdetaan aina uuteen kun edellinen rikkoontuu.

4 SÄHKÖLAITTEISTON KUNNOSSAPITO

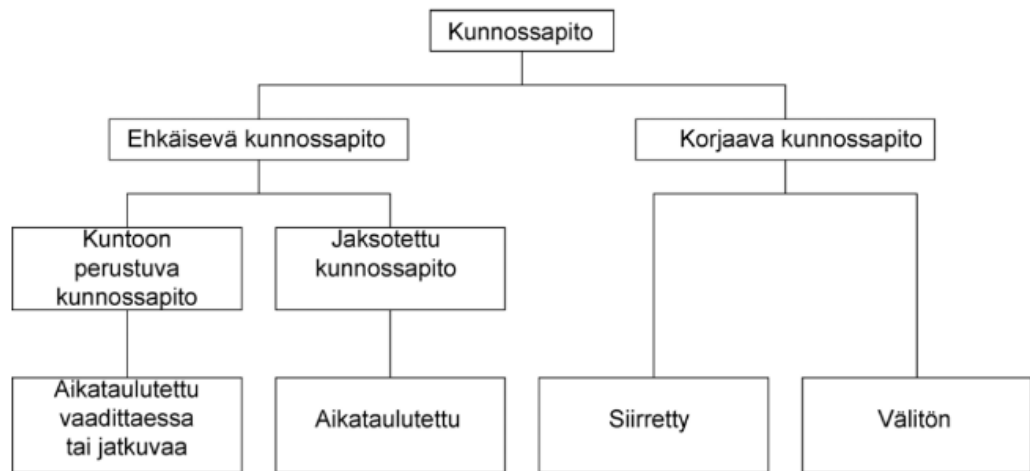
Käsitteenä kunnossapito on laaja, monitahoinen ja monitasoinen. Kunnossapidon tavoitteena on huolehtia koneiden, laitteiden ja rakennusten kunnosta. Tavoitteena on, että tuotanto voi tapahtua olosuhteissa jotka ovat edullisimmat taloudellisen tuloksen, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta. Tavoitteena on myös palvelun tuotto siten, että asiakas on tyytyväinen ja kustannus/laatu –suhde on mahdollisimman edullinen. (Aalto 1997, 13.)

Tuotantotoiminnan kunnossapidossa täytyy pystyä valvomaan, huoltamaan, korjaamaan ja modifioimaan varsin erilaisia koneita ja laitteita. Lisäksi täytyy pystyä korjaamaan syntynyt vika minimiviiveellä ja optimikustannuksilla. Yleisessä kunnossapidossa seurannalla ja ennakkoinnilla varmistetaan varsin erilaisten toimintojen perusedellytykset, esimerkiksi sähkön ja veden saatavuus. Huoltamalla ja korjaamalla varmistetaan toimintakyvyn säilyminen. (Aalto 1997, 13.)

4.1 Huollon ja kunnossapidon määrittely

ST-kortiston mukaan sellaiset työt määritellään huolloiksi, jotka ovat toistuvia, käyttöön ja toimintakuntoon kohdistuvia ja joiden kustannukset ovat juoksevia. Käsitteenä kunnossapito on huomattavasti laajempi kuin huolto. Konkreettisten toimien lisäksi siihen kuuluu keskeisenä osana oma ajattelutapa. Kunnossapidon merkitys on voimakkaasti kasvamassa. Huoltotoiminnan pääosat ovat konkreettisia toimenpiteitä: ennakoivat toimenpiteet, vianetsintä ja korjaus. Näiden päätarkoituksena on varmistaa tuotannon ja muiden koneiden ja laitteiden halutun mukainen toiminta. Kunnossapito luo lisäksi edellytykset näiden käytännön töiden suorittamiseen. (ST-kortisto 95.48; Aalto 1997, 14.)

SFS-EN 13306 –standardi vuodelta 2010 määrittelee kunnossapidon seuraavasti: Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon. (Järviö & Lehtiö 2012, 17.)



KUVA 3. Kunnossapitolajit. (SFS-EN 13306) (Mikkonen 2009, 98.)

4.2 Ennaltaehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon avulla seurataan kohteen suorituskykyä tai sen parametreja. Sen päämääränä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä. Se on aikataulutettua tai jatkuvaa, ja sitä tehdään vaadittaessa. Kunnossapidon tehtäviä voidaan suunnitella ja aikatauluttaa tulosten perusteella. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät esimerkiksi tarkastaminen, kuntoon perustuva kunnossapito (kunnan valvonta sekä kuntoon perustuva suunniteltu korjaus), määräystenmukaisuuden toteaminen, testaaminen tai toimintakunnon toteaminen, käynninvalvonta ja vikaantumistietojen analysointi. Kunnonvalvontaa voidaan tehdä kohteen toimiessa tai seisokin aikana. Kunnonvalvonnan avulla etsitään oireilevia vikoja tai todetaan kohteen olevan toimintakuntoinen. (Järviö & Lehtiö 2012, 50.)

4.3 Sähkölaitteiston kunnossapito ja sähköturvallisuus

Sähkölaitteisto ei pysy kunnossa ja turvallisena itsestään, vaan laitteiston kuntoa on tarkkailtava ja siinä esiintyvät puutteet poistettava. (Tukes 2016b.)

Koneenasentajalla täytyy olla riittävä tietämys sähkötekniikasta ja elektroniikasta, koska sähkövirta ja sähkölaitteet voivat väärin tai huolimattomasti käsiteltyinä aiheuttaa tapatur-

mia tai onnettomuuksia. Yleisimpiä tapaturmia jotka liittyvät sähköön ovat tulipalot, sähköiskut ja sähkölaitteiden vaurioituminen. (Ansaharju 2009, 87.)

4.4 Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus

Määräaikaistarkastuksissa tulee riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla varmistua siitä, että:

- sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja laitteistolle on tehty huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet
- sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä
- sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat

(SFS-käsikirja 600 2007, 56-57.)

Määräaikaistarkastuksen suorittajasta määrätään kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 517 pykälässä 14 seuraavanlaisesti: ”Määräaikaistarkastuksen voi tehdä valtuutettu laitos. Luokan 1 ja 2 sähkölaitteistoille määräaikaistarkastuksen voi tehdä myös valtuutettu tarkastaja. Lisäksi sähköurakoitsija, joka on tehnyt sähköturvallisuuslain 12 §:n mukaisen ilmoituksen sähköturvallisuusviranomaiselle, ja sellainen henkilö, jolla on kyseisen laitteiston sähkötöiden johtamiseen oikeuttava pätevyystodistus, voivat tehdä määräaikaistarkastuksen luokan 1 sähkölaitteistolle.” Määräaikaistarkastuksesta on sanottu saman päätöksen pykälässä 15 näin: ”määräaikaistarkastuksesta on laadittava haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, jossa on yksilöitävä tarkastusta koskevat tiedot ja havaitut sähköturvallisuuteen liittyvät puutteet. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja.” (KTM 517/1996 2016.)

5 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA VESIKOLMIO OY:LLE

Vesikolmio Oy:llä ei ole ollut käytössä varsinaista huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa. Vesikolmio Oy:n toiveena on ollut saada mahdollisimman selkeä ja helppokäyttöinen huolto- ja kunnossapito-ohjelma, joka on suunniteltu Vesikolmio Oy:n tarpeet huomioiden. Työn tarkoituksena on ollut tehdä suunnitelma yhteen vedenottamoon. Tätä suunnitelmaa he voivat helposti laajentaa ja muokata yhtiön muihin laitoksiin, koska laitokset ovat samankaltaisia.

Koska välimatkat ovat pitkiä, kunnossapito-ohjelman toteutuksessa samalla työpisteellä tehtävät huollot kannattaa toteuttaa samalla kertaa turhien ajokilometrien välttämiseksi ja ajan säästämiseksi.

5.1 Tausta

Vesikolmio Oy:n vesihuoltoasentaja Tuomo Heikkilä ehdotti minulle opinnäytetyön aiheeksi sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelman tekemistä, koska heillä oli tarve suunnitelmalle. Tuomo Heikkilä toimi myös työelämäohjaajana tässä työssä. Heikkilän toiveena oli saada Vesikolmio Oy:lle mahdollisimman helppokäyttöinen ja heidän käyttötarpeisiinsa sopiva huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Työnteon aikana olemme olleet Tuomon kanssa yhteydessä puhelimitse sekä olemme käyneet tutustumassa yhtiön vedentuotantolaitoksiin keväällä 2015 ja 2016.

Aluksi työelämäohjaajan kanssa listasimme vedentuotannon komponentit ja päätimme työn rajauksesta. Työ päätettiin rajata vain talousvesipuolelle, koska muuten työstä olisi tullut liian laaja. Päätimme myös rajata työn yhteen laitokseen, koska laitokset ovat toimintaperiaatteiltaan ja laitteistoiltaan samankaltaisia. Huolto- ja kunnossapito-ohjelma on suunniteltu siten, että se on monistettavissa sekä käytettävissä pienillä muutoksilla myös muihin Vesikolmio Oy:n laitoksiin.

5.2 Työn alkuvaiheet

Vedentuotannon sähkökomponentit listattiin Excel-ohjelmaan, jonka jälkeen keräsin tietoa komponenteille tehtävistä huoltotoimenpiteistä. Tarvittavia tietoja huoltotoimenpiteistä sain laitevalmistajien kotisivuilta ja huolto-oppaista, alan kirjallisuudesta sekä opinnäytetyön työelämäohjaajalta. Osalle laitteista ja komponenteista ei löytynyt valmiita huolto-ohjeita, vaan useasti laitteiden valmistajat ohjasivat tarjoamaansa maksulliseen huoltopalveluun. Tästä syystä huolto-ohjeet suunniteltiin aikaisempien huoltojen ja kokemusten perusteella tai käyttämällä vastaavien laitteiden huolto-ohjeita.

5.3 Huolto- ja kunnossapito-ohjelman laatiminen

Huolto- ja kunnossapito-ohjelman lähtökohtana oli, että suunnitelmaan listataan laitteen nimi, huolto-ohjeet, huoltoajankohta sekä seuraavan huollon ajankohta. Seuraavassa kuvassa 4 on esitetty Excel-ohjelman etusivu, missä on laiteluettelo sekä huoltojen yhteenvetotaulukko, jonka tarkoituksena on helpottaa huoltojen yleistilanteen seuranta.



SÄHKÖLAITTEISTON HUOLTO JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA						
Yhteenvedo suoritetuista huolloista	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	Huollon suorittaja ja päivämäärä	Huollon suorittaja ja päivämäärä	Huollon suorittaja ja päivämäärä	Huollon suorittaja ja päivämäärä	Huollon suorittaja ja päivämäärä	Huollon suorittaja ja päivämäärä
Laitteistoluettelo						
Akut						
Keskukset						
Kompensointilaitteet						
Määräaikaistarkastus						
Pumput						
Silmämääräinen tarkastus						
Sähkömoottorit						
Taajuusmuuttajat						
UPS						
Varavoimakoneet						

KUVA 4. Etusivun laiteluettelo ja huoltojen yhteenvetotaulukko

Laiteluettelosta pääsee laitteen/komponentin nimeä klikkaamalla kyseessä olevan laitteen/komponentin huolto-ohjeeseen ja huoltovälitaulukkoon, josta näkee laitteelle/komponentille suoritettavat huoltotoimenpiteet. Alla on esimerkki taajuusmuuttajien huolto-ohjeista ja vuoden 2016 huoltotaulukosta.

TAAJUUSMUUTTAJIEN HUOLTO-OHJE		
Nro	Toimenpide	Huoltoväli
1.	Puhdista jäähdytyslementti	Tarvittaessa
2.	Tarkista liittimien kiristysmomentit	Säännöllisesti
3.	Lataa kondensaattorit	12 kuukautta (varastoitaessa)
4.	Tarkista I/O-liittimet ja ohjausliittimet	6-24 kuukautta (ympäristön mukaan)
5.	Puhdista jäähdytystunneli	
6.	Tarkista puhaltimen kunto ja tarkista, onko	
7.	liittimissä, kokoojakiskoissa tai muilla pinnoilla	
8.	korroosiota	
9.	Tarkista ovisuodattimet, jos laite on asennettu kaappiin	
10.	Vaihda puhaltimet:	5-7 vuotta
11.	• pääpuhallin	
12.	• sisäinen IP54-puhallin	
13.	• kaapin jäähdytyspuhallin/suodatin	
14.	Vaihda DC-väylän kondensaattorit	5-10 vuotta
(Vacon NXS-taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko)		

Taajuusmuuttajat	2016		Huom.
	Suoritettut toimenpide numerot	Pvm ja suorittaja	
Taajuusmuuttaja P1 (raakavesi)			
Taajuusmuuttaja P2 (raakavesi)			
Taajuusmuuttaja P3 (verkosto)			
Taajuusmuuttaja P4 (verkosto)			
Taajuusmuuttaja P5 (huuhtelu)			
Taajuusmuuttaja P6 (paineenkorotus)			

KUVA 5. Taajuusmuuttajien huolto-ohjeet ja kyseisen vuoden huoltotaulukko

Taulukkoon täytetään kullekin taajuusmuuttajalle suoritettavat toimenpiteet kirjoittamalla suoritettavat toimenpidenumerot ylemmästä huoltovälitaulukosta alempana sijaitsevaan huolto-

totaulukkoon. Keskimmäiseen sarakkeeseen tulee huoltopäivämäärä ja huollon suorittajan nimikirjaimet. Viimeinen sarake on varattu mahdollisia huomioita varten. Lopuksi merkitään vielä etusivun yhteenvetotaulukkoon Taajuusmuuttajat-kohtaan huollon suorittaja ja päivämäärä.

Muiden laitteiden huoltojen merkitseminen toimii huolto- ja kunnossapito-ohjelmassa samalla tavalla.

6 LOPUKSI

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Vesikolmio Oy:lle huolto- ja kunnossapito-ohjelma talousvesipuolen sähkölaitteille. Tavoitteena oli myös tutustua vedentuotantoon sekä siinä käytettyjen laitteiden huoltoon ja kunnossapitoon. Mielestäni onnistuin näissä tavoitteissa hyvin. Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin myös siltä osin, että huolto- ja kunnossapito-ohjelman käyttäminen ja seuraaminen käy helposti ja vaivattomasti. Lopputuloksena Vesikolmio sai käyttöönsä heille räätälöidyn huolto- ja kunnossapito-ohjelman vedentuotannon sähkölaitteille.

Mielenkiintoisinta tässä työssä oli päästä tutustumaan vedentuotannon käsittelylaitoksiin ja niiden toimintaperiaatteisiin. Todelliset tulokset huolto- ja kunnossapito-ohjelmasta saadaan vasta pidempiaikaisen käytön jälkeen. Tarkoituksena olikin, että Vesikolmio Oy voi kehittää ja laajentaa tätä suunnitelmaa tarpeidensa mukaisesti. Tulevaisuudessa huoltotöiden muuttuvia määräyksiä ja standardeja tulee tarkastaa säännöllisesti, jotta huolto- ja kunnossapito-ohjelma pysyy ajan tasalla.

LÄHTEET

Aalto, Heikki 1997. Kunnossapitotekniikan perusteet. Hamina: Kotkaset.

ABB 2016a. Taajuusmuuttaja. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.abb.fi/cawp/db0003db002698/d5b664f5dd909412c1257291003ef7cc.aspx>.

Luettu 13.4.2016.

Ansaharju, Tapani 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY.

Hietä-Wilkman, S., Jumpponen, E., Kovalainen, S., Männistö, M., Roine, R., Rauhala, H., Salo, T., Seesvuori, R., Sulonen, R., Taimisto, S., Tiainen, E. 2006. Sähköasennukset 2. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Järviö Jorma & Lehtiö Taina 2012. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. Helsinki: Copy-Set Oy.

KTM 517/1996. 2016. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöön- otosta ja käytöstä. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960517#Pidp2621296>. Luettu: 16.4.2016.

Medifast-Tekniikka 2016. Varavoimakoneet. Pdf-dokumentti. Saatavissa:

http://www.medifast-tekniikka.fi/artikkelit/Varavoimakoneiden_vikaantumisen.pdf.

Luettu 14.4.2016.

Mikkonen, Henry 2009. Kunnossapitolajit. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.

Nurmi, M. 2006. Pumppuhuolloilla torjutaan vaaraa ja tuotantokeskeytyksiä. Kunnossapito 2006, 4.nro.

Oikosulkumoottoreiden käyttö- ja huolto-ohjeet. 2016. Oikosulkumoottorit. Pdf-

dokumentti. Saatavissa : http://www.moves.fi/web_documents/bc_moottoreiden_k_ytt_ -_ja_huolto-ohje.pdf. Luettu 24.4.2016.

SFS-käsikirja 600. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. 2007. Helsinki.

ST-kortisto 95.48 Huollon ja kunnossapidon käsitteet ja erot sekä kunnossapitosuunnitelman tavoitteet. Kiinteistön sähkö- ja tietojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo

Sähkövoimatekniikkaopus 2016. Kompensointilaitteet. Pdf-dokumentti. Saatavissa:

http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/9muuntajat_ja_sahkolaitteet.pdf.

Luettu 14.4.2016

Tukes 2016a. Sähkölaitteistoluokitus. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/>. Luettu 11.4.2016.

Tukes. 2016b. Sähkölaitteistot. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteistot/Kaytto-kunnossapito-ja-muutokset/>. Luettu 12.4.2016.

UPS-käsikirja 2012. Eaton Corporation. Pdf-dokumentti. Saatavissa: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi3_4TQqZPMAhVDdCwKHdF4CT0QFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fpqlit.eaton.com%2Ffil_download_bylitcode.asp%3Fdoc_id%3D24030&usg=AFQjCNGTiVRlbr3Vd6dYlsJNNig0gU9GOg&cad=rja. Luettu 13.4.2016.

Vacon 2016. Taajuusmuuttajan käyttöohje. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www.vem.fi/userData/vem/downloads/vacon/ohjeet/Vacon_NX_kayttoohje_fi.pdf. Luettu 13.4.2016

Vesikolmio Oy. 2016a. Yhtiö. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.vesikolmio.fi/>. Luettu 2.4.2016.

Vesikolmio Oy. 2016b. Historia. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.vesikolmio.fi/yhtio/historia>. Luettu 2.4.2016.

Vesikolmion toimintakertomus. 2014.

LIITE 1. Huolto- ja kunnossapito-ohjelman kansilehti

						
SÄHKÖLAITTEISTON HUOLTO JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA						
Yhteenveto suoritetuista huolloista	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Laitteistoluettelo	Huollon suorittaja ja päivämäärä	Huollon suorittaja ja päivämäärä	Huollon suorittaja ja päivämäärä	Huollon suorittaja ja päivämäärä	Huollon suorittaja ja päivämäärä	Huollon suorittaja ja päivämäärä
Akut						
Keskukset						
Kompensointilaitteet						
Määräaikaistarkastus						
Pumput						
Silmämääräinen tarkastus						
Sähkömoottorit						
Taajuusmuuttajat						
UPS						
Varavoimakoneet						
<p> Kansilehti / Akut / Keskukset / Kompensointilaitteet / Määräaikaistarkastus / Pumput / Silmämääräinen tarkastus / Sähkömoottorit / Taajuusmuuttajat </p>						

LIITE 3. Esimerkki sähkökeskusten huolto-ohjeesta ja huoltotaulukosta

SÄHKÖKESKUSTEN HUOLTO-OHJE	
Keskus: SPK	
Nro	Vuosihuollon yhteydessä tehtävät toimenpiteet
1.	• Keskuksen merkinnät ja yhtäläisyys kuvien kanssa
2.	• Tarpeelliset varoitustarrat vieraasta ohjausjännitteestä ym.
3.	• Kuvien paikkansapitävyys, varoituskilvet ja säilytys
4.	• Koteloiden ja kansien kunto ja tiiveys (huomioi kotelontiluokka)
5.	• Kosketussuojaukset ja niiden tiiveys
6.	• Tulppavarokkeiden kunto (lasittomat kannet uusitaan)
7.	• Kontaktorien, kahvasulakealustojen yms. komponenttien kunto
8.	• Lämpöreleiden kunto, säädön oikeellisuus, max. etusulake ja testaus
9.	• Vikavirtasuojien toiminnan testaus
10.	• Ylivirtasuojien toiminnan testaus ja etusulakkeet
11.	• Kompensointiparistojen testaus/virran mittaus
12.	• Keskuksen yhtedessä olevien akujen kunto, testaus ja vaihtopäivän tarkastus
13.	• Varasulakkeiden riittävyys ja säilytys
14.	• Keskustilan valaistuksen ja lämmityksen kunto
15.	• Keskuksen puhdistus
16.	• Keskustilan siivous ja roskien tyhjennys
17.	• Lämpökamerakuvaus 3-5 vuoden välein

SÄHKÖKESKUSTEN HUOLTO-OHJE				
Keskus: SPK				
Nro	Vuosihuollon yhteydessä tehtävät toimenpiteet	Suoritettu	2016	pvm: _____
			Suorittaja	Huom.
1.	• Keskuksen merkinnät ja yhtäläisyys kuvien kanssa			
2.	• Tarpeelliset varoitustarrat vieraasta ohjausjännitteestä ym.			
3.	• Kuvien paikkansapitävyys, varoituskilvet ja säilytys			
4.	• Koteloiden ja kansien kunto ja tiiveys (huomioi kotelontiluokka)			
5.	• Kosketussuojaukset ja niiden tiiveys			
6.	• Tulppavarokkeiden kunto (lasittomat kannet uusitaan)			
7.	• Kontaktorien, kahvasulakealustojen yms. komponenttien kunto			
8.	• Lämpöreleiden kunto, säädön oikeellisuus, max. etusulake ja testaus			
9.	• Vikavirtasuojien toiminnan testaus			
10.	• Ylivirtasuojien toiminnan testaus ja etusulakkeet			
11.	• Kompensointiparistojen testaus/virran mittaus			
12.	• Keskuksen yhtedessä olevien akujen kunto, testaus ja vaihtopäivän tarkastus			
13.	• Varasulakkeiden riittävyys ja säilytys			
14.	• Keskustilan valaistuksen ja lämmityksen kunto			
15.	• Keskuksen puhdistus			
16.	• Keskustilan siivous ja roskien tyhjennys			
17.	• Lämpökamerakuvaus 3-5 vuoden välein			

LIITE 4. Esimerkki kompensointilaitteiston huolto-ohjeesta

KOMPENSOINTILAITTEISTON HUOLTO-OHJE				
Ennen kuin toimenpiteisiin ryhdytään, katkaistaan kaapista virta ja odotetaan minuutin verran.				
Tänä aikana kondensaattorien varaus purkautuu purkausvatuksiin, jonka jälkeen on turvallista oikosulkea kondensaattorien navat. Kondensaattorin kapasitanssi voidaan mitata kapasitanssimittarilla ta vertaamalla kondensaattorin nimellisvirtaa sen ottamaan virtaan.				
			2016	
Nro	Kerran vuodessa suoritettavat toimenpiteet ja tarkastukset	Suoritettu	Pvm ja suorittaja	Huom.
1.	• Johdinliitokset			
2.	• Sulakkeet			
3.	• Säätimen toiminta			
4.	• Kontaktorien toiminta			
5.	• Varoituskilvet			
6.	• Muut merkinnät			
7.	• Sulakkeiden vaihtokahva			
8.	• Kondensaattorin mekaaninen kunto			
9.	• Kosketussuojat			
10.	• Kondensaattorien purkuvastukset			
11.	• Jännitteisten osien ilmavälit			
12.	• Kondensaattorien kapasitanssimittaukset			
13.	• Tuuletusaukkojen verkkojenpuhdistus			
14.	• Eristimien puhdistaminen (vedellä tai sprillä)			
15.	• Pariston imurointi			
	(Nokian kondensaattorit Oy)			

LIITE 6. Esimerkki pumppujen huolto-ohjeesta

PUMPPUJEN HUOLTO-OHJE	
Nro	Toimenpiteet ja tarkastukset
1.	• Laakereiden kunnan tarkistus ja voitelu
2.	• Pumpun käyntiäänen ja tärinän tarkkailu
3.	• Korroosio- ja kulumistarkistukset
4.	• Pumpun pintapuolinen pesu
5.	• Lämpötilan ja värähtelyjen tarkkailu
6.	• Akselitiivisteiden kunnan tarkistus
7.	• Putkiston mahdollisten vuotojen etsintä
8.	• Pumpun painepuolen paineentarkkailu, tehotarpeen tarkkailu

Pumput	2016		Huom.
	Suoritetut toimenpide numerot	Pvm ja suorittaja	
Pumppu P1 (raakavesi)			
Pumppu P2 (raakavesi)			
Pumppu P3 (verkosto)			
Pumppu P4 (verkosto)			
Pumppu P5 (huuhtelu)			
Pumppu P6 (paineenkorotus)			

LIITE 7. Esimerkki tilojen silmämääräisestä tarkastuksesta

SILMÄMÄÄRÄINEN TARKASTUS	
Nro	Suoritettavat toimenpiteet ja tarkastukset
1.	• Valaistus
2.	• Sähkökalusteiden yleiskunto
3.	• Maadoitukset
4	• Lämmittimien/pattereiden toimivuus ja yleiskunto
5.	• Tilojen yleiskunto ja siisteys

Vuosi	2016	
Suorittaja	Suoritettu	Huom.

Vuosi	2017	
Suorittaja	Suoritettu	Huom.

LIITE 9. Esimerkki taajuusmuuttajien huolto-ohjeesta ja huoltotaulukosta

TAAJUUSMUUTTAJIEN HUOLTO-OHJE		
Nro	Toimenpide	Huoltoväli
1.	• Puhdista jäähdytuselementti	Tarvittaessa
2.	• Tarkista liittimien kiristysmomentit	Säännöllisesti
3.	• Lataa kondensaattorit	12 kuukautta (varastoitaessa)
4.	• Tarkista I/O-liittimet ja ohjausliittimet	
5.	• Puhdista jäähdytystunneli	6-24 kuukautta
6.	• Tarkista puhaltimen kunto ja tarkista, onko	(ympäristön mukaan)
7.	liittimissä, kokoojakiskoissa tai muilla pinnoilla	
8.	korroosiota	
9.	• Tarkista ovisuodattimet, jos laite on asennettu kaappiin	
10.	• Vaihda puhallimet:	
11.	pääpuhallin	5-7 vuotta
12.	sisäinen IP54-puhallin	
13.	kaapin jäähdytyspuhallin/suodatin	
14.	• Vaihda DC-väylän kondensaattorit	5-10 vuotta
	(Vacon NXS-taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko)	

Taajuusmuuttajat	Suoritettut toimenpide numerot	2016	Huom.
		Pvm ja suorittaja	
Taajuusmuuttaja P1 (raakavesi)			
Taajuusmuuttaja P2 (raakavesi)			
Taajuusmuuttaja P3 (verkosto)			
Taajuusmuuttaja P4 (verkosto)			
Taajuusmuuttaja P5 (huuhtelu)			
Taajuusmuuttaja P6 (paineenkorotus)			

LIITE 10. Esimerkki UPS-laitteiden huolto-ohjeesta ja huoltotaulukosta

UPS-LAITTEIDEN HUOLTO-OHJE	
	Kerran vuodessa suoritettavat toimenpiteet ja tarkastukset
Nro	
1.	• Ulkoinen puhtaus ja yleiskunto
2.	• Tarkasta akun toimivuus ja jännitetaso
3.	• Tarkasta liittimien ja pistokkeiden kireys ja kunto
4.	• Akkujen suositeltu vaihtoväli on 3-5 vuotta

2016			
	Suoritettut	Pvm ja	
UPSit	Toimenpide numerot	suorittaja	Huom.

2017			
	Suoritettut	Pvm ja	
UPSit	Toimenpide numerot	suorittaja	Huom.

