



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA SOINLAHDEN SAHALLE

Opinnäytetyö

TEKIJÄ: Janne-Joonas Mantsinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Janne-Joonas Mantsinen	
Työn nimi Kunnossapitosuunnitelma Soinlahden sahalle	
Päiväys 2014-04-15	Sivumäärä/Liitteet 41/3
Ohjaajat lehtori Jari Ijäs, yliopettaja Juhani Rouvali	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Anaika Wood Ltd Oy, Kunnossapito / kunnossapidon esimies Markus Rautiainen	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia kunnossapitosuunnitelma Anaika Wood Ltd Oy:n Soinlahden sahalle sekä käyttöönottaa Arrow Maint -kunnossapito-ohjelmisto. Työ aloitettiin vuoden 2014 alussa Microsoftin Excel-ohjelmistolla, kunnes Arrow Maint -kunnossapito-ohjelmiston saatavuus varmistui. Kunnossapito tähtää laitteiston parempaan käyttövarmuuteen ja siten myös parempaan tuottavuuteen, toisin sanoen pyritään minimoimaan odottamattomat vikaantumiset ja niistä johtuvat seisokit.</p> <p>Kunnossapitosuunnitelman laatiminen aloitettiin perehtymällä lakeihin, päätöksiin, määräyksiin ja ohjeistuksiin, jotka koskevat ja ohjaavat sähkölaitteistojen huoltoa ja kunnossapitoa. Kun laitteistoja koskeva määräyskanta oli kartoitettu, aloitettiin laitekohtaisten huolto- ja kunnossapito-ohjeiden tutkiminen ja tarpeellisen tiedon kirjaaminen. Suurimmalle osalle laitteista on luotu huoltovälitaulukot, joista on helppo tarkistaa seuraavan huollon ajankohta. Samat tiedot on liitetty kunnossapito-ohjelmistoon.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena koottiin Soinlahden sahalle tietokanta sähkölaitteistojen ja -laitteiden tarkastuksista sekä huolto- ja kunnossapitotoimenpiteistä. Lopputuotos auttaa sahan kunnossapitohenkilöstöä pitämään entistä parempaa huolta sähkölaitteistosta.</p>	
Avainsanat kunnossapito, ennakkohuolto, sahalaitos, sähkölaitteisto, Arrow	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author Janne-Joonas Mantsinen			
Title of Thesis Maintenance Plan for Soinlahti Sawmill			
Date	15 April 2014	Pages/Appendices	41/3
Supervisors Mr. Jari Ijäs, Lecturer, Mr. Juhani Rouvali, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Anaika Wood Ltd Oy, Maintenance / Mr. Markus Rautiainen, Maintenance Superior			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to create a maintenance plan for a sawmill called Anaika Wood Ltd Oy in Soinlahti Iisalmi and to introduce a maintenance information system called Arrow Maint. The work on this thesis began tentatively with Microsoft Excel in the beginning of the year 2014 until the availability of Arrow Maint was confirmed. Equipment maintenance aims for better operational reliability and thus for better productivity. In other words, the aim is to minimize unexpected failures and resulting downtimes.</p> <p>The maintenance plan was approached by searching for laws, decisions, regulations and guidelines which control electrical installations, servicing and maintenance. When the ordinances on hardware were identified, the searching of apparatus specific servicing instructions was started. Interval service tables were created for the majority of equipment. From now on it will be easy to check the next service date. The same information was also connected to the maintenance information system.</p> <p>As a result of this thesis the Soinlahti sawmill was provided with a comprehensive database of necessary inspections for the electrical equipment and devices as well as service and maintenance measures. The outcome is going to help the sawmill maintenance group to take even better care of their electrical equipment.</p>			
Keywords maintenance, preventive maintenance, sawmill, electrical equipment, Arrow			

ESIPUHE

Kunnossapitosuunnitelman tarkoituksena on ensikädessä auttaa itse kunnossapidossa, sen ajoittamisessa ja toteuttamisessa. Kun laitteista pidetään hyvää huolta ja seurataan edes hivenen niiden toimintaa, saadaan niistä enemmän irti pidemmän aikaa. Tärkeää on maksimoida käytön turvallisuus ja minimoida vaarat. Tämä onnistuu parhaiten suunnitelmallisella kunnossapidolla. Opinnäytetyöaiheena kunnossapito on suosittu sen koukeroisuudesta huolimatta, sillä kunnossapitoon liittyy paljon voittavaa lakitekstiä ja määräyksiä.

Opinnäytetyö tehtiin Anaika Wood Ltd Oy:n Soinlahden sahalle. Aiheen työhön sain kunnossapidon esimieheltä Markus Rautiaiselta ja työssä eteenpäin opasti lehtori Jari Ijäs

Iisalmessa 15.4.2014

Janne-Joonas Mantsinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	ANAICA WOOD LTD OY.....	7
3	KESKEISIÄ LAKEJA JA OHJEISTUKSIA	8
3.1	Kunnossapidosta vastaavat henkilöt	8
3.2	Tarkastukset.....	10
4	KUNNOSSAPITO	12
5	SÄHKÖLAITTEISTOT	13
5.1	Muuntaja.....	14
5.2	Sähkötilat ja kesukset.....	16
5.2.1	Erotin	16
5.2.2	Katkaisija.....	17
5.3	Kompensointi.....	20
5.4	Moottorinohjaus.....	21
5.4.1	Logiikka.....	21
5.4.2	Pehmokäynnistin	21
5.4.3	Taajuusmuuttajat.....	21
5.5	Sähkömoottorit	24
5.6	Turvavalaistus	27
5.7	Paloilmoitinjärjestelmä	29
6	ARROW MAINT -KUNNOSSAPITO-OHJELMISTO	30
7	YHTEENVETO.....	36
	LÄHTEET	37
	LIITE 1: NXS- ja ACS500-taajuusmuuttajien huoltovälitaulukot	41
	LIITE 2: ACS600-taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko	42
	LIITE 3: ACS800-taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko	43

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia huolto- ja kunnossapitosuunnitelma Anaika Wood Ltd Oy:n Iisalmessa sijaitsevalle Soinlahden sahan sähkölaitteistolle. Toimeksiantaja on Soinlahden sahan kunnossapidon esimies. Työn tarkoituksena on ottaa käyttöön Arrow Maint -kunnossapito-ohjelmisto, jonka avulla huolto- ja kunnossapito-ohjeet ovat työn jälkeen löydettävissä keskitettynä yhdestä paikasta, ja siten helpottaa kunnossapidon seurantaa. Kunnossapidon toimenpiteiden aikataulutus, kuten määräaikaistarkastukset ja huollot, on myös toteutettavissa kyseisellä ohjelmistolla.

Kunnossapitosuunnitelma auttaa hoitamaan sähkölaitteet ennakoidusti. Huoltamalla laitteet valmistajien suositusten mukaisesti tuotantoon ei todennäköisemmin tule odottamattomia keskeytyksiä, laitteiston käyttöaika pitenee ja siten säästetään laitehankinnoissa. Kunnossapito-ohjelman taustalla ei ole vain tuottavuuden parantaminen, vaan muun muassa myös Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus 517/1996 11 §, jonka nojalla luokan 2 ja 3 sähkölaitteistolle on ennalta laadittava kunnossapito-ohjelma.

Soinlahden sahalla on sähkölaitteistoja, jotka kuuluvat luokkaan 2. Sahalta on myös sellaisia sähkölaitteistoja ja -laitteita, joiden sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma voidaan korvata niiden käyttö- ja huolto-ohjeilla. Huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan kuuluu kiinteistön muuntajat, erottimet, katkaisijat, jakohuoneet laitteistoineen ja sähkömoottorit 75 kW:sta alkaen. Soinlahden sahalla vaihdetaan vikaantuneet 75 kW pienemmät sähkömoottorit suoraan uusiin.

2 ANAIKA WOOD LTD OY

Anaika Wood Ltd Oy on vuonna 1993 perustettu kotimainen puunjalostusyritys, joka työllistää noin 150 henkilöä kolmessa maakunnassa: Keski-Suomessa, Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa. Laitoksia Anaika Woodilla on neljällä eri paikkakunnalla. Sahalaitokset sijaitsevat Toivakassa ja Iisalmessa ja jalostuslaitokset Joensuussa ja Lieksassa. Raaka-aineet hankitaan kotimaisista metsistä ja puulajeina käytetään kuusta sekä mäntyä. (Maukonen s.a.)

Anaika Wood jalostaa puuraaka-aineesta höylätavaraa, sahatavaraa ja liimapuuta. Eniten kysyntää on rakennehöylätavarasta, jonka osuus tuotannosta on 45 %. Raaka-aineen jalostamisen sivutuotteena syntyy sahanpurua, kutterilastua ja haketta, jotka edelleen hyödynnetään muun muassa kotieläinten kuivikkeiksi ja lämpölaitosten energiaksi. Suurin osa Anaika Woodsin tuotannosta menee vientiin. Eniten sahatavaraa menee Aasian maihin, mutta kysyntää riittää myös Yhdysvalloissa, Pohjois-Afrikassa ja Euroopassa. Soinlahdessa saha on toiminut vuodesta 1952, mutta Anaika Woodin omistuksessa saha on ollut vuodesta 2010. (Maukonen s.a.)

3 KESKEISIÄ LAKEJA JA OHJEISTUKSIA

Sähkölaitteistoja ja -laitteita on huollettava, korjattava ja käytettävä siten, että ne eivät aseta kenenkään omaisuutta saatikka henkeä tai terveyttä vaaraan. Ne eivät myöskään saa olla häiriöherkkiä tai aiheuttaa kohtuutonta häiriötä sähköisesti tai sähkömagneettisesti. (Sähköturvallisuuslaki 2014, 5 §.)

Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) voi sähköturvallisuuslain 21 §:n valtuuttamana määrätä tietynlaiset sähkölaitteistot huollettavaksi määrävälein. Sähköturvallisuuslain pykälä 21 vaatii säännöllisen huollon piiriin kuuluvilta laitteistoilta myös huolto- ja kunnossapito-ohjelman ennalta laatimista. KTM on lain valtuuttamana päättänyt 10 §:ssä, että sähkölaitteiston puutteet ja viat on poistettava riittävän nopeasti, ja tästä vastuun kantaa sähkölaitteiston haltija. Ministeriö määrää 11 §:ssä laadittavan ennalta huolto- ja kunnossapito-ohjelman sähkölaitteiston turva-, suoja- ja vastaavien järjestelmien määräaikaishuoltoa tarvitseville osille. Huolto- ja kunnossapito-ohjelma voidaan korvata laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeilla, jos tällaisia huoltoa vaativia laitteiston osia on vain muutama enintään 1 000 V nimellisjännitteisen liittymän sähkölaitteistossa. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 1996.)

Kun sähköturvallisuuslain 8 §:n ehdot täyttyvät, sähkölaitteille saa tehdä huolto- ja korjaustöitä. Sähköturvallisuuslain 8 §:n mukaan töille tulee nimetä töiden johtaja, jonka pitää olla luonnollinen henkilö. Töitä valvovan ja suorittavan henkilöstön on oltava riittävän ammattitaitoisia ja kelpoisia suorittamaansa työhön. Sähköturvallisuussäännöksiä ja -määräyksiä sekä asianmukaisien työvälineiden saatavuus on myös järjestettävä. (Sähköturvallisuuslaki 2014, 8 §.)

3.1 Kunnossapidosta vastaavat henkilöt

Soinlahden sahalla sähkölaitteiston kunnossapidosta ja tarkastuksista vastaa käytön johtaja. Käytön johtajan on oltava sähköpätevyyden omaava luonnollinen henkilö, eli käytön johtajaksi ei voi nimetä esimerkiksi yritystä. Hänen tulee huolehtia, että sähköturvallisuuslakia ja siihen liittyviä määräyksiä ja säännöksiä noudatetaan sähkölaitteiston huollossa ja käytössä. Sähkölaitteistoa käyttävien henkilöiden ammattitaito tulee todeta ja huolehtia siitä, että heidät on riittävästi opastettu tehtäviinsä. Sähkölaitteistolle on nimettävä käytön johtaja, kun laitteiston liittymisteho on yli 1600 kVA tai siihen kuuluu nimellisjännitteeltään yli 1 000 V:n osia. (Tukes 2012.)

Hoito- ja kunnossapito-ohjelmaan tulee merkitä ne henkilöt, jotka voivat tehdä hoito- ja kunnossapitotoimenpiteitä ja myös ne henkilöt, jotka voivat tehdä haltijan toimesta määrävälein suoritettavia silmämääräisiä katselmuksia. Yleensä käyttöhenkilöstö edustaa sähkölaitteiston haltijaa, jonka palveluksessa se on. Näin ollen haltija on perehdyttänyt henkilöstön työympäristöön ja sen eri järjestelmiin. Työympäristön tarkkailu kuuluu henkilöstön tehtäviin, ja sillä on käyttö- ja valvontavastuuta työsopimuksen vuoksi. Jos sähkölaitteistossa ilmenee vikoja tai muuta normaalista poikkeavaa, on niistä ilmoitettava sähköalan ammattilaiselle. (Autio 2002, 3.) Soinlahdessa sähköalan ammattilaisia ovat sähköasentajat ja kunnossapidon esimies.

Hoito- ja kunnossapitotoimenpiteiden suorittajat voidaan jakaa esimerkiksi seuraavasti:

Käytöstä vastaava henkilö on sähköturvallisuusstandardin mukaan henkilö, joka vastaa sähkölaitteiston käytöstä ja hoidosta. Mikäli sähkölaitteiston käyttö edellyttää varsinaista käytön johtajaa, tämä toimii myöskin käytöstä vastaavana henkilönä. Käytöstä vastaavalle henkilölle kuuluvia tehtäviä ovat esimerkiksi:

- turvasyöttöjärjestelmien koeajot
- määräaikaishuoltojen tilaaminen
- sähkötilojen asianmukainen lukitus
- hoito- ja kunnossapito-ohjelman toteutuminen

Tehtävään opastetut tai perehtyneet henkilöt voivat tehdä mm. seuraavia toimenpiteitä:

- johdonsuojakatkaisimien painikkeiden palautukset
- vikavirtasuojakytkimien testaus
- piirustusarkiston hoito
- sähkölaitteistojen kunnan toteaminen koestuspainikkeiden avulla
- sähkötilojen siisteyden ja järjestyksen tarkkailu ja siivoustyöt
- valaistushuolto (valaisimien puhdistus, lamppujen ja sytyttimien vaihto)
- laitteiden toiminnan säännöllinen yleinen tarkkailu valaistushuolto ja lampunvaihdot (tehtävään opastettu henkilö)
- toimintakokeilut (paloilmoitus, varavoima, varavalaistus yms.)
- haltijalle kuuluvat jatkuvasti suoritettavat silmämääräiset sähkölaitteistojen kunnan katselmukset, toiminnan tarkkailu
- mekaaniseen kuntoon ja suojaukseen liittyvät tarkastukset
- muut kuin sähköalan ammattilaista vaativat huoltoja kunnossapitotoimenpiteet

Sähköammattilaiselle kuuluvia tehtäviä ovat mm.

- huolto-, säätö-, mittaus-, testaus- ja korjaustehtävät
- välittömästi tehtävä sähkö-vikahuolto
- suurjännitelaitteistoihin kuuluvat työt
- haltijalle kuuluvat määrävälein suoritettavat silmämääräiset sähkölaitteistojen kunnan katselmukset
- vikaantuneiden ja rikkoutuneiden osien vaihto
- käyttöpiirustusten päivittäminen
- tehtävään opastettujen henkilöiden töiden valvonta

Erikoisasantuntemusta, erityisvaltuutusta tai laitetoimittajan huoltoa vaativia tehtäviä ovat mm.

- sellaiset laitteet ja järjestelmät, joilta valmistaja sitä erikseen edellyttää
- suurjännitelaitteiston osat (katkaisijat, releistys)
- hissit, nosto-ovet, nostimet ja siirtolaitteet
- paloilmoitinlaitteiden huolto
- lääkintätilojen mittaukset
- puhdastilojen iv-keskukset
- räjähdysvaarallisten tilojen hoito ja kunnossapito
- tietojärjestelmät yleensä

3.2 Tarkastukset

Sähkölaitteiden- ja laitteistojen tarkastuksista huolehtiminen kuuluu käytön johtajalle. Käytön johtajan tehtävä on pitää huoli viranomaistarkastuksista sekä laajennus- ja muutostöihin liittyvistä käyttöönottotarkastuksista. Tarkastuksilla pidetään huolta siitä, että sähkölaitteisto täyttää sille asetetut tekniset vaatimukset sekä sitä on turvallista käyttää ja sen turvallisuus säilyy ajan kuluessa. Tarkastuksissa käydään läpi myös suoritettavat huoltotoimenpiteet ja niiden tarkoituksenmukaisuus. (Tukes 2008, 7.)

Sähkölaitteistolle on KTM (517/1996) päätöksen nojalla tehtävä käyttöönottotarkastus. Tarkastus tehdään kaikille sähköasennuksille ja tarkastuksen suorittaa sähkölaitteiston rakentaja. Näin varmistetaan, että sähkölaitteisto ei aiheuta vaaraa tai häiriötä. (Sähkötieto ry 2010 b, 7.)

Varmennustarkastus liittyy sähkölaitteiston käyttöönottoon. Se on suoritettava ennen laitteiston varsinaista käytön aloittamista, mutta sähkölaitteistoluokille 1 ja 2 varmennustarkastus voidaan tehdä viimeistään kolmen kuukauden kuluttua käytön aloittamisesta (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 1996, 7 §). Varmennustarkastuksessa nimensä mukaisesti varmistetaan tehtyjen sähköasennuksien turvallisuus. Kaikkia asennuksia ei varmennustarkastuksessa tarkasteta, vaan se suoritetaan pistokokein. Tarkastuksessa varmistetaan myös, että sähköurakoitsija on tarkastanut asennuksensa. Sähköurakoitsijan tehtävä on tilata laitteistolle varmennustarkastus. Varmennustarkastus on tehtävä laitteistoluokkien 1, 2 ja 3 sähkölaitteistoille ja niille tehdyille muutostöille. Luokitusperusteet ovat esillä taulukossa 1. Poikkeuksena mainittakoon, että muutostöille ei ole tarvetta tehdä varmennustarkastusta, kun

- *laitteistoluokka 1, 2 tai 3b ja c lukuun ottamatta leikkaussaleissa olevia laitteistoja*
 - ja*
 - *nimellisjännite enintään 1000V ja työalueen ylivirtasuojat enintään 35 A eikä laitteistolle vaadita käytön johtajaa, muutoin enintään 250 A*
 - tai*
 - *muutostyö kohdistuu kytkinlaitokseen, jonka nimellisarvoja ei muuteta.*
- (Sähkötieto ry 2010, 7; Tukes 2008,7.)

Määräaikaistarkastuksen saavat suorittaa valtuutetut laitokset ja tarkastajat. Tarkastuksella varmennetaan sähkölaitteiston turvallinen ja häiriötön käyttö sekä laitteiston kunto. Lisäksi varmistetaan, että huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa on noudatettu tekemällä ohjelmaan määritellyt toimenpiteet ja tarkastuspöytäkirjat sähkölaitteiston muutos- ja laajennustöistä ovat ajantasaiset ja -mukaiset. Kuten taulukosta 1 käy ilmi, määräaikaistarkastusväli vaihtelee 5 ja 15 vuoden välillä laitteistoluokan mukaan. Määräaikaistarkastuksen tilaaminen on sen henkilön vastuulla, joka huolehtii rakennuksen pitkäaikaisesta kunnossapidosta. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 1996, 12 §; Tukes 2008, 7.)

TAULUKKO 1. Sähkölaitteistoluokitukset ja niitä vastaavat määräaikaistarkastusvälit (Tukes 2008, 8.)

Laitteistoluokka	Tarkastuksen kohde tai tila	Tarkastuksen tekijä	Määräaikaistarkastusväli
Luokka 3	a: Kemikaalilupaa edellyttävät räjähdysvaaralliset tilat (esim. kemianteollisuudessa) b: lääkintätilat leikkaussaleja sisältävissä sairaaloissa ja lääkäriasemilla c: verkkoyhtiöiden jakelu-, siirto- yms. verkot (esim. sähkö/energialaitokset)	valtuutettu laitos (a-c) valtuutettu tarkastaja (b ja c)	5 vuotta
Luokka 2	Muut lääkintätilat sairaaloissa ja lääkäriasemilla, suurjännitellyt (esim. muuntamon omistavat) sekä yli 1600 kVA:n pienjännitellyt (esim. suurteholiittymät)	valtuutettu laitos valtuutettu tarkastaja	10 vuotta
Luokka 1	Julkiset rakennukset, liike-, teollisuus-, maatalousrakennukset ja ulkoalueet (pääsulakkeet yli 35 A) ja ilmoituksenvaraiset räjähdysvaaralliset tilat (esim. bensiiniasemat) sekä asuinrakennuksissa olevat muut kuin asumista palvelevat tilat, mm. liiketilat, joiden pääsulakkeet yli 35 A.	valtuutettu laitos valtuutettu tarkastaja	15 vuotta

Soinlahden sahan muuntamot ovat kooltaan 200 kVA, kaksi on 1 000 kVA ja suurin 2 000 kVA. Koska liittymistehojen summan on yli 1 600 kVA, sahan sähkölaitteisto kuuluu luokkaan 2d. KTM:n 12 §:n mukaan kyseinen laitteisto on määräaikaistarkastettava vähintään kymmenen vuoden välein. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 1996, 2 § ja 12 §.)

4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon tavoitteena on pitää sähkölaitteisto toimintakuntoisena korjaamalla vioittuneet osat tai uusimalla ne siten, ettei muuteta laitteiston tasoa merkittävästi verrattuna siihen, mitä se oli käyttöönotettaessa. Koska tekniikka kehittyy koko ajan ja näin saatavilla on uusia teknisiä ratkaisuja, joilla voidaan muun muassa parantaa laitteiston toimivuutta ja turvallisuutta, niin laitteisto ei todennäköisesti enää ole ensimmäistä käyttöönottokertaa vastaavassa tilassa. Tämä on kuitenkin aivan normaalia, sillä ajan kuluessa tulee esiin asioita ja tarpeita, joihin ei suunnitteluvaiheessa ole ratkaisua tai niitä ei vain silloin ole osattu huomioida tai muuten koettu merkittäviksi. (Autio 2003, 1.)

Kunnossapito edesauttaa pitämään sähkölaitteisto kunnossa. Kunnossapitoa voidaan tehdä ennakoivana ja korjaavana kunnossapitona. Ennakoiva kunnossapito on jaksotettua ja sillä pyritään pitämään laitteisto toimintakuntoisena siten, että laitteiston viat korjataan ennen niiden ilmenemistä. Korjaava kunnossapito tehdään vasta vian esiintymisen jälkeen. Korjaustoimenpiteitä voidaan siirtää tai ne on suoritettava välittömästi vian laadun mukaan. Jos vika ei estä laitteen toimimista ja sitä on pakko käyttää, korjausta voidaan siirtää. Kuitenkin on syytä miettiä, mitä seuraamuksia vikaantuneen laitteen käytöllä on. On mahdollista käyttää tilapäisratkaisuja, joilla laite saadaan väliaikaisesti toimintakuntoiseksi ennen lopullista korjaamista. Näin voidaan toimia esimerkiksi silloin, kun tarvittavia varaosia ei ole varastossa. (Niemelä 2007, 11–12.)

Kunnossapito voi olla ennakoivan kunnossapidon tapaan suunnitelmallista myös siten, että sen tavoitteena on parantaa laitteen suorituskykyä tai luotettavuutta tai molempia. PKS-7501 -standardi jakaa parantavan kunnossapidon kolmeen ryhmään:

- 1. Laitteen rakennetta muutetaan käyttämällä uudempia osia, mutta suorituskyky pysyy entisellään.*
- 2. Laitteelle suoritetaan toimenpiteitä, jotka parantavat luotettavuutta, suorituskyky pysyy entisellään*
- 3. Laite modernisoidaan eli yleensä muutetaan sen toimintaa siten, että päästään haluttuihin lopputuloksiin suorituskyvyn, laadun, lopputuotteen tms. kannalta*

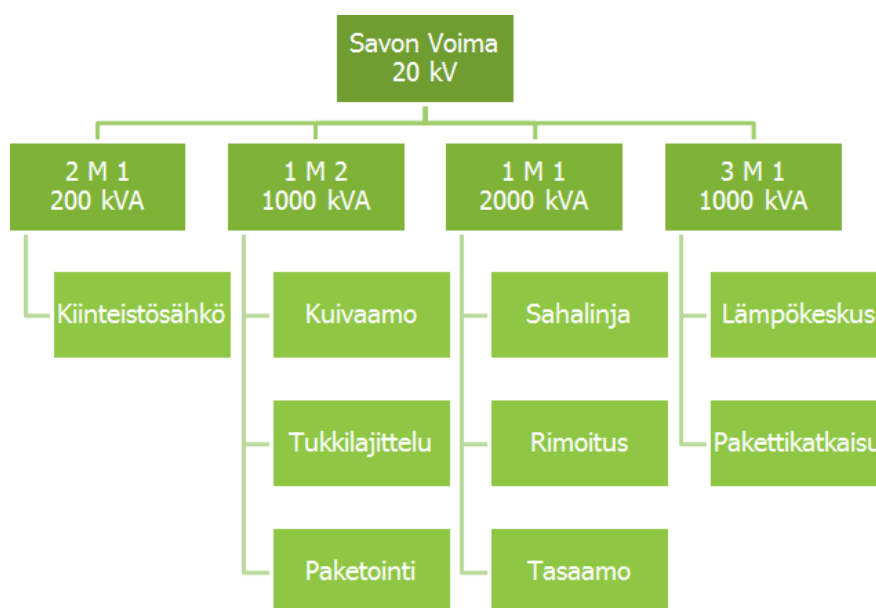
(Niemelä 2007, 13.)

5 SÄHKÖLAITTEISTOT

Teollisuuden sähköverkot koostuvat laitteistoista, joilla liitytään sähköverkkoon ja hallitaan sähköenergian kulkua ja itse tuotantoprosessia. Soinlahden sahalla olevat jakelumuuntamot liittyvät 20 kV jakeluverkkoon. Muuntamoilta edelleen syötetään tehtaan jakoasemia. Jakoasemilta sähköenergia hajautetaan keskuksien kautta ympäri tuotantolinjaa.

Keskukset sisältävät erottimia, katkaisijoita, suojalaitteita ja toimilaitteita ohjaavia kojeita. Erotinta käytetään erottamaan verkko tai sen osa luotettavasti syöttävästä verkosta. Luotettavan erotuksesta tekee erottimella aikaansaattava näkyvä avausväli. Erotuksen luotettavuus voidaan todeta lisäksi erotuslaitteen luotettavalla mekaanisella asennonosoittimella tai toteamalla erotuslaitteen toiminta jollakin muulla luotettavalla tavalla (Mäkinen 2012). Katkaisijalla ja suojalaitteilla voidaan suojata verkkoa muun muassa vikatilanteissa syntyviltä vikavirroilta. Toimilaitteita ohjaavia kojeita ovat tätä nykyä lähes poikkeuksetta logiikat ja taajuusmuuttajat. Muuntamot on sijoitettu lähelle eniten sähköenergiaa vaativia tuotantoprosesseja, kuten sahalinjaa ja kuivaamoja. Kuviossa 1 on esitetty Soinlahden sahan pääjakelukaavio.

Ennakoivan kunnossapidon kannalta tärkeää on kuvata sähkölaitteiston osia lämpökameralla tarkastusten yhteydessä. Monesti sähköjärjestelmässä ilmenevän ongelman syy on vikaantuneessa laitteessa, mikä ilmenee muun muassa kuumenemisena. Liian suuret virrat selittävät usein kuumenemisen ja normaalista poikkeavat vastusarvot. Syy epänormaaliin kuumenemiseen voi olla löysä tai syöpynyt liitos, epäsymmetrinen kuorma tai ylikuormitus. Myös vialliset komponentit, harmoniset yliaallot ja eristysviat voivat aiheuttaa ylimääräistä lämpenemistä sähköjärjestelmässä. (Suomalainen 2011, 23–25.) Monet vakuutusyhtiöt vaativat laitteiden lämpötilan seuranta mittaamalla esimerkiksi lämpökameralla varsinkin silloin, kun laitteiden kuormituksista ei ole saatavilla tarpeeksi tietoa. Lämpömittauksien laiminlyönti voi vaikuttaa saatavien korvausten suuruuteen. (Finanssialan keskusliitto 2005.)



KUVIO 1. Soinlahden sahan pääjakelukaavio (Mantsinen 2014.)

5.1 Muuntaja

Muuntajaa käytetään muuntamaan korkeampi jänniteporras matalampaan jänniteportaaseen, mutta muuntajat toimivat myös toisinpäin. Voimalaitoksilla jännite muunnetaan korkeampaan jänniteportaaseen sähkönsiirtoa varten. Näin saadaan muun muassa minimoitua häviöt. Teollisuudessa muuntajilla muunnetaan jakeluverkon keskijännite pienjännitteeksi. Ensiöjännitteeltään 72,5 kV ja tätä pienemmät muuntajat ovat jakelumuuntajia. (Huurainen 2006.)

Soinlahden sahaa syöttävä keskijänniteverkko on 20 kV, joka muunnetaan kiinteistön jakelumuuntajilla 400 V. Eli sahan jakelumuuntajien muuntosuhde on 20/0,4kV. Sahalla on kaksi puistomuuntamoaa ja kaksi kiinteistömuuntamoaa. Taulukossa 2 on esitetty ABB:n suosittelemat määräaikaishuollon toimenpiteet jakelumuuntajalle. Jakelumuuntajien määräaikaiset huoltotoimenpiteet suoritetaan viiden vuoden välein. Poikkeuksena lämpömittari, öljynkorkeuden osoitin ja muuntajan kansi tarkastetaan kymmenen vuoden välein. Muuntajat tulisi myös kuvata lämpökameralla määräajoin normaalisessa kuormituksessa. Kuvaus voidaan suorittaa esimerkiksi kerran vuodessa. Erityistä huomiota kuvauksessa tulee kiinnittää kahvasulakkeen kisko-, läpivienti- ja johtoliitoksiin ja katkaisijan tai erottimen kosketinosiin. (Laine 2011, 10.)

TAULUKKO 2. Jakelumuuntajalle suoritettavat määräaikaiset huoltotoimenpiteet (Laine 2011, 10.)

	Huoltoväli (a)	
	5	10
Työn esivalmistelut ja jälkiselvitys	X	X
Tarkastus- ja huoltotoimenpiteet		
Visuaalinen tarkastus (vuoto, maali)	X	X
Läpivientien ja liityntöjen tarkastus	X	X
Läpivientien tiivisteiden tarkastus ja kiristys	X	X
Varusteiden tarkastus	X	X
Öljynäytteen otto	X	X
Suojalaitteiden tarkastus (koestus)	X	X
Maadoituksen tarkastus	X	X
Väliottokytkimen säätö laidasta laitaan	X	X
Pintakäsittelyn tarkastus	X	X
Muuntajan kanteen puhdistus tarpeen mukaan		X
Mittaukset ja koestukset		
Kaasureleen tarkastus	X	X
Lämpömittarin tarkastus		X
Öljynkorkeuden osoittimen toiminnan tarkastus		X
Tarkastus- ja huoltopöytäkirja	X	X
Työssä tarvittavat pientarvikkeet (puhdistusaineet ym.)		

Määräaikaishuoltotoimenpiteiden välillä tulee tehdä taulukon 3 mukaiset määräaikaistarkastukset, jotta muuntaja saadaan pysymään mahdollisimman kauan toimintakuntoisena. Jos muuntajan toimintakunnossa huomataan muutoksia, kannattaa siihen heti puuttua. Muuntajan mittariston lämpötiloja olisi hyvä kirjata ylös säännöllisesti, sillä niistä huomaa helposti poikkeavuudet normaaliarvoista. Lisäksi kannattaa kiinnittää huomiota muuntajan ääniin, hajuihin ja värin muutoksiin. Öljyn määrä on tarkastettava säännöllisesti, koska sen eristysvaikutuksen lisäksi se vaikuttaa myös muuntajan jäähdytykseen. Muun muassa tiivisteiden vanhentuminen voi aiheuttaa öljyvuoja. Maadoituskaapeliin ollessa löysällä, on muuntaja tehtävä pikimmiten jännitteettömäksi ja kiristettävä löysät liitokset. Maadoituskaapeleita tarkastaessa voi samalla tarkastaa muuntajan kiinnitykset perustuksiin. (ABB Oy 2007 f, 3–4.)

TAULUKKO 3. Jakelumuuntajan määräaikaistarkastukset (ABB Oy 2007 e, 5.)

Nro	Tarkastuskohdat	Aikaväli	Havainnointi
1	Lämpömittarit	kerran vuodessa	
2	Hälytyspiiri ja katkaisulisälaitteet	kerran vuodessa	Varmista piirien käyttöolosuhteet ja mittaa piirin eristysresistanssi
3	Tuulettimet	kerran vuodessa	Jos havaitaan poikkeavuuksia
4	Paisuntasäiliö	joka viides vuosi	
5	Käämityksen eristysvastus	kerran vuodessa	Kun mittaukset poikkeavat jyrkästi verrattuna aikaisempiin tuloksiin
6	Tan Δ mittaus	joka kolmas vuosi	Kuten kohta 5
7	Öljyn läpilyöntiarvo	kerran vuodessa	
8	Öljyn happamuusarvo	kerran vuodessa	
9	Öljyn toimivuudesta	Tarkista, jos poikkeavuuksia kohdissa 5-8	Ota kaksi litraa öljyä ja tarkista se ASTM D3487 mukaisesti
10	Muuntajaöljyn suodatus	Tarkista, jos poikkeavuuksia kohdissa 5-8	
11	Sisäpuoliset komponentit	joka seitsemäs vuosi	

5.2 Sähkötilat ja keskuksset

Sähkötiloista tarkastetaan määräajoin keskusten yleiskunto, kuten lukitukset, puhtaus, valaistus ja varusteet. Tarkastettavia varusteita ovat muun muassa arvokilvet, dokumentit, maadoitukset ja mitarit. Keskuksista tarkastetaan dokumenttien, keskusmerkintöjen, kuten kaapeleiden ja maadoitusten ajantasaisuus sekä keskuskojeiden asetteluarvot ja kunto. Keskuksen siisteydestä on myös pidettävä huolta. Nämä edellä kuvatut tarkastukset sekä sähkötilojen lämpökuvaukset kannattaa suorittaa vähintään vuoden sykleissä. (Laine 2011, 46.)

5.2.1 Erotin

Soinlahden sahalla on Strömbergin OJON-mallisia erottimia ja OJWM-mallisia maadoituserottimia. Lähdemateriaalien mukaan maadoituserottimia kutsutaan myös maadoitusveitsiksi ja maadoituskytkimiksi. Tyypiltään nämä erottimet ovat käsiohjattavia veitsierottimia.

Eroittimella saadaan aikaiseksi turvallinen avausväli laitteistoa syöttävän virtapiirin ja erottimen takana olevan laitteiston välille. Erotinta saa käyttää pääsääntöisesti virrattomana eli sitä ei käytetä kuormien erottamiseen. Usein erottimen kanssa parina toimii maadoituserotin, jota käytetään maadoittamaan syöttävästä verkosta erotettu laite tai verkko. Maadoituseroittimella varmistetaan verkon jännitteettömänä pysyvyys virhekytkentöjen, vikojen ja huomaamatta jääneiden varasyöttöjen varalta. (Korpinen 1998, 14; Hannula 2011, 14.)

Erottimien määräaikaishuolto koostuu seuraavanlaisista tarkastuksista ja toimenpiteistä:

- liittimien ja kosketinvarsien lämpökuvaus
- kosketinkiskojen ja liitoksien tarkastus
- virtateiden rasvan poisto ja uudelleen rasvaus
- rullakoskettimien avaus ja tarkastus pistokokein
- eristimen puhdistus ja silmämääräinen tarkastus
- säätöjen tarkastus
- maadoitusliittimen tarkastus.

Mitoitusvirraltaan 2 500 A ja 4 000 A olevien erottimien koskettimien voitelua ei tarvitse normaalisti uusida. Kosketinpitoihin voidaan tarpeen tullen lisätä voiteluainetta, jos erottimen aukaisemiseen tarvitaan normaalia enemmän voimaa. Tarkastusten ja toimenpiteiden suoritusväli on kuudesta kahdeksaan vuotta riippuen erottimen iästä, tyypistä, ympäristöolosuhteista, käyttökohteesta ja sen tärkeydestä. Erotin kuvataan lämpökameralla kerran vuodessa. (ABB Oy 2005, 6; Hannula 2011, 18.)

5.2.2 Katkaisija

Katkaisijan tehtävä sähkösiirrossa on virtapiirin sulkeminen ja katkaiseminen siten, ettei siitä aiheudu vaaraa vaikka kyseessä on suurin mahdollinen piirissä esiintyvä virta. Vikatilanteissa syntyvät oikosulut aiheuttavat verkkoon suuria oikosulkuvirtoja. Katkaisijan on pystyttävä katkaisemaan nämä oikosulut vioittumatta ja aiheuttamatta häiriötä muualle verkkoon. (Korpinen 1998, 13.)

Soinlahden sahalla on Merlin Gerinin Masterpact -ilmakatkaisija (kuva 1). Merlin Gerin liittyi Schneider Electriciin vuonna 1992, joten huolto- ja kunnossapito-ohjeet ovat saatavissa Schneiderilta. Katkaisijoille on määritelty määräaikaishuollot kolmeen tasoon, jotka on esitelty taulukoissa 4, 5 ja 6. Huollot on jaettu tasoille sen mukaan, millä aikavälillä huollot on suoritettava ja kuka on valtuutettu ne suorittamaan. Kun Merlin Gerinin katkaisija on ollut käytössä viisi vuotta, on katkaisijalle suoritettava täydellinen tason 4 tarkastus, jonka voi suorittaa vain ja ainoastaan Schneider Electric Services. Tason 4 (taulukko 6) huolto tulee suorittaa myös, kun on tapahtunut viisi ylikuormalaukaisua tai oikosulku- tai pikaoikosulkulaukaisu. Kunnossapitohenkilöstö pitää kirjata laukaisujen lukumäärästä. (Schneider Electric, 2.)



KUVA 1. Masterpact -ilmakatkaisija (Mantsinen 2014.)

TAULUKKO 4. Joka vuosi suoritettavat tason II kunnossapitotoimenpiteet (Schneider Electric s.a, 7.)

Toimenpide	Vuosi					Työkalu
	1	2	3	4	5 ⁽¹⁾	
Katkaisija						
Tarkista katkaisijan yleinen kunto (ovikaulukset, suojarahle, runko, vaunu, pääkoskettimet)	■	■	■	■	■	-
Mekanismi						
Avaus/sulkeminen manuaalisesti ja sähköisesti	■	■	■	■	■	-
Virtitys sähköisesti	■	■	■	■	■	-
Napojen kunnollinen sulkeutuminen	■	■	■	■	■	-
Tarkista käyttökertojen määrä	■	■	■	■	■	Käyttökertalaskuri
Katkaisumekanismi (sammutuskammiot ja pääkoskettimet)						
Tarkista suodattimien puhtaus ja sammutuskammioiden kiinnitys	■	■	■	■	■	Momenttiavain
Apulaitteet						
Tarkista apulaitteiden kytkennät ja eristys	■	■	■	■	■	-
Suojarele						
Laukaise suojarahle käyttäen testilaitetta ja tarkista hälytykoskettimien SDE1 ja SDE2 toiminta	■	■	■	■	■	HHTK tai FFTK
Tarkista maasulkusuojaus (Micrologic 6.0) tai maavuotosuojaus (Micrologic 7.0)	■	■	■	■	■	-
Katkaisijan lukitus						
Avaa ja sulje avainlukot	■	■	■	■	■	-
Avaa ja sulje riippulukot	■	■	■	■	■	-
Vaunu (ulosvedettävä katkaisija)						
Poista katkaisija vaunusta ja laita se takaisin	■	■	■	■	■	-
Tarkista apukoskettimien (CE, CT, CD, EF) toiminta	■	■	■	■	■	-
Tarkista kosketussuojien toiminta	■	■	■	■	■	-
Vaunun lukitus (ulosvedettävä katkaisija)						
Avaa ja sulje vaunun avainlukot	■	■	■	■	■	-
Avaa ja sulje vaunun riippulukot	■	■	■	■	■	-

(1) Nämä tarkastukset ja testit suorittaa Schneider Electric Service.

TAULUKKO 5. Joka toinen vuosi suoritettavat tason III kunnossapitotoimenpiteet (Schneider Electric s.a, 8.)

Toimenpide	Vuosi					Työkalu
	1	2	3	4	5 ⁽²⁾	
Mekanismi						
Tarkista moottoriohjaimen viritysaika (0,85 Un)		■		■	■	Sekuntikello + jännitelähde
Tarkista mekaniikan yleinen kunto		■		■	■	-
Katkaisumekanismi (sammutuskammiot ja pääkoskettimet)						
Tarkista katkaisumekaniikan toiminta		■		■	■	-
Apulaitteet						
Tarkista koskettimien toiminta (OF/PF/MCH)		■		■	■	Vastusmittari
Tarkista kiinniohjauksen XF toiminta (0,85 Un)		■		■	■	Jännitelähde
Tarkista työvirtalaukaisijan MX toiminta (0,70 Un)		■		■	■	Jännitelähde
Tarkista alijännitelaukaisijan MN/MNR (0,35 Un ja 0,70 Un)		■		■	■	Jännitelähde
Tarkista hidastetun alijännitelaukaisijan MNR viive (0,35 Un ja 0,70 Un)		■		■	■	Jännitelähde
Tarkista työvirtalaukaisuaika MX		■		■	■	Tester
Suojarele						
Tarkista laukaisukäyrät, käyttäen testeriä, ja suojarahlele virheindikointi-ledit (ylivirta, oikosulku)		■		■	■	Ota yhteys Schneider Electric Service:n
Vaunu (ulosvedettävä katkaisija)						
Puhdista ja voitele vaunu		■		■	■	Mobilith SHC100
Voitele vaunun naarasliittimet (erikoistapaus syövyttävissä ilmastoissa)		■		■	■	Mobilith SHC100
Päävirtaliittimet						
Tarkista ja kiristä löysät liittimet	Vain jos liittimet näyttävät ylikuumentuneilta					Momenttiavain

(2) Nämä tarkastukset ja testit suorittaa Schneider Electric Service

TAULUKKO 6. Joka viides vuosi suoritettavat tason IV kunnossapitotoimenpiteet (Schneider Electric s.a, 9.)

Toimenpide	Vuosi				
	5	10	15	20	25
Runko					
Mittaa eristysresistanssi	■	■	■	■	■
Mekanismi					
Tarkista apulaitemekanismin avautumisvoima	■	■	■	■	■
Katkaisumekanismi (sammutuskammiot + pääkoskettimet)					
Mittaa päävirtaliittimien (tulo/lähtö) resistanssi kaikille vaiheille	■	■	■	■	■
Apulaitteet					
Tarkista kelojen XF, MX, MN käyttöikä	■	■	■	■	■
Apulaitteiden ennalta ehkäisevä vaihto			■		
Micrologic suoja-arele					
Tallenna suojausasetukset, lokitiedot (Micrologic P ja H)	■	■	■	■	■
Tarkista laukaisuketjun jatkuvuus jokaiselle vaiheelle	■	■	■	■	■
Tarkista DIN/DINF laukaisu	■	■	■	■	■
Tarkista asettelukytkimien toiminta	■	■	■	■	■
Tarkista suoja-areleen käyttöikä	■	■	■	■	■
Ennalta ehkäisevä suoja-areleen vaihto			■		
Vaunu (ulosvedettävä katkaisija)					
Tarkista katkaisijan kiinnitys/irrotusmomentti	■	■	■	■	■
Puhdista ja voitele vaunun ruuvi (ainoastaan NW)	■	■	■	■	■
Väyläliitäntä ja lisävarusteet					
Testaa laitteen toiminta, tilatietojen (OF, SDE, PF, CH) lataus käyttämällä väyläliitäntää	■	■	■	■	■
Testaa vaunun tilatietojen lataus, BCM:n ja CCM:n välisen osoitteen synkronointi	■	■	■	■	■
Testaa tietojen kirjoittaminen Micrologic suoja-areleelle väyläliitäntää pitkin	■	■	■	■	■

Kunnossapitohuoltojen aikaväliin vaikuttavat ympäristöolosuhteet, joissa katkaisijaa käytetään. Jos käyttöolosuhteet vastaavat taulukossa 7 määriteltyjä normaaleja olosuhteita, määräaikaishuollot suoritetaan edellä esiteltyjen taulukoiden mukaisesti. Käyttöolosuhteiden täyttäessä kaikki suotuisat olosuhteet -sarakkeen kohdat voidaan määräaikaishuoltojen aikavälit kertoa kahdella. Jos yksikin vaativien olosuhteiden ehdoista täytyy, on huoltojen suoritusväli puolitettava. Vallitsevat käyttöolosuhteet eivät kuitenkaan vaikuta neljännen tason huoltoon, vaan tämä suoritettava joka tapauksessa aina viiden vuoden välein. (Schneider Electric, 3.) Kuten kuvasta 1 voi nähdä, katkaisijaan on kertynyt pölyä, joten sitä ei ole suojattu. Näin ollen huoltojen suoritusvälit on puolitettava.

TAULUKKO 7. Schneider Electricin määrittelemät käyttöolosuhteet (Schneider Electric s.a, 3.)

	Suotuisat olosuhteet tai katkaisija suojattuna	Normaalit olosuhteet	Vaativat olosuhteet ja katkaisija ei ole suojattuna
Lämpötila	Vuotuinen keskilämpötila <25 ° C kytkinkentän ulkopuolella Laitte on asennettu ilmastoituun keskukseseen tai ilmastoituun koteloon.	Vuotuinen keskilämpötila <25 ° C kytkinkentän ulkopuolella	Vuotuinen keskilämpötila välillä 35 ° C ja 45 ° C kytkinkentän ulkopuolella (EN 60439-1)
Kuormitusaste	<50% nimellisvirrasta	<80% nimellisvirrasta	>80% nimellisvirrasta
Suhteellinen kosteus	<50%	<70%	>80%
Ilmaston syövyttävyyys	Laitte asennettu ympäristöön 3C1 tai suojattuun keskukseseen (ilmastoituun ja suodattimilla varustettuun)	Laitte asennettu ympäristöön 3C1 tai 3C2 (IEC 60721-3-3)	Laitte asennettu ympäristöön 3C3 tai 3C4 ilman erityistä suojausta
Ilman suolaisuus	Ei suolasumua	Ei suolasumua	Asennettu <10 km merenrannasta ja katkaisija on ilman erityistä suojausta.
Pölyisyys	Mitätön Laitte on suojassa suodattimilla varustetussa kytkinkentässä tai ilmastoidussa IP54 kotelossa.	Alhainen taso Laitte on suojassa suodattimilla varustetussa kytkinkentässä tai ilmastoidussa IP54 kotelossa.	Korkea taso Laitte ei ole suojattu.
Tärinä	Ei tärinää	Jatkuva tärinä < 0.2 g	Jatkovaa tärinää välillä 0,2 ja 0,5 g
Harmoniset		Harmoniset virrat per vaihe <30 % nimellisvirrasta	

5.3 Kompensointi

Loisteho on välttämätöntä teollisuudessa, sillä esimerkiksi sähkömoottorit tarvitsevat loistehoa sille välttämättömän magneettikentän luomiseen. Loisteho voidaan ottaa joko siirtoverkosta ja maksaa siitä erikseen loistehomaksua verkkoyhtiölle tai sitä voidaan itse tuottaa paikallisesti erilaisilla kompensointilaitteilla. Soinlahden loistehon kompensointiin sahalla käytetään Nokian kaappimallisia automaattisia kondensaattoriparistoja.

Nokian kondensaattoriparistot on huollettava vuosittain tarkastuksin ja toimenpitein. Ennen kuin toimenpiteisiin ryhdytään, kaapista katkaistaan virta ja odotetaan minuutti. Tänä aikana kondensaattorien varaus purkautuu purkausvastuksiin, minkä jälkeen on turvallista oikosulkea kondensaattorien navat. Näin varmistetaan kondensaattorien varauksien purkautuminen ja turvallinen huoltotilanne. Kondensaattorin kapasitanssi voidaan mitata kapasitanssimittarilla tai vertaamalla kondensaattorin nimellisvirtaa sen ottamaan virtaan. (Nokian kondensaattorit Oy 1990, 23–24.)

Kerran vuodessa suoritettavat tarkastukset:

- johdinliitokset
- sulakkeet
- säätimen toiminta
- kontaktorien toiminta
- varoituskilvet
- muut merkinnät
- sulakkeiden vaihtokahva
- kondensaattorin mekaaninen kunto
- kosketussuojat
- kondensaattorien purkuvastukset
- jännitteisten osien ilmavälit.

Kerran vuodessa suoritettavat toimenpiteet:

- kondensaattorien kapasitanssimittaukset
- tuuletusaukkojen verkkojen puhdistus
- eristimien puhdistaminen (vedellä tai sprillä)
- pariston imurointi.

(Nokian kondensaattorit Oy 1990, 23–24.)

5.4 Moottorinohjaus

Teollisuudessa sähkömoottoreita ohjataan logiikoilla, jolle voidaan antaa erilaisia asetusarvoja muun muassa valvomosta käsin ja näin vaikuttaa prosessiin. Sahalla asetusarvot riippuvat siitä, mitä sahatavaraa sahataan. Logiikat ovat yhteydessä linjalla sijaitseviin erilaisiin antureihin, jotka kertovat prosessin tilan. Näiden tilatietojen ja asetusarvojen perusteella logiikka ohjaa muun muassa pehmokäynnistimiä ja taajuusmuuttajia pyörittämään sähkömoottoreita tilanteen vaatimalla tavalla. Taajuusmuuttajat, pehmo-, tähtikolmio- ja suorakäynnistimet voivat olla yhteydessä prosessiin myös ilman logiikan välitystä.

5.4.1 Logiikka

Soinlahden sahalla on käytössä huomattava määrä Siemensin ohjelmoitavia logiikoita. Sahalla on Siemensin aktiivituotannosta poistuneita Simatic S5 -tuoteperheen logiikoita sekä uudempia Simatic S7 -tuoteperheen logiikoita. Logiikoiden kunnossapitoon kuuluu säännöllinen puskuripariston vaihto ja pölyjen puhdistus. Puskuriparisto auttaa säilyttämään logiikkaan asennetun ohjelman ja tiedot sähkökatkoksien sekä päälle- ja pois-kytkentöjen yhteydessä. Näin välttyään toistuvilta ohjelmien logiikkaan lataamisilta uudelleenkäynnistämisen yhteydessä. (Laine 2011, 40.)

Sahan tuotannon kannalta olisi järkevää kerran vuodessa tarkistaa logiikoiden ohjelmien varmuuskopioiden olemassaolo ja niiden ajantasaisuus. Laitteen vaihdon tullessa ajankohtaiseksi ei vikaantuneen laitteen muistin lukeminen välttämättä onnistu. Myös logiikoiden ohjelmointityökalujen toimivuudesta kannattaa varmistua, sillä laiterikko voi tapahtua milloin vain.

5.4.2 Pehmokäynnistin

Pehmokäynnistimillä saadaan vähennettyä moottoreiden käynnistys- ja pysäytystilanteista aiheutuvaa räsitusta. Tämä lisää käyttövarmuutta ja turvallisuutta, sillä käynnistimiin on integroitu erilaisia suojaus- ja vikojen tunnistuksia.

Soinlahdessa on kaksi pehmokäynnistintä, Telemecaniquen Altistar 3 ja 48. Pehmokäynnistimet ovat lähes huoltoa kaipaamaton, ja ne eivät vaadi huoltotoimenpiteitä ennakolta. On kuitenkin suositeltavaa tarkistaa ilmanvaihdon toimivuus, liittimien kireys ja kunto ja poistaa keräytynyt pöly pehmokäynnistimestä sekä asennuskaapin suodattimista.

(Telemecanique 1996, 20; Schneider Electric 2008, 74.)

5.4.3 Taajuusmuuttajat

Kuten nykyään teollisuudessa, sahoillakin käytetään paljon taajuusmuuttajia. Soinlahdessa on noin 60 taajuusmuuttajaa, jotka ovat ABB:n ja Vaconin valmistamia. Taajuusmuuttajalla voidaan vaivattomasti säätää sähkömoottoriin syötettävää tehoa eli sen akselin pyörimisnopeutta ja vääntömomenttia. Taajuusmuuttajan perään voi olla kytkettynä useampikin sähkömoottori.

Sahan huoltovapaimmat taajuusmuuttajat löytyvät Vaconin CXL-, CXS- ja NXL-tuoteperheistä. Nämä taajuusmuuttajat eivät tarvitse normaaliolosuhteissa huoltoa. Sahoilla olosuhteet voivat poiketa normaalista, joten taajuusmuuttajille kunnossapidoksi riittää vuosittainen jäähdytyslementin puhdistus ja tuulettimen toiminnan tarkastus, jos muuttaja on sellaisella varusteltu. (Vacon Oy 2000, 12; Vacon Oy 2007, 14.)

Vaconin NXS-taajuusmuuttajat eivät tarvitse normaaliolosuhteissa huoltotoimenpiteitä, mutta on suositeltavaa, että taajuusmuuttajat huolletaan määräajoin. Näin varmistetaan tuotteen pidempi käyttöikä ja käytön varmuus. (Vacon Oy 2013, 15.) ABB:n ACS550-taajuusmuuttajat ovat Vaconin NXS-taajuusmuuttajien tapaan lähes huoltovapaita. ACS550- ja NXS-sarjojen taajuusmuuttajille suoritettavat huoltotoimenpiteet on yhdistetty yhdeksi taulukoksi taulukkoon 8. Vuosittaisiin toimenpiteisiin kuuluu muun muassa jäähdytyslementin ja -tunnelin puhdistaminen. Molempien sarjojen alkuperäiset huoltovälitaulukot löytyvät liitteestä 1.

TAULUKKO 8. Vacon NXS- ja ABB ACS550-taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko (Vacon Oy 2013, 15; ABB Oy 2009 d, 265.)

Huoltotoimenpide	Huoltoväli
Liittimien kiristysmomenttien tarkastus	Vuosittain
Jäähdytyslementin ja -tunnelin puhdistus	Vuosittain
Kondensaattorien elvytys	Vuosittain (varastoitaessa)
Pääjäähdytys- ja sisäisen puhaltimen vaihto	6 vuotta
Kondensaattorien vaihto (ABB:llä runkokoot R5 ja R6)	9 vuotta
Ohjauspaneelin pariston vaihto	10 vuotta

ABB:n ACS600- ja ACS800-taajuusmuuttajat ovat paremmin ohjelmoitavissa ja muunneltavissa kuin ACS550 ja ne vaativat myös enemmän huoltoa. ACS600- ja ACS800-sarjan taajuusmuuttajille on määritelty yhdistetty huoltovälitaulukko taulukossa 9. Sahalla ei ole käytössä vesijäähdytteisiä taajuusmuuttajia, joten ne on jätetty pois taulukosta. Kuten pienemmillä taajuusmuuttajilla, näidenkin jäähdytyksestä on pidettävä huolta puhdistamalla jäähdytyslementti ja -tunneli ja joissakin tapauksissa ilmansuodatin.

TAULUKKO 9. ABB ACS600 ja ACS800 huoltovälitaulukko (ABB Oy 2007 b, 2; ABB Oy 2007 d, 2.)

ACS600 & ACS800	Vuotta käyttöönotosta																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Käyttöönotto	P																				
Ilmajäähdytteinen																					
<i>Puhallin (MD ja SD; R8, R9; IP54)</i>	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	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	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	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R
<i>Sisäinen/lisäpuhallin ACS800-01/-11/-31,104, IP21 ja IP55</i>	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R
<i>Puhallin (ACS800-01/-02/-04/-07/-11/-17/-31/-37/-104/DSU)</i>	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
<i>Puhallin (TSU) (ACS800)</i>	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R
<i>Lisäkentän jäähdytyspuhallin (ACS800-02)</i>	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R
<i>Kaapin sisäinen lisäpuhallin (ACS800-x7, ACS800 md)</i>	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
<i>Kaapin katolla oleva IP54 lisäpuhallin (ACS800-07, ACS800 md)</i>	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Ikääntyminen																					
<i>DC-välipiirin elektrolyyttikondensaattori</i>									(R			R					(R				
<i>Elektrolyyttikondensaattori (NGDR) (ACS600)</i>							(R		R			(R						R			
<i>Diodi- ja tyristorisyöttöyksikön vastukset ja kondensaattorit (DSU, TSU RC) (ACS600)</i>							I						I					I			
<i>Muistin backup-pariston vaihtaminen APBU-xx -yksikköön (ACS800)</i>	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Liitokset ja ympäristöolosuhteet																					
<i>Lattakaapelit (NINT, NXPP)</i>								(R		R		(R						R			
<i>Liitosten kireys</i>			I			I			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
<i>Kontaktoreiden kunto</i>			I			I			I			I			I			I			I
<i>Valokaapeli (liitokset)</i>			I			I			I			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
<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
<i>AINT-kortit ja nauhakaapelit ACS800</i>											R							R			
<i>Muuntajamodulin pikaliitin (ACS800-x7 ja ACS800 md)</i>			I			I			I			I			I			I			I
<i>Oven ilmansuodatin (IP54 tai korkeampi) ACS800</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Kehitystyö																					
<i>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																					
<i>Perusmittaukset</i>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Varaosat																					
<i>Varaosat</i>	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</i>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

Kuten logiikoiden kanssa, myös taajuusmuuttajien parametrien varmuuskopioiden olemassaolosta ja ajantasaisuudesta kannattaa varmistua vuoden välein. Prosessin kannalta tärkeitä parametreja, kuten muun muassa kiihdytys- ja jarrutusajat ja rajoitukset voidaan syöttää myös suoraan logiikalta uusitulle taajuusmuuttajalle väylän tai I/O:n välityksellä. Tällöin logiikoiden varmuuskopiointi korostuu.

5.5 Sähkömoottorit

Soinlahden sahalla on paljon eri kokoluokan moottoreita, jotka sijaitsevat hyvinkin erilaisissa ympäristöolosuhteissa. Osa moottoreista on sahanpurun ja -pölyn peitossa ja osa on kuumissa ja kosteissa olosuhteissa tai sekä-että. Sahoilla pöly on sähkömoottorin pahin vihollinen, sillä se kerääntyy moottorin tuulettimeen, tuulettimen suojaan ja jäähdytyslamelleihin. Moottorin huono jäähdytys lyhentää merkittävästi moottorin käyttöikää, sillä 10 °C:n käyttölämpötilan nousu moottorille suunnitellusta lämpötilasta puolittaa moottorin eristyksen käyttöiän (Rilla 2006). Moottorin ylikuumeneminen voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa tulipalon. Esimerkiksi vioittunut laakeri vastustaa sähkömoottorin roottorin pyörimistä staattorissa ja näin lisää moottorin kuormitusta ja siten myös sen lämpenemistä. Laakeri saattaa vioittua niin pahoin, että se kipinöi ja sytyttää kuivan pölyn palaamaan. Sahanpurun/-pölyn joutuminen kytkentäkotelon sisään voi aiheuttaa oikosulkuriskin ja sen seurauksena lisäksi vakavan paloriskin.

Sähkömoottorit on tarkistettava säännöllisesti vähintään kerran vuodessa. Tarkastusten tiheys riippuu moottorin käyttöolosuhteista. Moottori tulee pitää puhtaana epäpuhtauksista, jotta moottorin jäähdytys olisi mahdollisimman tehokasta. Akselitiivisteiden, kiinnitysruuvien ja kytkentäkotelon kytkentöjen kuntoa tulee myös seurata. Laakereiden kuntoa voidaan seurata mittaamalla lämpötilaa, kuuntelemalla laakeriääntä ja tarkkailemalla poistuvaa voiteluainetta. (ABB Oy 2009 a, kohta 6.1.) Sähkömoottoreille on taulukossa 10 määritelty määräajoin suoritettavat yleiset toimenpiteet. Sahan olosuhteet ovat pölyiset, joten sähkömoottorit on puhdistettava puolen vuoden välein. Sähkömoottorit voidaan puhdistaa myös useammin.

TAULUKKO 10. Sähkömoottorien huoltovälitaulukko (ABB Oy 2009 a, kohta 6.1; VEM Motors GmbH 2012, 109.)

Toimenpide	Aikaväli
Pölyjen putsaus (jäähdytyslamelli, tuuletin, ritilä, kytkentäkotelot)	puoli vuosittain
Akselitiivisteiden tarkastus	puoli vuosittain
Kytkenäkotelon tarkastus (liittimien kireys, kiinnitysruuvien kunto, johtojen kuluneisuus)	vuosittain
Laakeriäänien ja -lämpöjen mittaus	vuosittain
Eristysvastusmittaus	vuosittain
Alustan tarkastus	vuosittain
Laakerien voitelu	kts. taulukot

ABB:n sähkömoottoreiden voiteluväli määräytyy taulukon 11 mukaisesti runkokoon ja pyörimisnopeuden perusteella. Voitelussa on tärkeä muistaa oikean voiteluaineen valinta, sillä erilaisten voiteluaineiden sekoittuminen voi aiheuttaa laakerivaurion. Edellinen pätee kaikkiin voideltaviin laakereihin.

TAULUKKO 11. ABB:n kuulalaakeroitujen moottoreiden voitelutaulukko runkokoon mukaan (ABB Oy 2009 b, 17.)

Runko- koko	Voiteluaineen määrä g/laakeri	kW	3600 r/min	3000 r/min	kW	1800 r/min	1500 r/min	kW	1000 r/min	kW	500-900 r/min
Kuulalaakerit											
Voiteluväli käyttötunteina											
112	10	kaikki	10000	13000	kaikki	18000	21000	kaikki	25000	kaikki	28000
132	15	kaikki	9000	11000	kaikki	17000	19000	kaikki	23000	kaikki	26500
160	25	≤ 18,5	9000	12000	≤ 15	18000	21500	≤ 11	24000	kaikki	24000
160	25	> 18,5	7500	10000	> 15	15000	18000	> 11	22500	kaikki	24000
180	30	≤ 22	7000	9000	≤ 22	15500	18500	≤ 15	24000	kaikki	24000
180	30	> 22	6000	8500	> 22	14000	17000	> 15	21000	kaikki	24000
200	40	≤ 37	5500	8000	≤ 30	14500	17500	≤ 22	23000	kaikki	24000
200	40	> 37	3000	5500	> 30	10000	12000	> 22	16000	kaikki	20000
225	50	≤ 45	4000	6500	≤ 45	13000	16500	≤ 30	22000	kaikki	24000
225	50	> 45	1500	2500	> 45	5000	6000	> 30	8000	kaikki	10000
250	60	≤ 55	2500	4000	≤ 55	9000	11500	≤ 37	15000	kaikki	18000
250	60	> 55	1000	1500	> 55	3500	4500	> 37	6000	kaikki	7000
280 ⁿ	60	kaikki	2000	3500	-	-	-	-	-	-	-
280 ⁿ	60	-	-	-	kaikki	8000	10500	kaikki	14000	kaikki	17000
280	35	kaikki	1900	3200	-	-	-	-	-	-	-
280	40	-	-	-	kaikki	7800	9600	kaikki	13900	kaikki	15000
315	35	kaikki	1900	3200	-	-	-	-	-	-	-
315	55	-	-	-	kaikki	5900	7600	kaikki	11800	kaikki	12900
355	35	kaikki	1900	3200	-	-	-	-	-	-	-
355	70	-	-	-	kaikki	4000	5600	kaikki	9600	kaikki	10700
400	40	kaikki	1500	2700	-	-	-	-	-	-	-
400	85	-	-	-	kaikki	3200	4700	kaikki	8600	kaikki	9700
450	40	kaikki	1500	2700	-	-	-	-	-	-	-
450	95	-	-	-	kaikki	2500	3900	kaikki	7700	kaikki	8700

VEM Finland Oy:n valmistamille sähkömoottoreille suoritetaan ensitarkastuksen jälkeen säännöllinen vuosittainen päätarkastus. Päätarkastukseen kuuluu tarkastuksia pysäytetylle ja käyväälle moottorille. Pysäytetylle moottorille tehdään alustan-, kohdistuksen-, kiinnitysruuvien-, johtimien-, eristysmateriaalin ja eristysvastuksen tarkastukset. Käyvästä moottorista tarkastetaan laakerilämmöt, käyntiäänet ja sähköiset ominaisuudet. (VEM Motors GmbH 2012, 109.)

Normaali käytössä olevien VEM-sähkömoottoreiden laakerirasvat tulisi kaksinapaisissa moottoreissa vaihtaa noin 10 000 käyttötunnin jälkeen ja neljä- tai useampinapaisissa 20 000 käyttötunnin jälkeen. Jos käyttötuntimääriä ei saavuteta noin kolmessa vuodessa, niin laakerirasvat tai kestovoidellut laakerit vaihdetaan joka tapauksessa, koska rasvan voiteluominaisuudet huononevat ajan kuluessa. Taajuusmuuttajakäytöissä voiteluväliä lyhennetään noin neljänneksellä suurempien lämpenemisien vuoksi. On muistettava, että laakeriontelot saa täyttää noin 2/3 vetoisuudestaan. Jälkivoideltavissa laakereissa noudatetaan taulukon 12 jälkivoiteluaikoja ja taulukon 13 voiteluaineen määriä. Voiteluaineen lisääminen tapahtuu moottorin käydessä. (Vem Motors GmbH 2012, 110.)

TAULUKKO 8. VEM-moottoreiden jälkivoiteluajat rakennekoon mukaan (Vem Motors GmbH 2012, 110.)

Moottorin koko	Kaksinapainen moottori	Neli- tai useampinapainen moottori
112 - 280	2.000 h	4.000 h
315	2.000 h	4.000 h
355	2.000 h	3.000 h

TAULUKKO 9. VEM-moottoreiden jälkivoitelussa tarvittavan voiteluaineen määrä. (Vem Motors GmbH 2012, 111.)

Sarja Transnorm Koko	Pituus Napaluku	Rasvamäärä cm ³		Sarja IEC/DIN Koko	Pituus Napaluku	Rasvamäärä cm ³	
		D-puoli	N-puoli			D-puoli	N-puoli
112	kaikki	10	10	160	LX2, M2	23	20
132	kaikki	17	17		L4, 6, 8	23	20
160	kaikki	23	20	180	M2	23	23
180	2	23	23		M4, L6, 8	23	20
	≥ 4	31	31	L4	23	23	
200	2	31	31	200	L2	-	-
	≥ 4	35	31		LX2	31	31
225	2	35	35	225	L4, 6, 8 LX 6	31	23
	≥ 4	41	35		M2	31	31
250	2	41	41	225	M4, 6, 8 S4, 8	35	31
	≥ 4	52	41		M2	35	35
280	2	52	52	250	M4, 6, 8	41	35
	≥ 4	57	52		2	41	41
315 VL	S2	57	52	280	≥ 4	52	41
	M2	57	57		2	52	52
	S4, 6, 8	64	52	315	≥ 4	57	52
M4, 6, 8	78	57	MX2 VL		57	52	
355	2	57	57		MY2 VL	57	57
	4	90	57		MX4, 6, 8 VL	64	52
	6,8	90	57		MY4, 6, 8 VL	78	57

5.6 Turvavalaistus

Turvavalaistuksen tarkoituksena on taata riittävä valaistus turvallista rakennuksesta poistumista varten silloin, kun kiinteistön sähkönsyöttö pettää esimerkiksi sähkökatkoksen takia. Poistumisreittiä valaisevan valaistuksen tulee käynnistyä automaattisesti normaalin valaistuksen vikaantuessa tai joutuessa epäkuntoon. Valaistuksen varasyöttö on mitoitettava siten, että valaistus toimii ainakin tunnin ajan ja se on riippumaton valaisimien normaalista sähkönsyötöstä. Näin saavutetaan aika, joka vaaditaan turvalliseen poistumiseen ja evakuointiin. (Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 2005, 5§.)

Kunnossapidon tehtävä on varmistaa poistumisvalaistuksen toimintakunto säännöllisillä tarkastuksilla. Tehdyt huoltotoimenpiteet selostetaan ennalta laadittuun kunnossapito-ohjelmaan, jossa on myös selostettuna suoritettavat huoltotoimet. Alueen pelastusviranomainen voi tarvittaessa pyytää kunnossapito-ohjelmaa valvontaa varten. (Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 2005, 9 §.)

Sisäasiainministeriön asetukset ovat tarkennuksia eduskunnan vuonna 2011 päättämään pelastuslakiin. Pelastuslaissa säädetään, että toiminnanharjoittajan on pidettävä huoli uloskäytävien ja kulkureittien tarpeenmukaisesta valaistuksesta ja siitä, että ne tarkastetaan, huolletaan ja pidetään toimintakunnossa asianmukaisesti (Pelastuslaki 379/2011; 10§, 12 §.)

Turvavalaisinjärjestelmä tulee testata ainakin kerran kuussa käyttö- ja hoito-ohjeiden mukaisesti. Järjestelmän hoitajan on pidettävä pöytäkirjaa järjestelmälle tehdyistä toimenpiteistä ja säilytettävä ne. Sisäasiainministeriön asetuksen vaatima varasyöttö on myös testattava. Testaus on suoritettava kuukausittain, jolloin varasyötön takana olevat valaisimet pidetään akkusyötöllä neljäsosa siltä vaaditusta toiminta-ajasta. Myös kerran vuodessa on tehtävä akustolle testi, jossa varasyöttö on käytössä koko toiminta-ajan. Nämä menettelyt ovat prEN 50172 -standardin mukaisia. (Palomatic Oy s.a.)

Turvavalaisinjärjestelmälle suoritettavia koestuksia ja tarkastuksia, joita järjestelmän hoitajan on suoritettava, ovat:

- turvavalaisinjärjestelmän testaus
- akuston toimivuuden testaus
- valaisimien kunnan tarkastus testauksien yhteydessä
- hälytysten seuranta
- huoltopäiväkirjan pito edellisistä kohdista
- huoltopäiväkirjan ajantasaisuuden tarkastus.



KUVA 2. Turvavalaistuskeskus Soinlahden sahalla (Mantsinen 2014.)

Soinlahden sahan turvavalaistus on toteutettu kuvan 2 Oy Esmi Ab:n Eslux 4 -turvavalaistuskeskuksella. Keskukseen kytkettyjen valaisimien testaus onnistuu kauko-ohjauksen avulla ja akuston testaus onnistuu helpoiten asettamalla verkkokytkin nolleen. Käytön johtajan vastuulla on huolehtia, että tarkastukset ja testaukset suoritetaan ajallaan, mutta varsinaiset toimenpiteet voivat tehdä myös sähköalan ammattilaiset ja opastetut henkilöt. Toimenpiteet suoritussäilyneen on kirjattu taulukkoon 14.

TAULUKKO 10. Turvavalaistuskeskuksen huoltovälitaulukko (Palomatic Oy s.a.)

Toimenpide	Aikaväli
Järjestelmän testaus	kuukausittain
Varasyötön testaus (1/4 toiminta-ajasta)	kuukausittain
Valaisimien kunnon tarkastus	kuukausittain
Varasyötön testaus (koko toiminta-aika)	vuosittain

5.7 Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoitinjärjestelmälle on oltava olemassa kunnossapito-ohjelma. Kunnossapito-ohjelmasta, huollosta ja korjauksista vastaa paloilmoitinjärjestelmän haltija. Kunnossapitotoimenpiteet suoritetaan järjestelmän huolto-ohjeen mukaisesti. Järjestelmän haltijan on nimettävä laitteistolle hoitaja, jonka vastuulla on kunnossapito-ohjelman toteutus. Kun laitteistolle tehdään huoltotoimenpiteitä, on huoltajan laadittava tehdystä työstä kirjallinen raportti, joka on toimitettava paloilmoitinjärjestelmän haltijalle allekirjoituksella vahvistettuna. (Sisäasiainministeriö 1999, kappale 5.) Taulukkoon 15 on lisätty Soinlahden sahan BS-100 DYFI -paloilmoitinjärjestelmän huoltovälitaulukko järjestelmän huolto-ohjeen toimenpiteistä sekä ulkopuolisilta huoltoyrityksiltä tilattavat huollot. Toimenpiteet ovat pääasiassa järjestelmän toiminnan tarkastuksia.

Paloilmoitinjärjestelmälle tulee tehdä varmennus- ja määräaikaistarkastus, joiden suorituksista sekä niihin liittyvistä kustannuksista vastaa järjestelmän haltija. Tarkastuksesta tehdystä pöytäkirjasta toimitetaan kopiot pelastusviranomaiselle ja haltijalle ja varmennustarkastuksesta lisäksi kopio toteutuksesta vastaavalle. (Sisäasiainministeriö 1999, 5–6.)

Järjestelmän hoito eli huollot ja tarkastukset tehdään kaikkiin tiloihin. Tilojen käytöllä ei ole merkitystä, sillä hoitotoimenpiteet tehdään käytössä oleviin ja käyttämättömiin tiloihin. Laitteiston huolto- ja tarkastussopimukset tehdään tarkastuslaitoksen ja haltijan sekä laitteiston toimittajan välillä. Palveluntuottaja, jolla on vaadittavat pätevyysvaatimukset, voi toimia sopimuksen toisena osapuolena laitteiston toimittajan sijaan. (Sähkötieto ry 2010 a, 30.)

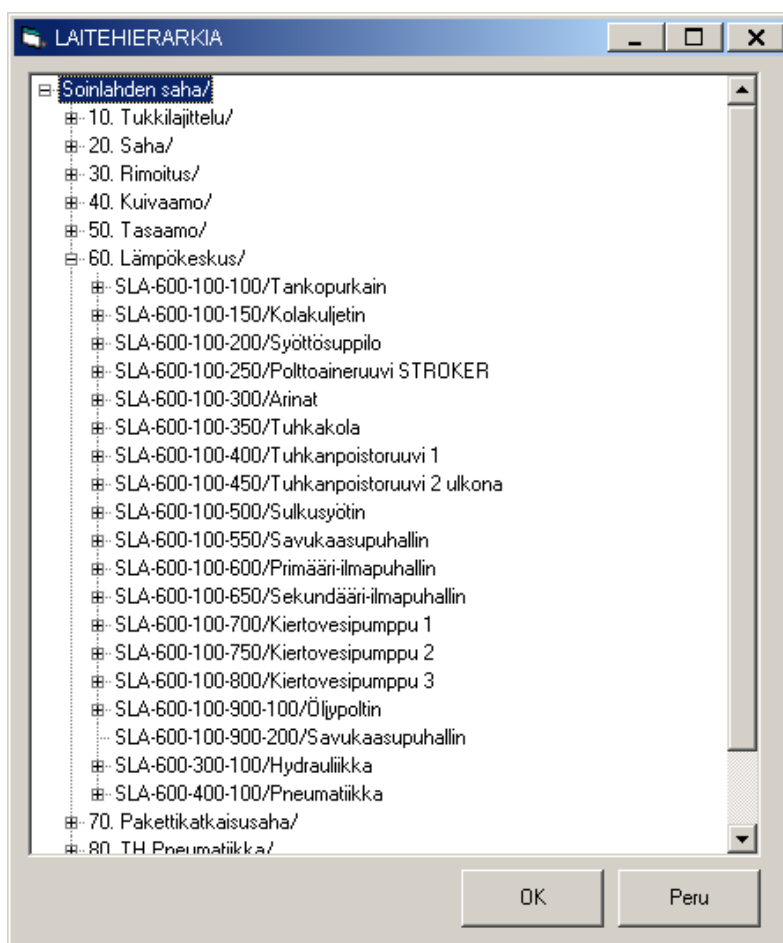
TAULUKKO 11. BS-100 DYFI -paloilmoitinjärjestelmän huoltovälitaulukko (Laine 2011, 44.)

Toimenpiteet	Aikaväli
Paloilmoittimen kokeilu	kuukausittain
Laitteiston yleiskunnon tarkastaminen	kuukausittain
Järjestelmän toiminnan tarkastaminen	kerran vuodessa
Tilaa analogia-arvojen tarkastus	kerran vuodessa
Tilaa vuosihuolto	kerran vuodessa
Tilaa määräaikaistarkastus	joka kolmas vuosi
Akkujen vaihto	joka viides vuosi

6 ARROW MAINT -KUNNOSSAPITO-OHJELMISTO

Arrow Maint on kunnossapitotöiden hallintaan räätälöity kunnossapitojärjestelmä, jonka on ohjelmoinut jyvaskyläläinen ylläpidon sovelluksiin erikoistunut palveluyritys Arrow Engineering Oy. Kunnossapitojärjestelmä helpottaa huollon tehtävien aikataulutusta ja niiden seuraamista. Järjestelmään syötetään muun muassa käytössä olevat laitteet, varaosat ja niiden toimittajat. Tiedoista pidetään rekisteriä, jotta kunnossapito olisi mahdollisimman helppoa ja jouhevaa. Järjestelmän jouhevuu den vuoksi sen käyttöönottoa ei tarvitse tehdä yhdellä kertaa, vaan se onnistuu myös useassa vaiheessa. (Arrow Engineering 2014.)

Arrow Maint -järjestelmän käyttöönoton tärkein vaihe on suunnitella laitehierarkia hyvin. Kuvassa 3 on näyte Soinlahdessa käytettävästä hierarkiarakenteesta. Laitehierarkiassa osastoidaan ensiksi tehtaan toiminnalliset osat. Arrowissa tuotantoprosessin päävaiheita kutsutaan kustannuspaikoiksi, joita ovat esimerkiksi tukkilajittelu, saha, rimoitus ja kuivaamo. Kustannuspaikkojen alaosastoina ovat yksikköoperaatiot eli laitteet, jotka sisältävät sähkömoottoreita, hydrauliventtileitä, vaihteita ja muita mekaanisia toimilaitteita ja antureita. Yksikköoperaatioille voidaan vielä erikseen tehdä listaus niiden sisältämistä toimilaitteista laiterekisteriin. Osoite laiterekisteristä on esitetty kuvassa 4. Jokaiselle laitteelle on määritelty oma laitetunnus ja jokainen laite on löydettävissä myös laitehierarkian avulla. Mielenkiinnon kohteena oleva laite on helpoin etsiä laitehierarkian avulla.



KUVA 3. Osoite Soinlahden sahan kunnossapito-ohjelmassa käytettävästä laitehierarkiasta (Mantsinen 2014.)

Laitetunnus	Nimi	Ylätaso	Malli	Tyyppi	Valmistaja
2108	PI-Sylinteri	SLA-200-100-200-10	523-607-016-0 /D125-	PI	
2111	Hydraulisyylinteri	SLA-200-100-200-10	HD 6020 PKP 50/36-3	Hydrauli	
2112	Hydraulisyylinteri	SLA-200-100-200-10	HD 6020 PKP 50/36-2	Hydrauli	
2113	Vaihdemoottori	SLA-200-100-200-10	FA 87 DV132 S4 M3	Moottori	SEW Eurodrive
2114	Taajuusmuuttaja	SLA-200-100-200-10	ACS-800	Invertteri	ABB
2115	Oikosulkumoottori	SLA-200-100-200-10	HXR280 SMB 4 B3 W	Moottori	
2116	Oikosulkumoottori	SLA-200-100-200-10	KMER280 M4	Moottori	VEM motors Finland
2117	Teräpää Oikea	SLA-200-100-200-10	70477039		
2118	Teräpää Vasen	SLA-200-100-200-10	70477047		
2119-1	Oikosulkumoottori	SLA-200-100-200-10	1LA 4283 B 3280	Moottori	
2119-2	Oikosulkumoottori	SLA-200-100-200-10	1LA 4283 B 3280	Moottori	
2119-3	Oikosulkumoottori	SLA-200-100-200-10	1LA 4283 B 3280	Moottori	
2119-4	Oikosulkumoottori	SLA-200-100-200-10	1LA 4283 B 3280	Moottori	
2120	Hydraulisyylinteri	SLA-200-100-200-10	MP5 63/36/300	Hydrauli	
2121	Vaihte	SLA-200-100-200-10	SALA TV52	Vaihte	Benzlers
2122	Oikosulkumoottori	SLA-200-100-200-10		Moottori	Siemens
2123	PI-Sylinteri	SLA-200-100-200-10	167-10-2000-2	PI	Mecman
2124	PI-Venttiili	SLA-200-100-200-10	581-21	PI	Mecman
2125	Oikosulkumoottori	SLA-200-100-200-10	MT 100L B28-4	Moottori	
2126	Vaihte Vasen	SLA-200-100-200-10	USW-100/100	Vaihte	
2127	Vaihte Oikea	SLA-200-100-200-10	USW-100/100	Vaihte	
2128	PI-Sylinteri	SLA-200-100-200-10	167-10-2000-2	PI	Mecman
2129	PI-Sylinteri	SLA-200-100-200-10	167-10-2000-2	PI	Mecman
2130	Oikosulkumoottori	SLA-200-100-200-10	MBT 132S	Moottori	
2131-1	Vaihte	SLA-200-100-200-10	SALA BT 52	Vaihte	
2132	PI-Sylinteri	SLA-200-100-200-10	167-10-2000-2	PI	Mecman
2133	PI-Venttiili	SLA-200-100-200-10	581-21	PI	Mecman
2134	Vaihdemoottori	SLA-200-100-200-10	K 97 DV 160L4 BMW h	Moottori	SEW Eurodrive
2135	Hydraulisyylinteri	SLA-200-100-200-10	HD 6020 TKP 63/36-2	Hydrauli	
2136-1	Vaihdemoottori	SLA-200-100-200-10	FAF 67 DV 112M4	Moottori	SEW Eurodrive
2136-2	Vaihdemoottori	SLA-200-100-200-10	FAF 67 DV 112M4	Moottori	SEW Eurodrive
2137	Hydraulisyylinteri	SLA-200-100-200-10	HD 6020 PKP 50/28-3	Hydrauli	Hydoring
2138	Hydraulisyylinteri	SLA-200-100-200-10	HD 6020 PKP 50/28-8	Hydrauli	
2139	Vaihdemoottori	SLA-200-100-200-10	FA 87 DV 112M4	Moottori	SEW Eurodrive

KUVA 4. Otos Saha-kustannuspaikan laiterekisteristä (Mantsinen 2014.)

Varaosista tehdään varaosarekisteri (kuva 5), jolla voidaan seurata muun muassa varaosien määrää, valmistajaa ja kuka niitä toimittaa. Varaosien toimittajille on olemassa oma toimittajarekisteri. Varaosat voidaan yhdistää laitteille joissa niitä käytetään ja kuinka monta yksikköä kyseistä varaosaa laitteessa on. Kuvassa 6 on erälle varaosalle yhdistetty laitteita, jotka valitaan käyttämällä kuvan 3 laitehierarkianäkymää.

Tunniste	Nimi	Luokka	Pyyhmä	Tyyppi	Toim
soLA-00207	Urakuulalaakeri	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	6012-RS1	
soLA-00208	Urakuulalaakeri	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	6210-2RS1	
soLA-00209	Urakuulalaakeri	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	6216-2RS1	
soLA-00210	Urakuulalaakeri	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	6216-RS1	
soLA-00211	Urakuulalaakeri	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	62208-2RS1	
soLA-00212	Urakuulalaakeri	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	6310	
soLA-00213	Urakuulalaakeri	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	6318	
soLA-00214	Y-laakeri kiristysholkilla	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	362008A	
soLAPE-00001	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	511-609	
soLAPE-00002	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	BPP 5	
soLAPE-00003	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNV 100	
soLAPE-00004	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNV 160	
soLAPE-00005	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	PA-010113	
soLAPE-00006	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	S-60-2074	
soLAPE-00007	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	513-611	
soLAPE-00008	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 509	
soLAPE-00009	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 509	
soLAPE-00010	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 516 TG	
soLAPE-00011	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 518-615	
soLAPE-00012	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 520-617	
soLAPE-00013	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 510 TC	
soLAPE-00014	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 513	
soLAPE-00015	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 513 TC	
soLAPE-00016	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 513-611	
soLAPE-00017	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 516-613	
soLAPE-00018	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 518	
soLAPE-00019	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA 518 TA	
soLAPE-00020	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA218TC	
soLAPE-00021	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA-511	
soLAPE-00022	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA-520	
soLAPE-00023	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNA-522 TC	
soLAPE-00024	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNH 513-611	
soLAPE-00025	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNH 513TA	
soLAPE-00026	Laakeripesä	MEKAANINEN TARVIKE	LAAKERIT	SNH 518 TG	

KUVA 5. Varaosarekisteri (Mantsinen 2014.)

Laitetunnus	Laitteen nimi	Varaosakoodi	Varaosan nimi	Määrä	Huo
2318	Hinnan puhdistusharja	soLA-00047	Laakeriysikkö	2	
SLA-200-100-200-20	Sydäntavaran rullakuljetin	soLA-00047	Laakeriysikkö	5	
SLA-200-100-500-25	Purukuljetin Ari-sahalta	soLA-00047	Laakeriysikkö	2	
SLA-500-100-100-20	Apuaisat	soLA-00047	Laakeriysikkö	15	

KUVA 6. Varaosien yhdistäminen laitteiden kanssa (Mantsinen 2014.)

Kunnossapidon kannalta tärkeä ominaisuus Arrowissa on huoltojen aikataulutuksen mahdollisuus. Huoltoja voidaan ajoittaa yksikköoperaatioille tai suoraan niiden sisältäville toimilaitteille. Tämä on tärkein ominaisuus mitä ennakoivalta kunnossapito-ohjelmalta vaaditaan. Huoltotoimenpiteet voidaan lisätä suoraan järjestelmään tai ne voidaan linkittää erillisiin dokumentteihin ja mittauspöytäkirjoihin.

Laitteille voidaan laatia yksilö- tai mallikohtaiset huoltosuunnitelmat. Huollot koostuvat osahuolloista ja toimenpiteistä. Osahuoltoon määritellään huollon nimi (selite), työlaji ja millä aikavälillä huoltoa suoritetaan. Osahuollot voidaan jakaa pienempiin osiin eli toimenpiteisiin. Kuvassa 7 näkyy oikosulkumotorin huoltosuunnitelma. Moottorille on määritelty neljä osahuoltoa ja niille omat toimenpiteet. Esimerkiksi vuoden välein suoritettaviin mittauksiin kuuluu laakeriäänien-, laakerilämpöjen- ja eristysvastusmittaus.

Huolto	Nimi	Laite
1001	Oikosulkumoottori	2156
1002	Oikosulkumoottori	2050
1003	Oikosulkumoottori	5404
1004	Oikosulkumoottori	2089
1005	Oikosulkumoottori	1LA 4283 B 3280
1006	Oikosulkumoottori	2116
1007	Oikosulkumoottori	2115

Osahuolto	Selite	Työlaji	Huolto	Aikayks.	Tuntiarv.	Kesto	Tekijä
1-1	MITTAUKSET	ENNAKKOHUOLTO	1	Vuosi	0	0	
1-2	1/2 V. TARKASTUKSET	ENNAKKOHUOLTO	6	Kuukausi	0	0	
1-3	V. TARKASTUKSET	ENNAKKOHUOLTO	1	Vuosi	0	0	
1-4	VOITELU	MÄÄRÄAIKAISHUOLTO	6	Kuukausi	0	0	
*							

Numero	Toimenpide	Tekijä
010	LAAKERIÄÄNIEN MITTAUS	
020	LAAKERILÄMPÖJEN MITTAUS	
030	ERISTYSVASTUSMITTAUS	
*		

KUVA 7. Huoltosuunnitelmien määrittely (Mantsinen 2014.)

Huollot eivät suoraan siirry työaikatauluun, vaan ne on ensiksi generoitava. Huollot voivat olla myös kertaluonteisia. Kunnossapidon esimies voi tarpeen tullen lisätä yksittäisiä huoltoja työaikatauluun jonoon, josta kunnossapitohenkilöstö voi ottaa niitä tehtäväkseen. Kuvassa 8 on työaikataulu, jossa näkyy huoltoja niille määrättyinä päivinä. Huoltotoimenpiteen edessä olevan palkin väri ja pituus voivat vaihdella huollon tärkeyden ja sille varatun ajan mukaan. Palkin väri ilmaisee myös työn tilan. Työaikataulun vasempaan ylänurkkaan ilmestyy hehkulamppu, kun aikatauluun on lisätty uusia huoltoja. Kun työaikataulusta valitaan huolto, aukeaa työtilauskortti. Kuvan 9 työtilauskortissa on kondensaattoripariston vuosihuollon toimenpiteet. Kortista selviää muun muassa huollettava laite ja huoltotoimenpiteet vaiheittain. Kortti sisältää myös huollon raportointiosion ja mahdollisuuden syöttää mittaustuloksia suoraan järjestelmän tietokantaan tai erilliseen dokumenttiin.

Työaikataulu

Toiminto Muokkaa Tehdas: Soinlahti Aava ohjelma Help Ulkoasu

Tietojen haku
 Hakehtojen syöttö
 Pikahaku
 Tee uusi työ
 Vastaaota
 Aloita työ
 Keskeytä työ
 Lopeta työ
 Näytä työ
 Huoltohistoria /2052
 Huolto-suunnitelmat
 Tulostus
 Selitteet
 Kuormitus
 Työjonot
 Lopetus

Koodi	Laitetunnus	Alku pvm	7/14							8/14																									
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	1			
2389	2303	7/20/2014																																	
2390	2616-6	7/20/2014																																	
2391	5404	7/20/2014																																	
2392	6021	7/20/2014																																	
2393	9004	7/20/2014																																	
2310	20100-1	7/27/2014																																	
2311	20100-2	7/27/2014																																	
2312	20101	7/27/2014																																	
2313	20102	7/27/2014																																	
2354	1031	7/27/2014																																	
2355	2050	7/27/2014																																	
2356	2052	7/27/2014																																	
2357	2059	7/27/2014																																	
2358	2089	7/27/2014																																	
2359	2115	7/27/2014																																	
2360	2116	7/27/2014																																	
2361	2119-1	7/27/2014																																	
2362	2119-2	7/27/2014																																	
2363	2119-3	7/27/2014																																	
2364	2119-4	7/27/2014																																	
2365	2155	7/27/2014																																	
2366	2156	7/27/2014																																	
2367	2216	7/27/2014																																	
2368	2243	7/27/2014																																	
2369	2303	7/27/2014																																	
2370	2616-6	7/27/2014																																	
2371	5404	7/27/2014																																	
2372	6021	7/27/2014																																	
2373	9004	7/27/2014																																	
2394	10101	8/3/2014																																	
2395	10102	8/3/2014																																	
2396	10103	8/3/2014																																	
2397	10104	8/3/2014																																	
2398	10101	8/3/2014																																	
2399	10102	8/3/2014																																	

Su/29 23 /96 >=4/24/2014 <=8/22/2014 5/8/2014 10:41 AM

KUVA 8. Työaikataulu (Mantsinen 2014.)

Työtilauskortti

Tiedosto Muokkaa Toiminto Siirry Ulkoasu

Ilmoitus

Koodi	2310	Huolto / osanro	1020	1-1
Laite/Laite lk	20100-1	Seisokki(1)	0	0
Nimi	Kondensaattori	Kiireellisyys	2	Kone seisoo E
Osasto	Soinlahden saha	Vika alk.	7/27/2014	08.00
Kust.paikka	91. Sähkölaitteistot	Työ voi alk.	7/27/2014	08.00
Tilauspvm		Tilaaaja		Tekijä
Työn tila	Ilmoitettu	Kesto	0 pv	Työlaji
Vian kuvaus	VUOSIHUOLTO			

Vaihe	Toimenpide	Tekijä	Pvm	Kuitaus	Tunnit
1	KONDENSAATTORIEN KAPASITANSSEI		7/27/2014	0	0
2	TUULETUSAUKKOJEN VERKKOJEN PL		7/27/2014	0	0
3	ERISTIMIEN PUHDISTUS		7/27/2014	0	0
4	PÄRISTON IMUROINTI		7/27/2014	0	0
5	JOHDINLIITOSTEN TARKISTUS		7/27/2014	0	0
6	SÄÄTIMEN TOIMINNAN TARKISTUS		7/27/2014	0	0
7	KONTAKTOJEN TOIMINNAN TARKISTUS		7/27/2014	0	0

Raportointi

Työ alkoi		Vikatyyppi	
Työ päättyi		Vian syy	
Työtunnit	0	Lisäys	
Arvio	0	Muut kust. EUR	
Seisonta-aika	0	0	
Toimenpiteet			

1/1 Tehdas: Soinlahti

KUVA 9. Huoltotoimenpiteen työtilauskortti (Mantsinen 2014.)

Soinlahden sahalla kunnossapidon toteutuminen on täysin kunnossapidon esimiehen käsissä vielä toistaiseksi, mutta sahalle on tulossa toinen lisenssi Arrow Maintista kunnossapidon henkilöstön käyttöön. Tämän jälkeen henkilöstö voi katsoa suoraan järjestelmästä, mitkä laitteet tarvitsevat lähi-aikoina kunnossapitotoimenpiteitä ja kuka niitä voi suorittaa. On kuitenkin muistettava, että järjestelmä ei poista vastuuta kunnossapidon esimieheltä ja sähkölaitteiston kunnossapitotoimenpiteitä saa tehdä ensikädessä vain sähköalan ammattilaiset. Luvussa 3.1 on kerrottu, minkälaisia kunnossapidon toimenpiteitä kukin sähköalan osaamisen tason kannalta katsottuna voi tehdä.

Pienimuotoiset tarkastukset ja huollot voidaan kuitata suoraan järjestelmään. Isot toimenpiteet kuitataan kuten pientenkin, mutta lisäksi tallennetaan kopiot mittauspöytäkirjoista ynnä muista sellaisista kirjallisista dokumenteista, jotka liittyvät kyseiseen toimenpiteeseen. Kaikkein pienimpiä vikoja, kuten esimerkiksi taajuusmuuttajien kuitauksia ja uudelleenkäynnistyksiä, ei välttämättä kannata syöttää järjestelmään.

7 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli luoda kunnossapitosuunnitelma Soinlahden sahan sähkölaitteistolle ja ottaa käyttöön Arrow Maint -kunnossapito-ohjelma.

Sahalle tehty kunnossapitosuunnitelma nojaa tukevasti lain asettamiin pykäliin. Suunnitelma on runkona sähkölaitteistoille ja -laitteille suoritettaville huolloille ja tarkastuksille. Suunnitelmaa täydentävät laitevalmistajien omat huolto- ja kunnossapito-ohjelmat.

Arrow Maint ei ole vielä kunnossapidon täysipainoisessa käytössä. Siihen on kirjattu kaikki sahan sähkölaitteet, mutta mekaaninen laitekanta ja varaosarekisteri ovat kesken. Vain sahan sähkölaitteet kuuluivat tähän työhön. Sähkölaitteistoille ja -laitteille on olemassa tarvittavat tarkastus- ja huolto-toimenpiteet tässä opinnäytetyössä. Työtä tehdessä palvelimien toiminta tuotti ongelmia, joten työ on tässä tilanteessa vielä keskeneräinen.

Järjestelmä saadaan täysipainoiseen käyttöön vasta, kun kaikki tiedot on saatu syötettyä ja kunnossapitohenkilöstölle saadaan oma lisenssi. Tällöin henkilöstö voi itse kirjata tehtyjä tietoja järjestelmään ja hakea jonossa odottavia töitä, jotka voivat olla esimerkiksi edellisen vuoron tekemiä vikailmoituksia tai kunnossapidon esimiehen aikataulutettavia töitä.

LÄHTEET

- ABB OY 2005-02. Erottimet ja ohjauslaitteet. Asennus- ja käyttöohje [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-03-31.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/8a1f642d5d2ca0fdc1256fa2002e27fb/\\$file/34OJON2_2005_02.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/8a1f642d5d2ca0fdc1256fa2002e27fb/$file/34OJON2_2005_02.pdf)
- ABB OY 2007 a. ACS600 AC-käytöt Ennakkohuolto-osasarja [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-07.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/9aa90fad79d0a747c125766b002b7ade/\\$file/sp20_fi_acs600_pm_kits_reve.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/9aa90fad79d0a747c125766b002b7ade/$file/sp20_fi_acs600_pm_kits_reve.pdf)
- ABB OY 2007 b. Huoltovälitaulukko [taulukko]. ACS600 AC-käytöt Ennakkohuolto-osasarja [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-07.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/9aa90fad79d0a747c125766b002b7ade/\\$file/sp20_fi_acs600_pm_kits_reve.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/9aa90fad79d0a747c125766b002b7ade/$file/sp20_fi_acs600_pm_kits_reve.pdf)
- ABB OY 2007 c. ACS800-teollisuuskäytöt Ennakkohuolto-osasarjat [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-2-7.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/acdaef11a07f5b5c12576640031ba94/\\$file/SP31_FI_ACS800_PM_kits_RevE.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/acdaef11a07f5b5c12576640031ba94/$file/SP31_FI_ACS800_PM_kits_RevE.pdf)
- ABB OY 2007 d. Huoltovälitaulukko [taulukko]. ACS800-teollisuuskäytöt Ennakkohuolto-osasarjat [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-2-7.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/acdaef11a07f5b5c12576640031ba94/\\$file/SP31_FI_ACS800_PM_kits_RevE.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/acdaef11a07f5b5c12576640031ba94/$file/SP31_FI_ACS800_PM_kits_RevE.pdf)
- ABB OY 2007 e. Periodicity of the inspections [taulukko]. User's Manual. Operation and Maintenance for Power Transformers [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-11.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot252.nsf/veritydisplay/dff84c4ff41d7a47852573fa007aa61f/\\$file/1ZCL000002EG%20Users%20Manual.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot252.nsf/veritydisplay/dff84c4ff41d7a47852573fa007aa61f/$file/1ZCL000002EG%20Users%20Manual.pdf)
- ABB OY 2007 f. User's Manual. Operation and Maintenance for Power Transformers [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-11.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot252.nsf/veritydisplay/dff84c4ff41d7a47852573fa007aa61f/\\$file/1ZCL000002EG%20Users%20Manual.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot252.nsf/veritydisplay/dff84c4ff41d7a47852573fa007aa61f/$file/1ZCL000002EG%20Users%20Manual.pdf)
- ABB OY 2009 a. Pienjännitemoottoreiden asennus, käyttö- ja kunnossapito-ohje [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-01.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot259.nsf/veritydisplay/742083e5ed30ca63c12579ed003dbee/\\$file/Standard_Manual_Low_Voltage_FI_revE%20lores.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot259.nsf/veritydisplay/742083e5ed30ca63c12579ed003dbee/$file/Standard_Manual_Low_Voltage_FI_revE%20lores.pdf)
- ABB OY 2009 b. Voiteluväli L₁-periaatteen mukaisesti [taulukko.] Pienjännitemoottoreiden asennus, käyttö- ja kunnossapito-ohje [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-01.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot259.nsf/veritydisplay/742083e5ed30ca63c12579ed003dbee/\\$file/Standard_Manual_Low_Voltage_FI_revE%20lores.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot259.nsf/veritydisplay/742083e5ed30ca63c12579ed003dbee/$file/Standard_Manual_Low_Voltage_FI_revE%20lores.pdf)
- ABB OY 2009 c. ACS550 Käyttäjän opas ACS550-01 -taajuusmuuttajat [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-07.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/23ed3ab564129d4dc1257682005905b6/\\$file/FI_ACS550-01U1_UM_0.75_to_160_kW_G_screen.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/23ed3ab564129d4dc1257682005905b6/$file/FI_ACS550-01U1_UM_0.75_to_160_kW_G_screen.pdf)
- ABB OY 2009 d. Huoltovälit [taulukko]. ACS550 Käyttäjän opas ACS550-01 -taajuusmuuttajat [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-07.] Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/23ed3ab564129d4dc1257682005905b6/\\$file/FI_ACS550-01U1_UM_0.75_to_160_kW_G_screen.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/23ed3ab564129d4dc1257682005905b6/$file/FI_ACS550-01U1_UM_0.75_to_160_kW_G_screen.pdf)
- ARROW ENGINEERING OY 2012. Yritys ja palvelut [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-28.] Saatavissa: <http://www.arroweng.fi/fi/tuotteet-ja-palvelut/arrow-maint-helppokayttoinen-kunnossapitojarjestelma/>

- AUTIO, Isto 2002. ST 96.02. Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laadinta [verkkoaineisto]. St-kortisto. [Viitattu 2014-03-25.] Saatavissa: www.severi.sahkoinfo.fi
- AUTIO, Isto 2003. ST 96.01. Sähkölaitteiston hoito ja kunnossapito [verkkoaineisto]. St-kortisto. [Viitattu 2014-04-12.] Saatavissa: www.severi.sahkoinfo.fi
- FINANSSIALAN KESKUSLIITTO 2005. Sähköpalojen torjunta [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-24.] Saatavissa: https://www.fkl.fi/materiaalipankki/ohjeet/Dokumentit/Sahkopalojen_torjunta.pdf
- HUURIAINEN, Ville 2006. Jakelumuuntajan elinkaaritutkimus. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Tutkintotyö [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-29.] Saatavissa: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9883/TMP.objres.853.pdf?sequence=2>
- KAUPPA- JA TEOLLISUUSMINISTERIÖN PÄÄTÖS SÄHKÖLAITTEISTOJEN KÄYTTÖÖNOTOSTA JA KÄYTÖSTÄ 1996-06-14. 517/1996. Finlex [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-01-29.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960517>
- KORPINEN, Leena 1998. Sähkövoimatekniikanopus [verkkoaineisto]. Muuntajat ja sähkölaitteet. [Viitattu 2014-03-30.] Saatavissa: http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/9muuntajat_ja_sahkolaitteet.pdf
- LAINE, Vesa 2011. Käyttöpaikalla suoritettavat huoltotoimenpiteet [taulukko]. Sähkölaitteiden kunnossapitosuunnitelma Merikarvian sahalle. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-03-03.] Saatavissa: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33454/Laine_Vesa.pdf?sequence=1
- LAINE, Vesa 2011. Sähkölaitteiden kunnossapitosuunnitelma Merikarvian sahalle. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-03-03.] Saatavissa: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33454/Laine_Vesa.pdf?sequence=1
- MAUKONEN, Markku s.a. Anaika Wood Ltd. Yritys [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-01-29.] Saatavissa: <http://www.anaika.com/fi/Yritys.html>
- MÄKINEN, Markku 2012. Työskentely jännitteettömänä. Sesko [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-05-05.] Saatavissa: www.sesko.fi/attachments/ohjeet/tyoskentely_jannitteettomana_kalvot.pdf
- NIEMELÄ, Sauli 2007. Arrow-Maint -kunnossapidon tietojärjestelmän käyttöönotto. Tampereen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Tutkintotyö [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-13.] Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201003063535>
- NOKIAN KONDENSAATTORIT OY 1990. Kaappimallinen automaattinen kondensaattoriparisto. Käyttöohje. Sijainti: Iisalmi: Anaika Wood Ltd. Soinlahden saha.
- PALOMATIC OY s.a. Säädökset. Merkkivalot [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-03-18.] Saatavissa: <http://www.palomatic.fi/?S%E4%E4dokset:Merkkivalot>
- RILLA, Marko 2006. Kestomagneettitahtikoneen lämpömallinnus. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan osasto. Diplomityö [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-05-07.] Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/30272/TMP.objres.353.pdf?sequence=1>
- SCHNEIDER ELECTRIC 2008-03-25. Altistar 48 Käyttäjän käsikirja [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-07.] Saatavissa: http://download.schneider-electric.nu/snb/download.aspx?so=4&file=SNBDB_30582
- SCHNEIDER ELECTRIC s.a. Kunnossapitoon liittyvät taulukot [useita taulukoita]. Pienjännitekatkaisijat ja -kytkimet. Masterpact ilmakatkaisijat. Kunnossapito-opas [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-01.] Saatavissa: http://download.schneider-electric.nu/snb/download.aspx?so=4&file=SNBDB_31901
- SCHNEIDER ELECTRIC s.a. Pienjännitekatkaisijat ja -kytkimet. Masterpact ilmakatkaisijat. Kunnossapito-opas [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-01.] Saatavissa: http://download.schneider-electric.nu/snb/download.aspx?so=4&file=SNBDB_31901

- SISÄASIAINMINISTERIÖ 1999-07-21. Pelastusosasto. A:60. Paloilmoittimien hankinta, asennus, käyttöönotto, huolto ja tarkastus. SM-1999-440/Tu-33. Finlex [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-02.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/5282-paloilm.pdf>
- SISÄASIANMINISTERIÖN ASETUS RAKENNUSTEN POISTUMISREITTIIEN MERKITSEMISESTÄ JA VALAISEMISESTA 2005-10-6. 2005/805. Finlex [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-10.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050805>
- SUOMALAINEN, Mikko 2011. Lämpökuvaus sähkökunnossapidossa. Saimaan ammattikorkeakoulu. Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto. Opinnäytetyö [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-03-29.] Saatavissa: https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/32467/Suomalainen_Mikko.pdf?sequence=1
- SÄHKÖALA.FI 2014. Hoito- ja kunnossapito. Hoito- ja kunnossapitotoimenpiteiden suorittajat [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-03-26.] Saatavissa: http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/hoito-jakunnossapito/fi_FI/huolto_suurittajat/
- SÄHKÖTIETO RY 2010 a. Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito 2009. ST-ohjeisto 1 [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-15.] Saatavissa: www.severi.sahkoinfo.fi
- SÄHKÖTIETO RY 2010 b. ST-ohjeisto 12. Käytönjohtajan tarkastuslista [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-13.] Saatavissa: www.severi.sahkoinfo.fi
- SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI 2014-03-20. 14.6.1996/410. Finlex. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-03-24.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960410>
- TELEMECANIQUE 1996-09. Altistar 3 Series 23 Soft Start Manual [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-07.] Saatavissa: <http://static.schneider-electric.us/docs/Motor%20Control/Soft%20Starters/ATS23%20Soft%20Starts/50006-359-01C.pdf>
- TUKES 2008-05-21. Sähkölaitteistojen määräaikaistarkastukset [taulukko]. Tarkastustoiminta. Tukes opas [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-13.] Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Esitteet-ja-oppaat/Yleiset/>
- TUKES 2008. Tarkastustoiminta. Tukes opas [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-13.] Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Esitteet-ja-oppaat/Yleiset/>
- TUKES 2012-02-14. Sähkölaitteiston käytön johtaja. Sähkölaitteiston haltijan ja käytön johtajan tehtävät. Käyttötöyt ja sähkötyöt [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-07.] Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkoalan-vastuuhenkilot-ja-urakointi/Sahkolaitteiston-kayton-johtaja/>
- VACON OYJ 2000-10-04. Vacon CX/CXL/CXS käyttöohje [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-06.] Saatavissa: http://www.vacon.com/ImageVaultFiles/id_2793/cf_2/Vacon-CX-Hardware-And-Application-User-Manual-Ud19.PDF
- VACON OYJ 2007-11-19. Vacon NXL käyttöohje [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-06.] Saatavissa: http://www.vacon.com/ImageVaultFiles/id_2823/cf_2/Vacon-NXL-User-Manual-UD00794K-FI.PDF?634852850279030000
- VACON OYJ 2013-02-22. Huoltovälit [taulukko]. Vacon NXS käyttöohje [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-06.] Saatavissa: http://www.vacon.com/ImageVaultFiles/id_2784/cf_2/Vacon-NXS-NXP-User-Manual-DPD01218A-FI.PDF?634995835905300000
- VACON OYJ 2013. Vacon NXS käyttöohje [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-06.] Saatavissa: http://www.vacon.com/ImageVaultFiles/id_2784/cf_2/Vacon-NXS-NXP-User-Manual-DPD01218A-FI.PDF?634995835905300000
- VEM MOTORS GMBH 2012. Installation, Operating and Maintenance Instructions [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-28.] Saatavissa: http://www.vem.fi/userData/vem/downloads/vem-motors-gmbh/ohjeet/buw_alle_2012.pdf

VEM MOTORS GMBH 2012. Sähkömoottorin voiteluun liittyvät taulukot [useita taulukoita.] Installation, Operating and Maintenance Instructions. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-02-28.] Saatavissa: http://www.vem.fi/userData/vem/downloads/vem-motors-gmbh/ohjeet/buw_alle_2012.pdf

LIITE 1: NXS- ja ACS500-taajuusmuuttajien huoltovälitaulukot

Vacon NXS-taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko (Vacon Oy 2013 ,15.)

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.

ABB ACS550-taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko (ABB Oy 2009, 265.)

Huolto	Väli	Ohje
Jäähdytuselementin lämpötilan tarkistus ja puhdistus	Riippuu ympäristön pölyisyydestä (6 - 12 kuukauden välein)	Katso kohta <i>Jäähdytuselementti</i> sivulla 265.
Pääjäähdytyspuhaltimen vaihto	6 vuoden välein	Katso kohta <i>Pääpuhaltimen vaihto</i> sivulla 266.
Kotelon sisäisen jäähdytyspuhaltimen vaihto (IP54 / UL-tyypin 12 taajuusmuuttajat)	3 vuoden välein	Katso kohta <i>Kotelon sisäisen puhaltimen vaihto</i> sivulla 268.
Kondensaattorien elvytys	Vuosittain, jos taajuusmuuttajaa pidetään varastossa	Katso kohta <i>Elvyttäminen</i> sivulla 269.
Kondensaattorien vaihto (runkokoot R5 ja R6)	9 vuoden välein	Katso kohta <i>Käyttöikä</i> sivulla 269.
Assistant-ohjauspaneelin pariston vaihto	10 vuoden välein	Katso kohta <i>Paristo</i> sivulla 269.

LIITE 2: ACS600-taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko

ABB ACS600-taajuusmuuttajien huoltovälitaulukko (ABB Oy 2007 b, 2.)

	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	R	I	I	I	I	I	R	I	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	R	I	I	I	I	I	R	I	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 tyristorisyyttöyksikön 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			I			I	
➤ Valokaapeli (liitokset)			I			I			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: ACS800-taajuusmuuttajan huoltovälitaulukko

ABB ACS800-taajuusmuuttajien huoltovälitaulukko (ABB Oy 2007 d, 2.)

	Vuotta käyttöönosta																					
	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:																						
Sisäinen/lisäpuhallin ACS800-01/-11/-31,104, IP21 ja IP55	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I
Puhallin (ACS800-01/-02/-04/-07/-11/-17/-31/-37/-104/DSU)	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I
Puhallin (TSU)	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I
Lisäkentän jäähdytyspuhallin (ACS800-02)	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I	I	R	I
Kaapin sisäinen lisäpuhallin (ACS800-x7, ACS800 md)	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I
Kaapin katolla oleva IP54 lisäpuhallin (ACS800-07, ACS800 md)	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I
Nestejäähdytteinen:																						
Puhaltimet	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I
Jäähdytysinhibiittorin lisäys	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 elektroylyttikondensaattori									R										R			
Muistin backup-pariston vaihtaminen APBU-xx -yksikköön	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I
Liitokset ja ympäristöolosuhteet																						
AINT-kortit ja nauhakaapelit									R										R			
Liitosten kireys						I						I							I			
Muuttajamodulin pikaliitin (ACS800-x7/ ja ACS800 md)			I			I			I			I			I			I			I	
Oven ilmansuodatin (IP20 ... 42)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Oven ilmansuodatin (IP54 tai korkeampi)	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Kontaktoreiden kunto			I			I			I			I			I			I			I	
Valokaapeli (liitokset)			I			I			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.)