

Jonne Tsokkinen

KÄYNNINVARMISTUS ENNAKOIVALLA OPERAATTORITYÖLLÄ

KÄYNNINVARMISTUS ENNAKOIVALLA OPERAATTORITYÖLLÄ

Jonne Tsokkinen
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Jonne Tsokkinen
Opinnäytetyön nimi: Käynninvarmistus ennakoivalla operaattorityöllä
Työn ohjaajat: Ensio Sieppi ja Oskari Ylimaula
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017
Sivumäärä: 29

Työn tarkoituksena oli tuottaa ja ottaa käyttöön käynninvarmistustyöohjeet kaapelinvalmistustehtaan asennusjohto-osaston tuotantolinjoille. Laadittavan työohjeen tavoitteena oli perehdyttää operaattorit tuntemaan linjastonsa paremmin ja ehkäistä ennakoivasti vikoja ja turhia seisokkeja. Lähtötilanteessa operaattorilähtöistä käynninvarmistusta ei ollut organisoitu, mikä söi resursseja kunnossapitohenkilöstöltä etenkin silloin, kun vikoja ilmeni tai linjasto lakkasi toimimasta.

Haastattelemalla kunnossapitohenkilökuntaa ja operaattoreita saatiin hyvä käsitys siitä, mitä tehtäviä oli syytä sisällyttää työohjeisiin. Työohjeet laadittiin asennusjohto-osaston kaikille 13 tuotantolinjastoille. Työohjeisiin täytyi saada kaikki kokeneiden operaattoreiden oppima tieto, jotta tieto saatiin jaettua myös uusille operaattoreille.

Lopullisena hyötynä saavutetaan tehokkaampaa käynninvarmistusta, kattavampaa operaattorien laitetuntemusta ja säästöjä kunnossapito- ja tuotantokuluissa.

Asiasanat: käyttäjäkunnossapito, käynninvarmistus, 5S-menetelmä, aistienvaarainen kunnonvalvonta

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree in automation technology

Author: Jonne Tsokkinen

Title of thesis: Sustaining production capacity using operator driven reliability.

Supervisors: Ensio Sieppi and Oskari Ylimaula

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017

Pages: 29

The objective of this Thesis was to develop and deploy instructions for on-line operators at a cable production plant's building wire department. The purpose of the instructions was to guide and teach old and new operators about getting to know their production line. They also help in foreseeing and reacting to possible factors that could cause interruptions in production.

Interviews with the operators and maintenance personnel gave a copious amount of information about what to include in the instructions for the 13 production lines in the factory.

Keywords: Operator driven maintenance, 5S-method and condition monitoring using senses

ALKULAUSE

Haluaisin kiittää opinnäytetyöni toimeksiantajaa, Prysmian Groupia, heidän tarjoamasta opinnäytetyöaiheesta ja työskentelytiloista. Lisäksi haluaisin kiittää ohjaajaani Oskari Ylimaulaa (Prysmian Group) ja Ensio Sieppiä (Oulun ammattikorkeakoulu) työn ja motivaation tukemisesta.

Oulussa 2.6.2017

Jonne Tsokkinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	7
2 KÄYNNINVARMISTAMINEN	8
2.1 Ehkäisevä kunnossapito	8
2.2 Ennakoiva kunnossapito	9
2.3 Käyttäjäkunnossapito, ODR	9
3 5S-MENETELMÄ	13
4 KÄYTTÖVARMUUS JA AISTINVARAINEN KUNNONVALVONTA	16
4.1 Käyttövarmuus	16
4.1.1 Toimintavarmuus	16
4.1.2 Kunnossapidettävyys	17
4.1.3 Kunnossapitovarmuus	17
4.2 Aistienvaarainen kunnonvalvonta	17
4.2.1 Näkö	18
4.2.2 Kuulo	18
4.2.3 Haju	18
4.2.4 Tunto	19
5 KÄYNNINVALVONNAN KEHITTÄMINEN ASENNUSJOHTOTEHTAALLA	20
5.1 Eristyslinjat	20
5.2 Vaippauslinjat	21
5.3 Mittaustietojen käyttö	22
6 LOPPUTULOKSET	23
7 POHDINTA	27
LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön lähtökohtana ovat tuotannon operaattorilähtöisen käynninvarmistuksen suunnittelun ja hallinnan haasteet. Organisoimaton operaattoreiden tekemä huolto ja käynninvarmistus sekä rajatut kunnossapitohenkilöstön resurssit antoivat työlle selkeät päämäärät. Työ rajattiin kaapelitehtaan asennusjohtosaston tuotantolinjoihin, joita on yhteensä 13. Työohjeiden tarkoitus on selvittää työtehtäviä operaattoreiden ja kunnossapitohenkilöstön välillä.

”Prysmian Group on kehittyneiden energia- ja tietoverkkokaapeleiden ja -ratkaisujen markkinajohtaja. Konsernin liikevaihto oli vuonna 2016 noin 7,5 miljardia euroa, sillä on 50 maassa 82 yhtiötä sekä 17 tutkimus- ja kehityskeskusta sekä palveluksessaan noin 21 000 henkilöä.” (Prysmian Group Oy 2017.)

Prysmian Finland Oy:n Oulun tehdas on aloittanut toimintansa jo vuonna 1972. Oulun kaapelitehdas on toiminut mm. Nokia Kaapeli Oy:n, NK cables Oy:n sekä Draka NK Cables Oy:n alaisena vuoteen 2011 asti, jolloin Draka ja Prysmian fuusioituivat Prysmian Groupiksi. Vuonna 2012 Draka NK Cables Oy, Draka Comteq Finland Oy ja Prysmian Cables and Systems Oy fuusioituivat Prysmian Finland Oy:ksi. (Prysmian Group Oy 2017.)

2 KÄYNNINVARMISTAMINEN

Käynninvarmistamisen olennaisena osana on käyttäjälähtöinen luotettavuus, käyttäjäkunnossapito ja ennakoiva sekä ehkäisevä kunnossapito. Käynninvarmistamisella tarkoitetaan prosessin toiminnan ylläpitämistä toimintakuntoisena. Siihen kuuluu mm:

- puhtaanapito
- öljyäminen tai muu voitelu
- parametrien hallinta
- prosessin ja tuotantomäärän seuranta
- vikojen ennalta havainnointi ja ehkäisy. (Mikkonen – Miettinen –Leinonen – Jantunen – Kokko – Riutta – Sulo – Komonen – Lumme – Kautto – Heinonen – Lakka – Mäkeläinen 2009, 83.)

Näiden tehtävien on oltava aikataulutettuja ja tarkasti määritellyt, jotta prosessi voi toimia viattomasti, tehokkaasti ja resursseja säästävästi. Työohjeet, jotka näitä tehtäviä soveltaen suunnitellaan, on tehtävä huomioiden myös kokeneiden operaattoreiden ja kunnossapitotyöntekijöiden ammattitaito, joka heille on karttunut vuosien varrella työskennellessä koneiden ja prosessien kanssa.

2.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla ehkäistään koneiden vikaantumisen seuraamalla käynnin poikkeavuuksia tietyllä ajanjaksolla. Osana ehkäisevää kunnossapitoa on säännölliset huoltovälit ja tarkastukset, joiden avulla saadaan selvä kuva siitä, miten seuratun koneen tuottavuus on käyttäytynyt ja miten se tulevaisuudessa tulee jatkumaan. Operaattorien tekemä säännöllinen puhdistus ja siisteyden ylläpito auttavat pitämään työympäristöä turvallisena ja havaitsemaan poikkeamia. (Järviö – Lappalainen – Parantainen – Piispa – Åström 2007, 52, 72–73.)

2.2 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivassa kunnossapidossa tarkkaillaan ja analysoidaan niitä arvoja ja muuttujia, jotka kuvaavat kohteen suorituskyvyn heikkenemistä (Järviö ym. 2007, 74). Mittaustuloksia soveltamalla voidaan tehdä tarvittavat kunnossapitotoimenpiteet paljon ennen koneen vikaantumista.

2.3 Käyttäjäkunnossapito, ODR

Käyttäjäkunnossapidon (ODR = Operator Driven Reliability) lähtökohtana on saada operaattorit aktiiviseksi osaksi tuotantolaitoksen kunnossapitostrategiaa. Ollessaan jatkuvasti prosessin ääressä operaattoreiden on mahdollista havaita pienetkin muutokset prosessin toiminnassa ja reagoida niihin välittömästi.

ODR:n tavoitteena on

- lisätä tehtaan suorituskykyä ja kustannustehokkuutta
- lisätä voimavarojen saatavuutta
- lisätä operaattorilähtöistä perushuoltoa ja säästää huoltohenkilökunnan resursseja
- vähentää häiriöitä ja vikaantumisia
- vähentää viallisten tuotteiden ja hukatun voimavaran määrää. (Numminen 2005.)

Kun yksinkertaiset huoltotehtävät jäävät operaattoreille, voi huoltohenkilökunta keskittyä haastavampien huoltotehtävien suorittamiseen ja korkeamman asteen ennakoivaan kunnossapitoon.

Operaattorit ovat kattavan laitetuntemuksensa takia arvokas voimavara kunnossapitoketjussa. Tämän vuoksi heidän tekemät huollot, kuten neste- ja ilmakierrojen vuotojen tai tukkeutumien, öljyämisien, laakereiden ja toimilaitteiden tarkistukset redusoivat häiriö- ja seisokkiaikaa merkittävästi. (Numminen 2005.)

Jotta käyttäjäkunnossapito saadaan implementoitua tuotantoon, on ensimmäisenä etappina luotava hyvä kommunikaatio työnjohdon ja operaattoreiden välille. Tämä onnistuu esimerkiksi asettamalla yhteisiä tavoitteita, joiden noudattaminen vaatii toimihenkilöille ja operaattoreille selkeät ohjeet. Selkeiden ohjeiden

lisäksi on syytä sisällyttää operaattorien työhön ennakoivan kunnossapidon perusteita.

Työntekijällä on myös oltava tarvittava taito ja tietämys huomata sekä korjata puutteita ja kehityskohteita tuotantotoiminnassa. Taulukossa 1 on esimerkkejä tavoitteista, joita toimihenkilöillä ja operaattoreilla voisi olla.

TAULUKKO 1. ODR:n esimerkkিতavoitteet ammattiryhmittäin (Markkanen ym. 2011)

Käyttäjä	<ul style="list-style-type: none"> • Viat ja oireet saadaan dokumentoitua, eivät jää pelkästään käyttäjien tietoon • Yksinkertainen toimintamalli • Enemmän käynninaikaisia tarkastuksia, kuin vikojen etsintää • Laitteiston vikojen ja epänormaalin käynnin tunnistaminen • Koneen ominaisuuksiin ja osiin tarkempi perehtyminen • Tarkastuskierrosten järjestelmällisyys ja säännöllisyys
Kunnossapitäjä	<ul style="list-style-type: none"> • Kenttäkierrosten organisointi • Resurssit käytetään haastavampiin ja erikoisosamista vaativiin työtehtäviin • Tehokkaampi ajankäyttö • Prosessituntemusta parannetaan käyttöön perehtymisen myötä • Kattavat operaattorin tekemät havainnot auttavat muutosten seurannassa
Tuotannon insinöörit ja esimiehet	<ul style="list-style-type: none"> • Tuotannon maksimoinnin ja kannattavuuden parantaminen • Suunnittelemattomien seisokkien väheneminen • Suunniteltujen seisokkien kestojen lyheneminen • Osa kunnossapidosta myös operaattoreiden suoritettavaksi • Yhdenmukainen toimintatapa kenttäkierrosten suorittamiseen • Laitteiden parempi huolenpito
Kunnossapidon insinöörit ja esimiehet	<ul style="list-style-type: none"> • Yhdenmukainen käynninvarmistusstrategia kunnossapidon ja tuotannon välillä • Kattavat häiriöilmoitukset jo ennen vikaantumista • Ennakoivan toiminnan korostaminen • Erikoisosamisen tehokkaampi soveltaminen ja oikein kohdistaminen

	<ul style="list-style-type: none"> • Vikailmoitustietojen kattavampi informaatio sisältö ja luotettavuus • Toistuvien vikojen poistaminen
--	---

Käyttäjäkunnossapidon aloittaminen tuotannossa on osoittautunut haastavaksi varsinkin tuotantolaitoksissa, jossa operaattorit ovat ainoastaan käyttäneet laitteistoa ja huoltotoimenpiteet ovat jääneet täysin kunnossapitohenkilöstölle.

Käyttäjäkunnossapito-ohjelma voidaan aloittaa esimerkiksi seuraavasti:

- Luodaan selkeä ja yleinen kunnossapito-ohjelma, jossa määritellään tavoitteet ja tehtävät kullekin laitteelle ja koneelle ODR:n kannalta.
- Ymmärretään, että ODR on tarkkaan harkittu prosessi, jossa operaattoreita toivotaan ja kannustetaan
 - pitämään laitteisto puhtaana ja öljyttynä (perushuollettuna),
 - tunnistamaan heikkenemisen oireita koneissa ja ilmoittamaan niistä ajoissa,
 - tekemään kevyitä korjaus- ja huoltotoimenpiteitä (koulutus!), ja
 - auttamaan kunnossapitotehtävissä.
- Kehitetään kommunikaatioverkosto osaston ja koko tehtaan välille, jotta ODR jakautuu käytäntönä, yhteistyönä ja omistautumisena lopulta koko tehtaaseen.
- Pidetään laitteisto siinä tilassa, että se olisi kuin uutta vastaava, tehdään selkeät aikataulut ja tavoitteet pienistä korjaustoimenpiteistä ja mahdollisista tulevista korjaustoimenpiteistä.
- Organisoidaan ja otetaan käyttöön johtajuuslähtöinen ja itsehallintoinen ryhmä, johon kuuluu esimerkiksi käyttäjiä ja kunnossapitäjiä.
- Määritetään tehokkaimmat menetelmät operaattoreille, kuinka voidella, tarkistaa ja suorittaa pieniä korjaustoimenpiteitä laitteistolle ja arvioida tuen tarve korjaustoimenpiteissä, jotka operaattori suorittaa.
- Luoda kirjalliset listat toimenpiteistä ja sisällyttää ne laadun ja kunnossapidon piiriin.
- Selitetään tarkasti ennakoivan ja ennustavan kunnossapidon toimenpiteet ODR-ohjelmassa, jotka ovat operaattorin suoritettavissa

- Dokumentoidaan toimenpiteet ylös- ja alasajolle, käynnissäpidolle ja ajonvaihdolle.
- Analysoidaan lopputuloksia ja jalostetaan ODR-ohjelma jatkuvaksi ja toistuvaksi prosessiksi, joka on tukena olemassa olevalle kunnossapitostrategialle. (Staples 2006.)

3 5S-MENETELMÄ

Jotta käyttäjäkeskeinen kunnossapito ja käynninvarmistus saadaan implementoitua tuotantoon, on tuotantotila saatettava järjestykselliseen muotoon. Tuotantotila voidaan organisoida ja siivota käyttämällä 5S-metodin peruspilareita:

- Seiri (lajittelu): Tuotantolaitteen ympäristö siistitään eli tarpeettomat tavarat ja työkalut poistetaan
- Seiton (järjestys): Tavarat ja työkalut on sijoitettava niin, että ne ovat helposti saatavilla ja niille merkityillä paikoillaan
- Seiso (siivous): Jokainen työntekijä ottaa vastuulleen työpisteen siisteyden ylläpidon
- Seiketsu (säännöt): Määritellään, mitä siisteys on esimerkiksi valaistuksen ja pölyn suhteen
- Shitsuke (sitoutuminen): Jokainen työntekijä on motivoitunut suorittamaan yllämainittuja sääntöjä. (Järviö – Lehtiö 2012, 115.)

Kun työpiste on siistissä kunnossa ja työkalut niille merkityillä paikoillaan, vaikuttaa se suoraan työskentelyn sujuvuuteen. Ajonvaihtotilanteessa on erittäin tärkeää, että työkalut ja tarvikkeet löytyvät nopeasti. Näin säästetään merkittävä aika ajonvaihdossa ja linjasto on seisokki-tilassa mahdollisimman vähän aikaa. 5S-projektin käyntiin saamisen apuna voi käyttää alla olevaa taulukkoa.

TAULUKKO 2. 5S-prosessin vaiheet (Laine 2010, 82)

Vaihe	Kuvaus	Esimerkkejä
Sort Lajittele ja erottele	Tunnistetaan mitä työpisteellä todella tarvitaan ja mitä ei (päivittäin, viikoittain, kuukausittain jne.) Kaikki mitä ei katsota usein tarvittavaksi, voidaan siirtää punaisella merkitylle alueelle, jossa ne säännöllisesti perataan ja siirretään turhat pois.	Listataan ylös mitä työpisteellä tarvitaan, <ul style="list-style-type: none">• turhat tai virheellistä tietoa sisältävät tiedostot ja asiakirjat• rikkoutuneet tavarat• vanhat telineet ja sähköiset työvälineet• Vanhat merkinnät, työohjeet, raportit

<p>Set in order, simplify</p> <p>Järjestä, määritä rajat ja tavaroiden sijainti</p>	<p>Mietitään kaikille välineille sijoituspaikat niin, että ne ovat mahdollisimman helposti saatavilla.</p> <p>Käytetään hyväksi esim. kiiretilannetta, jossa nähdään suoraan missä välttämättömimpien työkalujen tulisi sijaita.</p>	<p>Laaditaan kartta aloitustilanteesta, missä mikin työkalu tai tarvike sijaitsee</p> <p>Tulevan tilanteen sijoituskartassa huomioi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Helppo saatavuus • Liikkeiden minimointi • Käyttötaajuus <p>Rajataan alueet selvästi, Piirrä työalueiden rajat (väylät, kiinteiden ja liikkuvien kohteiden rajat, materiaalien paikat).</p> <p>Merkitään kylteillä ja merkinnöillä kaikille asioille selkeät omat paikat.</p>
<p>Shine, sweep</p> <p>Puhdista ja kiillota</p>	<p>Työympäristö pidetään puhtaana ja järjestyksessä.</p> <p>Tunnistetaan mitkä kaikki aiheuttavat likaa ja eliminoidaan ne mahdollisuuksien mukaan.</p>	<p>Siivouksen ja puhtaanapidon kohteiden kannalta huomioitavaa on</p> <ul style="list-style-type: none"> • Turvallisuus • Kertyvät jätteet • Siisteys <p>Laaditaan lista, jossa on selkeät siivouskohteet vastuuhenkilöineen.</p> <p>Laaditaan siivousohjeet (kuinka usein, millä tavalla ja mitä siivotaan).</p> <p>Organisoidaan, miten vastualue itse hoitaa siisteyttä.</p>
<p>Standardize</p> <p>Aseta standardit</p>	<p>Säännöllisin tarkastuksin saadaan aiheutettua väkiintumista toimintatapoihin.</p>	<p>Standardointi varmistaa, että asiat tehdään oikeaan aikaan ja oikein.</p> <p>Hyödynnetään visuaalisuutta, kuvia, karttoja, värejä järjestyksen hallinnassa.</p> <p>Seurataan ja päivitetään ohjeet, sijaintipaikat, merkinnät ja tarkistuskierrokset.</p> <p>Työntekijöiden kanssa sovitaan ”5S-sopimus”, jossa</p>

		yhteisesti sovitaan menettelyt ja vastuut toiminnasta.
Sustain Ylläpidä ja noudata sääntöjä	Kouluta, viesti, herätä, vastuuta, kierrä ja seuraa Ylläpitoa auttavat: <ul style="list-style-type: none"> • Visuaaliset merkinnot alueille, koneille ja tavaroille. • Visuaaliset selkeät ohjeet kuvien kera auttavat järjestyksen säilyttämisessä. • Visuaaliset valvontamenettelyt kuten tiedon ja sovittujen käytäntöjen jakaminen, työpiste- tai aluekohtaisten käytäntöjen luominen, hälytysten käyttö, kun 5S alkaa pettää, virheiden tunnistaminen ja poistaminen. 	Laaditaan auditointimenettely, jolla seurataan, että kaikki 5S-menettelyt pysyvät käytössä ja ovat kannattavia. Aluksi tehdään auditointia usein (esim. viikottain) ja toiminnan vakiinnuttua 2-3 viikon välein. Auditoinnit arvioidaan pisteittäin (jokaiselle "S":lle 4 seikkaa ja 20-kohdan havainnointilista) Arviointi asteikolla 1...5 pistettä, eli maksimitulos 100 pistettä. Juhlistetaan 5S-saavutuksia tulosten perusteella. 5S-käytäntö ei saa unohtua.

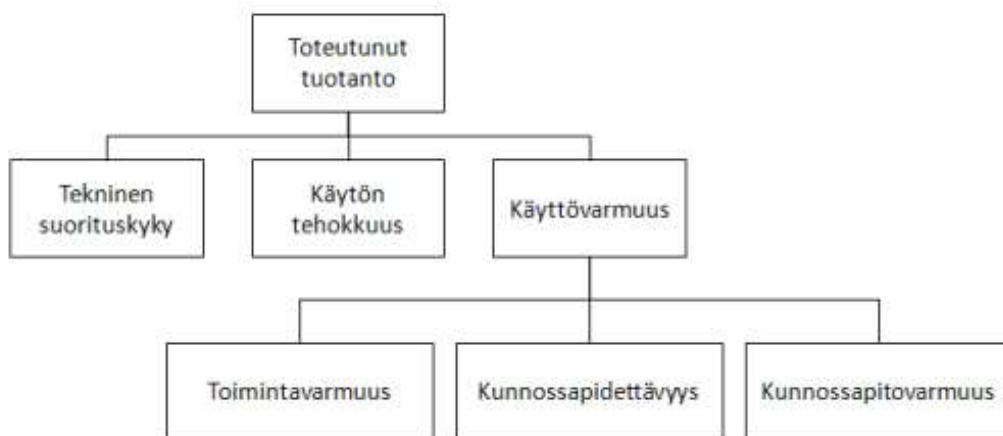
4 KÄYTTÖVARMUUS JA AISTINVARAINEN KUNNONVALVONTA

4.1 Käyttövarmuus

Käyttövarmuus tarkoittaa laitteiden, koneiden ja järjestelmien häiriötöntä ja turvallista toimintaa. Siinä otetaan huomioon pienet riskit operaattorien ja työskentely-ympäristön suhteen samalla kunnossapito- ja energiakustannuksia silmällä pitäen. (Kumpulainen 2012, 11.)

”Käyttövarmuus on kyky toimia vaadittaessa vaaditulla tavalla. Tämä tarkoittaa kohteen kykyä olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla.” (Kumpulainen 2012, 11.)

Käyttövarmuuden perusteena on, että kohteen toimintavarmuus, kunnossapidettävyyden ja kunnossapitovarmuus pysyvät korkeassa priorisoinnissa (kuva 1).



KUVA 1. Tuotantoon vaikuttavat ominaisuudet (Järviö – Piispa – Parantainen – Åstrom 2011, 35–36, muokattu)

4.1.1 Toimintavarmuus

Toimintavarmuuden tarkoituksena on varmistaa, että kohde kykenee tekemään siltä vaaditun toiminnon tarvittaessa. Toimintavarmuutta tukevia tekijöitä ovat

suunnittelun, varmennuksen, asennuksen, kunnossapidon ja käytön tarpeisiin liittyvät seikat. Koneen on siis toimittava siltä vaaditulla tavalla käyttöolosuhteet, kuormitus ja käyttö huomioon ottaen. (Komonen 2005, 6.)

4.1.2 Kunnossapidettävyys

Kunnossapidettävyys kuvaa koneiston kykyä olla huollettavissa, vaihdettavissa ja testattavissa. Olennaisena on myös sen luoksepäästävyys ja vikatilanteessa vian paikannettavuus. Luoksepäästävyydellä tarkoitetaan koneen sijaintia ja sitä, että se on helppo huoltaa ja siellä on tilaa tehdä kunnossapitotoimenpiteitä. Huollettavuudella sitä, onko koneen läheisyydessä tilaa huoltotoimenpiteille ja kuinka sujuvasti se on esimerkiksi pysäytettävissä ja puhdistettavissa. Vaihdettavuuteen liittyy koneen suunnittelu niin, että sen huolto- ja varaosakustannukset ovat optimaaliset. Testattavuus määrittelee koneen ominaisuuksien mittaamisen helppoutta näytteenoton ja kunnonvalvonnan mittausten suhteen. (Komonen 2005, 7.)

4.1.3 Kunnossapitovarmuus

Kunnossapitovarmuudella varmistetaan, että kunnossapito tapahtuu ohjatusti, toimenpiteet ovat dokumentoituja (huoltokohteiden priorisointi, piirustukset ja ohjeet) ja että varaosat, materiaalit ja kunnossapitäjät ovat saatavilla tarvittaessa. (Komonen 2005, 8.)

4.2 Aistienvaarainen kunnonvalvonta

Kätevin operaattorin ajonaikainen kyky seurata tuotantolinjan ja prosessin kuntoa on käyttämällä aisteja. Aluksi on ymmärrettävä kuinka aistit toimivat, jotta niitä voi käyttää apunaan mahdollisimman suurin hyödyin.

Jos tilanne kohteessa on kunnossapidon suhteen alkutekijöissään, on aistinvarainen kunnonvalvonta helppo ja toimiva tapa aloittaa.

Aistien taso ja laatu voi olla riippuvainen niin ympäristön tilasta tai yksilöstä. Tämän vuoksi aistinvarassa tehdyt kokeet on syytä suorittaa niin, että ne ovat mahdollisimman hyvin toistettavissa. Yleensä kuitenkin turvaudutaan erillisten mittatekniikoiden ja anturointien käyttöön. (Mikkonen 2009, 419.)

4.2.1 Näkö

Näön avulla operaattori voi havaita mm. vuotoja, tärinää, lämmön luovuttamista. Yleisiä vuotoja ovat öljy- tai jäähdytysnestevuodot, jotka havaitaan aluksi vuotokohdan kosteutena. Suuri vuoto näkyy tiputuksena. Mikäli vuotoa ei voida korjata, sitä voidaan mitata esimerkiksi mitta-astialla tai laskemalla, montako tippaa minuutissa vuotokohdasta tulee. (Mikkonen 2009, 419–423.)

Näköaistin taso ja tarkkuus voi vaihdella yksilöiden kesken, eli siinä tapauksessa olisi hyvä hyödyntää konenäköä. Varsinkin tehdasolosuhteissa, jossa näköhaittojen takia vuotokohtia voi olla vaikea havaita tarpeeksi aikaisin, käytetään usein apulaitteita. Niistä yleisimpinä lienevät ultraääni- sekä strobo- ja endoskooppitekniikat. Lämpökameralla voidaan myös koskematta nähdä, jos jokin sähkölaite tai jäähdytyslaite käy liian kuumana tai kylmänä. (Mikkonen 2009, 422.)

4.2.2 Kuulo

Kuuloaistin käyttöä varsinkin meluisassa tehdasympäristössä voi olla vaikea hyödyntää, mutta esimerkiksi stetoskooppia tai akustista koetinta voidaan käyttää apuna vikojen analysoinnissa. Yleensä kuuloaistilla havaitaan vialliset laakerit, liialliset välykset tai irralliset osat sekä runsaat ilma- tai nestevuodot. (Mikkonen 2009, 420.)

Tällaisissa tapauksissa hyödynnetään yhä useammin erillisiä desibelimittauksia, joissa seurataan, onko esimerkiksi kuluvan laakerin ääni kasvanut jollain ajanjaksolla.

4.2.3 Haju

Hajuaistia on vaikea korvata millään anturoinnilla, minkä takia se on aisteista ainoa yksilön varassa yleensä pidettävä mittari. Hajuaistin avulla määritellään esimerkiksi vuotokohdasta, mikä aine on kyseessä ja onko se vaarallista. (Mikkonen 2009, 421.)

Sähkömoottorien ylläpiduksesta johtuva käämityslakan palaminen on toinen yleinen ja helposti hajuaistilla huomattava vika. Korkeajännitetilassa voi myös

syntyä otsonia, jonka hajun tunnistaa helposti. Kitkalämmöstä aiheutuvat materiaalin lämpenemiset voidaan myös haistaa, kuten esimerkiksi muovin sulaminen tai puun palaminen.

4.2.4 Tunto

Tuntoaisti on erilainen kehon eri osissa ja sitä käytetään yleensä tärinän, lämpötilan ja kaasuvuotojen tarkkailuun. Kämmenselän herkällä iholla tuntee helposti esimerkiksi kaasuvuodon ja tunnetta voidaan tehostaa kostuttamalla iho. (Mikkonen 2009, 425.)

Ihmisen iho kestää n. 50 celsiusasteen lämpötilaa ja sitä rajaa on hyvä käyttää esimerkiksi laakerien lämpötilan analysointiin. Mikäli osaa pystyy koskettamaan pitkän aikaa, ei laakeri ole kuumentunut liikaa. Jos osa kuumenee polttavan kuumaksi, on syytä miettiä toimenpiteitä, ettei osan käyttöikä heikkene liian nopeasti. (Mikkonen 2009, 425.)

Tuntoaisti on kenties tehokkain ja helpoiten anturitekniikalla korvattava aisti. Anturitekniikassa löytyy runsaasti erilaisia antureita tuntoaistin korvaamiseen, joista yleisin on perinteinen termopari-lämpötila-anturi.

5 KÄYNNINVALVONNAN KEHITTÄMINEN ASENNUSJOHTOTEHTAALLA

Prysmian Finland Oy:n asennusjohtotehtaalla on 13 kaapelituotantolinjastoa, joilla tehdään pääosin eristettyjä yksittäisiä osajohtoja tai vaipattuja kaapeleita, joissa puolestaan on useita osajohtoja. Kaapelituotantolinjastoilla on ensiarvoisen tärkeää, että linjat ovat käyttövarmoja ja että jokainen operaattori tuntee linjansa tarpeeksi hyvin sekä sähköisesti että mekaanisesti.

5.1 Eristyslinjat

Eristyslinjat eroavat vaippalinjoista nopeudessa ja käyttötarkoituksessa. Niissä on päämassapuristimen lisäksi toiset ns. skinimassapuristimet, joilla tuotetaan esimerkiksi keltavihreän osajohdon vihreä raita. Paljaan kuparin päälle ajettava päämassa värjätään keltaiseksi, jonka päälle vuorostaan ajetaan vihreää massaa skinipuristimella raidaksi.

Myös puristintyökalut ovat huomattavasti pienemmät verrattuna vaippauslinjoihin, eli linjastot ovat hyvin tarkkoja, että työkalut ovat ehjät. Lisäksi kuuma massa on herkkä kuparijohtimen tai linjaston kaapeliohjuriin epätasaisuuksille. Yksikin epätasaisuus tai kolhu kuumaan massaan aiheuttaa vaurion, joka heikentää osajohdon eristyskykyä ja on siten poistettava kelalta tai merkittävä selvästi kelapapereihin seuraavan työvaiheen operaattoreille.

Mikäli poikkeavuuksia osajohdoissa ei jostain syystä huomata tai ne unohdetaan merkitä, voi se seuraavassa työvaiheessa aiheuttaa vian lopulliseen tuotteeseen, joka tuottaa lähes aina lisäkustannuksia ja romua. Nämä vältetään sillä, että operaattorit saadaan pitämään jatkuvasti huolta laadusta ja kehittämään linjastoa vikojen välttämiseksi.

Yksi eristemassavaurion aiheuttajista eristyslinjoilla on huono hitsaus kuparijohdossa. Kuparijohto hitsataan automaattihitsauskoneella ja etenkin kerratussa kuparissa, jossa on punotut kuparisäikeet, on huolehdittava hitsauksen laadusta.

Kun massaa ajetaan puristimessa, työkaluilla, niiden asennolla ja lämpötilalla on suurin merkitys tuotteen pinnanlaatuun. Operaattoreille on tiedossa, miten saadaan sileä pinta tuotteeseen, mutta se edellyttää, että myös työkalujen kunto on hyvä ja lämpötilan hallinta toimii. Lämpötilojen hallinta tapahtuu seuraamalla jäähdytysjärjestelmän toimintaa myös ajon aikana: kiertääkö jäähdytysvesi, onko se laadukasta, pysyvätkö lämpötilat asetusarvoissa tai onko nestettä oikea määrä.

Jos kesken ajon tapahtuu nykäisy, eli esimerkiksi kupari osuu työkaluun, aiheutuu pintaan massasta koostuva kohouma eli patti. Patteja on eristyslinjan nopeuden takia mahdoton poistaa ja ne menevät aina kelalle. Niiden estämiseksi on varmistettava, että kuparit ovat sileitä, hitsaukset onnistuvat ja kaapelien kulkureitit ovat hyvässä kunnossa.

5.2 Vaippauslinjat

Vaippauslinjoilla nopeudet ovat eristyslinjoja paljon hitaammat, puristintyökalut suuremmat ja niillä yhdistetään useampi osajohto yhdeksi kokonaisuudeksi, kaapeliksi. Osajohdot yhdistetään ns. kertaamalla, eli ne punotaan kasassa pysyväksi ja helposti muokattavaksi paketiksi. Osajohtojen päälle tuotteesta riippuen voidaan ajaa ns. täytemassa, joka täyttää osajohtojen väliset tilat ja tekee siitä pyöreämpää.

Täytemassan päälle ajetaan päämassa, jonka tarkoitus on kestää käyttöä, iskua, suojata osajohtoja sekä antaa sähköä eristävä suoja kaapelille. Kaapelin, kuten osajohtojenkaan pinnassa ei saa olla väri- tai pintavikoja ja osajohtojen järjestys on oltava oikein ja sähköisten arvojen oltava toleranssien sisällä. Näissä ominaisuuksissa Prysmian on ehdoton ja laatu on erittäin tärkeässä roolissa jokaisen tuotteen kohdalla.

Kaapeliksi ajettavat osajohdot tulevat esimerkiksi erillisiltä keloilta tai häkeistä ja koska monet ohjurit ovat tarkalla toleranssilla, on osajohtojen lapuissa oltava selvästi merkittynä, mikäli osajohdoissa on poikkeamia. Huonot liitoskohdat tai massan aiheuttamat kohoumat, ns. patit, ovat työläs poistaa ja pahimmassa tapauksessa linja on pysäytettävä. Jokaisesta pysäytyksestä aiheutuu aina tietty vähimmäismäärä hylkyyn menevää tuotetta.

5.3 Mittaustietojen käyttö

Jokainen linjasto hyödyntää jonkinlaista ohjattavaa logiikkaa, joista monet olivatkin koulusta minulle entuudestaan tuttuja. Anturointi tuotantolinjoilla oli suoritettu käyttämällä perinteisiä antureita, joista saatavaa tietoa käytetään nykyisellään suppeahkosti. Jotta ennustava kunnossapito olisi mahdollisimman tehokasta, olisi syytä seurata tietyllä ajanjaksolla esimerkiksi moottorin sähköisiä suureita. Niistä voitaisiin päätellä, onko moottorin laakeri vioittumassa tai onko jokin muu moottorin osa vikaantumassa.

Massasykloneissa on läsnäolotunnistimet mittaamassa pinnankorkeutta, minkä vuoksi todellista tarkkaa arvoa siilon korkeudesta ei välttämättä saada. Ultraäänianturilla voitaisiin laskea esimerkiksi keskiarvo siilon pinnasta, jos reunoilla on enemmän massaa kuin suppilon keskellä, josta sitä syötetään puristimeen. Myös punnitsemisella saataisiin hyvä käsitys siilossa olevasta määrästä. Pinnankorkeustiedolla saadaan esimerkiksi alasarjoitilanteessa, ennen ajonvaihtoa, vähennettyä ajonvaihtoaikaa ja valutemassojen eli kierrätykseen menevien massojen määrää. Samalla sykcloneista saisi virtausanturilla analysoitua imurien tehoa.

Moottorien ja sähkökaappien kuntoa hallitaan suodatinhuollolla ja seuraamalla lämpötiloja lämpökameran avulla. Jos ylikuumuutta sietämättömiin kohteisiin asennetaan lämpötila-anturit, voidaan niiden raja-arvoilla seurata tilannetta jatkuvasti ja reaaliajassa.

Kaikkien anturien arvoihin voitaisiin asettaa raja-arvot, jotka ylittyessään aiheuttaisivat hälytyksen. Jos hälytykset liitettäisiin graafiseen linjaston karttaan, siitä näkisi suoraan, missä ohjauskaapissa tai moottorissa vika on. Tämä metodi olisi visuaalinen ja selkeä tapa seurata linjaston kuntoa ja se tehostaisi reagointia hälytyksiin. Mitä enemmän tietoa antureilta saataisiin, sitä monimuotoisempi ja kattavampi kuva niistä saataisiin koko linjaston tilanteesta.

6 LOPPUTULOKSET

Työssä keskityttiin kartoittamaan kaapelituotantolinjastojen riskikohteet toiminnallisten seikkojen puitteissa. Jokaiselle linjastolle saatiin tehtyä laitekartoitus, jonka perusteella pystyttiin tekemään listat käynninvarmistamistoimenpiteille (kuva 2). Toimenpidelistoissa on selkeästi ja ytimekkäästi lueteltu tarkistettavat kohteet ja tehtävät toimenpiteet tarkistusväleineen.

MCMK, Käynninvarmistamisohje

Kaapelinkulkureittien tarkistus

Reitin ja niiden ympäristön on oltava ehkä, unottomat ja pehkeät sekä kaapelien olo on pyrittävä vauriitta eikä niissä ole oliväilyksiä.

Kohde:

- Tähtäykset, varjat, ohjaukset, ohjainten ohjaukset, tähtäykset
- Kävelu, kirtaajan puut ja häijät
- Reitinohje ohjaukset
- Reitinohje ohjaukset
- Pölyseiniä, maalilinnan ruost

Tarkitus: olla kukaakin enimmäinen maanalla

Toimilaitteiden tarkistus

Toimilaitteiden on oltava toimintakuntoisia ja merkittävien ja anturien oltava ehkä

Kohde:

- Keskiväli
- Tulkki
- Paperi
- Kytteily- ja narkotamien
- Kytteily
- Suojanormit (kyläkäyttö)
- Betonin puhtaus (suojakäyttöön, ei paperille)

Tarkitus: olla kukaakin enimmäinen tulla

Suodattimien vaihto

Suodattimien kunto on tarkistettava säännöllisesti ja vaihdettava tarvittaessa

Kohde:

- Massajärjestelmien suodattimet ja alipaineputket
- Ohjaukset (koko suodattimet) (ei pehkeillä), suodattimet ohjaukset kaapelin läheisyydessä tai tarvittaessa, kunnossapitokäyttöön)
- Ohjaukset suodattimet (jousien tunne kääri)
- Kytteily ja puhtaus suodattimien vaihtoa (kyläkäyttö)
- Kytteily ja puhtaus suodattimien suodattimet
 - Kytteily ja puhtaus suodattimien suodattimet
 - Kytteily ja puhtaus suodattimien suodattimet

Tarkitus: suodattimet vaihdetaan väli, 20% tai toisen mukaan (KCMK: Kytteily ja puhtaus)

Ilma- ja nestekierron tarkistus

Kuivattimien toiminta ja jännityksen taso on tarkistettava (ilma- ja nestekierron tunne kääri)

Kohde:

- Ohjaukset ja nestekierron suodattimet
- Kytteily ja puhtaus suodattimien suodattimet
- Kytteily ja puhtaus suodattimien suodattimet (kyläkäyttö)
 - Kytteily ja puhtaus suodattimien suodattimet (kyläkäyttö)

Tarkitus: olla kukaakin enimmäinen kytteily

KUVA 2. Toimenpidelista erälle linjastolle

Listoilla on yhteinen runko, jotta uusia toimenpiteitä voidaan lisätä ja samankaltaisia listoja voidaan kirjoittaa myös muiden osastojen linjastoille. Asennusjohtetaan listoissa on keskitytty kaapelituotantolinjastojen yleisimpiin riskikohteisiin:

Kulkureitit, joita pitkin kuparilanka, osajohto, narut ja nauhat kulkevat. Kulkureitteinä yleisimmin käytetään laakeroituja ohjureita tai kääntöpyöriä, joihin ajan

saatossa kuluu selvä, jälkiä jättävä ura. Kulkureittien tulee olla puhtaat, urattomat ja laakerien on oltava kunnossa ja pyörittävä vaivatta.

Toimilaitteet, eli laitteisto, joilla ohjataan ja analysoidaan kaapelin ominaisuuksia ja laatua. Toimilaitteiden, ja niihin kytkettyjen antureiden on toimittava luotettavasti. Jokaiselle laitteelle löytyy käyttöohje, jossa on vikatilanteita varten käyttäjäkunnossapito-osio sekä mahdolliset syyt ja toimenpiteet eri vikatilanteihin.

Linjastojen moottoreissa, puhaltimissa sekä ohjauskaapeissa on suodattimet, jotka estävät lian ja pölyn pääsyn rakenteisiin sekä edesauttaa jäähdytystä. Kaikki listoissa kuvatut suodattimet ovat helposti vaihdettavissa ilman työkaluja ja niiden pitäminen puhtaina ehkäisee mm. laitteistojen ylikuumentumista ja häiriöitä.

Ilma- ja nestekierrot ylläpitävät koneiden ja tuotteen puhtautta sekä jäähdytystä. Puristimet ovat sekä ilma- että nestejäähdytteisiä, joten on ensiarvoisen tärkeää, että jäähdytysjärjestelmät toimivat oikealla tavalla. Vika jäähdytysjärjestelmässä voi aiheuttaa epätasaista laatua massassa ja pahimmassa tapauksessa paineen nousua puristimessa. Liian korkea paine rasittaa puristinta ja voi aiheuttaa sen rikkoutumisen.

Listatut toimenpiteet auttavat operaattoreita kiinnittämään huomiota linjan toimintaan ja laatuun selkeämmin ja perehdyttämään uusia operaattoreita linjalle. Tarkoituksena on saada johdonmukaiset toimenpiteet kaikille tuomalla jokaisen operaattorin parhaat puolet yhteisiksi tukemaan koko linjan toimintaa.

Toimenpidelistan perusteella rakennettiin eräälle linjalle taulu (kuva 3), jossa linjakohdaiset toimenpiteet on kuvattu kaksipuolisilla korteilla. Molemmilla puolilla lukee sama tehtävä ja puolet eroavat toisistaan väreissä. Vihreä väri tarkoittaa, että toimenpide on suoritettu, kun taas punaisella värillä ilmaistaan, että työ tulisi suorittaa. Toimenpiteet on jaettu niiden ajankohdan perusteella tehtäväksi kuukausittain, päivittäin vai viikoittain. Linjan operaattorit ja työnjohtaja voivat seurata taululta vaivattomasti linjan tilaa.



KUVA 3. Toimenpiteiden seuranta-

Haasteeksi osoittautui käynninvarmistamistoimenpiteiden pysyminen aktiivisena, vaikkakin monelle operaattorille niiden tarve ja funktio olivat selkeät. Käynninvarmistusohjeiden lisäksi linjaston operaattoreille olisi hyvä luoda selkeät ohjeet myös automaattimittalaitteiden käytöstä sekä mittatulosten ja asetussarvojen vaikutuksesta.

Ensimmäiset askeleet käynninvarmistus- ja operaattoriläheisen kunnossapidon metodeista ovat nyt tehty. Seuraavana etappina on tehdä metodeista entistä aktiivisempaa ja tehokkaampaa. Mielestäni suurimman hyödyn saisi, jos sulauttaisi toimenpiteet osaksi SAP-järjestelmää, Prysmianin intraverkkoa tai Arrow-ohjelmistoa.

5S-projekti Prysmianin tehtaalla on edennyt tehokkaasti ja myös toimenpideohjeiden käyttöönotto tulisi tehdä samalla tavalla ja yhtä järjestelmällisesti. 5S-projekti on tilassa, jossa uusia työohjeita otetaan käyttöön ja operaattoritkin ovat olleet tyytyväisiä tuloksiin. Työpisteiden siisteys ja järjestys on tehostanut myös operaattoreiden oma-aloitteisuutta niiden ylläpidossa.

Myös valvomotekniikan sulauttaminen tuotantoon toisi selkeitä etuja ja hyötyjä ajotilanteessa muun muassa lähtö- ja vastaanottopään kelojen, massan, osajohtojen ja muiden raaka-aineiden seurantaan.

Mittatiedon ja raakadatan keruu erilliseen pilvipalveluun langattomilla ratkaisuilla helpottaisi niin operaattoreita kuin kunnossapitotyöntekijöitä seuraamaan linjaston kuntoa. Jos datasta saadaan rakennettua kuvaaja ajan funktiona, voidaan siitä ennustaa, mihin suuntaan kukin arvo on kehittymässä. Kuvaajan tuloksia seuraamalla nähtäisiin heti, mihin tilanne on kehittymässä ja vaatiiko se toimenpiteitä. Aikaisella reagoinnilla voidaan vähentää vikaantumista ja selvästi lyhentää turhia seisokkeja.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin mielestäni kohtuullisesti. Tehdyn työn perusteella Prysmianilla voidaan aloittaa käynninvarmistusprojektin käyttöönotto-vaihe. Toimenpidelistat tehtiin jokaiselle linjalle sekä niiden perusteella luotu taulu voidaan kierrättää jokaisella linjalla seuraten ja tukien sen käyttöä. Aktiivisuuden ylläpitäminen tuonee haasteita. Siksi onkin tärkeää pitää motivaatio korkealla ja tuoda projektin tavoitteet selväksi kaikille. Niin operaattoreilta kuin työn johdolta odotetaan aktiivista yhteistyötä projektin suhteen.

Työn ongelmat ja haasteet olivat selkeät, mutta lopullisen ratkaisun hakeminen suorittamisen ja seurannan toteutus tuotti haasteita. Käytännön osuuteen saa vielä käyttää resursseja, jotta projekti saadaan jokapäiväiseksi osaksi työnte-koa.

Vaikka teoriassa 5S ja käynninvarmistus ovat selkeitä menetelmiä, on käytän-
nön toteutus täysin erilaista ja metodeja on osattava soveltaa tapauskohtaisesti parhaan hyödyn saamiseksi. Käynninvarmistusprojektin eteenpäin vieminen vaatii pitkäjänteistä johtamista ja kärsivällisyyttä.

Operaattoreiden mielestä toteutetut työlistat vaikuttivat selkeiltä suhteessa hei-
dän työnkuvaan, mutta osa toimenpiteistä kuuluisi heidän mielestä kunnossapi-
tohenkilöstölle.

Työ oli suorituksena mielenkiintoinen ja selkeä mutta samalla haastava, eikä suoritus ollut niin suoraviivainen kuin työtä aloittaessa olin ajatellut. Aihe tuki opintojani ja edesauttoi ammatillista kehittymistäni.

LÄHTEET

Järviö, Jorma & Lehtiö, Taina 2012. Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy

Järviö, Jorma & Lappalainen, Markku & Parantainen, Timo & Piispa, Taina & Åström, Thomas 2007. Kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja numero 10. Helsinki: KP-media Oy.

Järviö, Jorma & Piispa, Taina & Parantainen, Timo & Åstrom, Thomas 2011. Kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.

Kumpulainen, Pekka 2012. Kunnossapidon toiminnanohjauksen kehittäminen. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu, paperiteknologian koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa: <https://publications.theseus.fi/handle/10024/46165>, Hakupäivä 10.11.2016.

Komonen, Kari 2005. Käyttövarmuuden peruskäsitteitä. Saatavissa: http://www.tuta.fi/kayttovarmuus/Luentomateriaali%20A%203_2007.pdf. Hakupäivä 10.11.2016.

Laine, Hannu 2010. Tehokas kunnossapito: tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-media Oy.

Markkanen, Jani 2011. Käytön ja kunnossapidon yhteistyö. Promaint 2, 18–20.

Mikkonen, Henry & Miettinen, Juha & Leinonen, Pertti & Jantunen, Erkki & Kokko, Voitto & Riutta, Erkki & Sulo, Petri & Komonen, Kari & Lumme, Veli Erkki & Kautto, Juha & Heinonen, Kari & Lakka, Sami & Mäkeläinen, Risto 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-media Oy.

Numminen A. 2005. Kunnossapitolehti. 1/2005. ODR osana käynnissäpito- ja kunnossapitotoimintaa. Kunnossapitoyhdistys ry.

Prysmian Group Oy 2017. Saatavissa: <http://fi.prysmiangroup.com/en/index.html>. Hakupäivä 30.5.2017.

Prysmianin historia Suomessa. Saatavissa: http://fi.prysmiangroup.com/en/corporate/about/prysmian_group_country_page/historia-suomessa/. Hakupäivä 30.5.2017.

Staples, Dave T. 2006, Making a Case for Operator Driven Reliability, SKF Reliability Systems. Saatavissa: <http://foundrymag.com/opinion/making-case-operator-driven-reliability>. Hakupäivä 18.5.2017.