



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Petri Olmari

POLTTOAINE- JA ÖLJYPIIRIEN
SUOJAUS
PÄÄKOKOONPANOLINJALLA

Wärtsilä Finland Oy

Tekniikka
2019

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Petri Olmari
Opinnäytetyön nimi	Polttoaine- ja öljypiirien suojaus pääkokoonpanolinjalla
Vuosi	2019
Kieli	Suomi
Sivumäärä	34 + 3 liitettä
Ohjaaja	Marko Rantasalo

Opinnäytetyö luotiin Wärtsilä Finland Oy:n Vaasan pääkokoonpanolinjalle. Työn aiheena oli selvittää polttoaine- ja öljypiireissä olevien epäpuhtauksien aiheuttamia laatuvaikutuksia, sekä valmistaa työohjeet ehkäisemään asennus- sekä kuljetusvaiheissa moottoreihin pääseviä epäpuhtauksia.

Työn suunnittelu aloitettiin selvittämällä vaiheittain avoimeksi jääviä piirejä, jonka avulla diagnosoitiin eri moottorityyppien avoimeksi jäävät piirit, jokaisen tuotantovaiheen osalta. Tavoitteena oli valmistaa työohjeet, selvitettyjen piirien suojaamiseksi. Työohjeissa käytettävien suojausmateriaalien tuli olla helppokäyttöisiä, kustannustehokkaita, sekä olla helposti saatavilla.

Suojamateriaalit valikoituivat pääasiassa helppokäyttöisyyden, saatavuuden ja kustannustehokkuuden mukaisesti. Suojamateriaalien valinnassa pyrittiin saamaan mahdollisimman monta piiriä suojatuksi, samaa suojamateriaalia käyttämällä. Suojamateriaaleja testailtiin eri vaiheiden suojattaville piireille ja näistä valittiin piireihin parhaiten sopivat materiaalit. Suojamateriaalit tilattiin Wärtsilän käyttämältä tavarantoimittajalta.

Työohjeet sisältävät myös ennen kartoitusta suojattuja piirejä, jotka dokumentoitiin mukaan. Uusille suojattaville piireille tilattiin koe-erä suojausmateriaaleja, joilla testattiin piirien suojausta. Testiprosessista kerättiin suullista palautetta asentajilta, sekä näiden mielipiteitä materiaaleista. Tavoitteena oli saada työohjeiden mukainen suojaus osaksi asennustoimintaa.

Työn tuloksena oli helppolukuiset, Wärtsilän sisäiseen tietokantaan ladatut työohjeet, jotka ovat helposti muokattavissa. Työohjeisiin sisällytettiin jokaisen suojausmateriaalin osa tai tilausnumero, tulevia uusintahankintoja varten.

ABSTRACT

Author	Petri Olmari
Title	Protection of oil- and fuel circuits in W3x-line assembly
Year	2019
Language	Finnish
Pages	34 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Marko Rantasalo

This thesis was created for Wärtsilä Finland Oy. The goal of this thesis was to figure out the quality effects of impurities in oil & fuel circuits and to create instructions to prevent contamination of engines during installation and transport.

The planning of the work started by phasing out the open circuits. The phasing identified the open circuits of various engine types for each production stage. The aim was to produce working instructions to protect the circuits that were solved.

The protective materials used in the instructions had to be easy to use, cost effective and easily accessible.

The selection of protective materials sought to secure as many circuits as possible using the same protective material. The protective materials were tested for different stages of protected circuits, and the materials most suitable for the circuits were selected.

The work instructions also include pre-mapped protected circuits, which were documented. A test batch of protective materials was ordered for the new circuits to be protected to test their protection. The aim was to integrate the protection provided in the work instructions into the installation activities.

The work resulted in easy-to-read, easy-to-edit work instructions downloaded to Wärtsilä's internal database.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
	1.1 Tavoitteet	7
2	WÄRTSILÄ	8
	2.1 Energy Business.....	8
	2.2 Marine Business.....	9
	2.3 Wärtsilä Services	10
	2.4 Wärtsilän historia.....	10
3	WÄRTSILÄ FINLAND OY	13
	3.1 Delivery Centre Vaasa	13
4	LAATU.....	15
	4.1 Tuotteiden laatu	16
	4.2 Toiminnan laatu	17
5	TYÖOHJEET	19
	5.1 Pääkokoonpanolinja.....	19
	5.1.1 Wärtsilä 34-moottori	21
	5.1.2 Wärtsilä 32-moottori	22
	5.2 Ohjeiden sisältö.....	24
	5.3 Materiaalit.....	25
	5.4 Palaute.....	26
6	TEKNINEN PUHTAUS	27
	6.1 Tavoite	27
	6.2 Kustannusarvio	27
	6.3 Alihankinta.....	28
	6.3.1 Putkitutkimus	28
7	JATKOKEHITYS JA YHTEENVETO	31
	7.1 Jatkokehitys.....	31
	7.2 Yhteenveto	32

LÄHTEET..... 33

LIITTEET

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Wärtsilän tärkeimmät kysyntätekijät energiamarkkinoilla.....	9
Kuva 2. Marine Business palveluvalikoima.....	9
Kuva 3. Wärtsilän tärkeimmät kysyntätekijät laivanrakennus- ja merenkulkumarkkinoilla.	10
Kuva 4. Smart Technology Hub havainnekuva.....	12
Kuva 5. Wärtsilän henkilöstön jakautuminen Suomessa.	13
Kuva 6. Vaasan Onkilahdessa sijaitseva yksikkö (DCV).	14
Kuva 7. Laadun osatekijöiden muodostama ”laatuvaruus”	17
Kuva 8. Nollavirheajattelun periaate.	18
Kuva 9. Pääkokoonpanolinjan layout.....	20
Kuva 10. Kokoonpanovaiheiden jako kategorioihin.	21
Kuva 11. Wärtsilä 34-moottori.....	22
Kuva 12. Wärtsilä 32-moottorin teknisiä tietoja.	23
Kuva 13. Wärtsilä 32-moottori.	24
Kuva 14. Kuvakaappaus työohjeiden sisällysluettelosta.....	25
Kuva 15. Esimerkki LDPE polyteenillä suojatuista putkista.	26
Kuva 16. Vesiputken sisällä olevia epäpuhtauksia.	29
Kuva 17. Komponenttipuhtausvaihtelut valmistuksessa ja asennuksessa.....	31

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n DCV -osastolle, pääkokoonpanolinjalle. Linjakokoonpanossa valmistetaan W32 ja W34 moottoreita, L- ja V versioina, pääasiassa voimalaitos- ja laivateollisuuden käyttöön. Linjakokoonpano muodostuu kahdesta eri kokoonpanolinjasta, jotka molemmat koostuvat yhteisestä kampiakselivaiheesta, seitsemästä asennusvaiheesta, sekä yhteisestä generaattorin asennusvaiheesta. Molemmilla linjoilla on mahdollista valmistaa W32- ja W34 moottoreiden L ja V-versioita, polttoainetyypistä riippumatta.

Työn tarkoituksena oli selvittää öljy- ja polttoainepiireihin jääneiden epäpuhtauksien laatuvaikutuksia, suunnitella ennaltaehkäisyä, sekä valmistaa työohjeet piirien suojauksille kokoonpanossa.

Öljy- ja polttoainepiirien suojaamiseen on tähän saakka panostettu vaihtelevasti, sillä se ei ole ollut virallisena työaktiviteettinä. Osa kanavista peittyy jäädessään komponenttien alle asennusten edetessä, mutta pidemmäksi aikaa paljaaksi jäävät piirit ovat riskialttiina epäpuhtauksille. Opinnäytetyössä dokumentoitiin kaikki työohjeissa peitettävät öljy- ja polttoainepiirit. Opinnäytetyössä katettiin ohjeistus kaikilla tarvittavilla työvaiheilla, tarkoituksena tulla käytettäväksi päivittäisessä työrutiinissa, ehkäisten näin mahdollisia moottorivaurioita koeajossa.

1.1 Tavoitteet

Moottorien suojaukseen ei lähtökohtaisesti ollut työohjetta, tai siihen liittyvää työvaihetta. Työohje katsottiin tarpeelliseksi, moottoreihin päätyneiden epäpuhtauksien ja niistä johtuvien ongelmien vuoksi. Työohjeet pyrittiin laatimaan mahdollisimman helppolukuisiksi, helposti päivitettäväksi, sekä kokonaisuudessaan moottorin kattaviksi. Työohjeet sisältävät vaiheittaiset suojattaviksi tarkoitetut komponentit. Ohjeet on ladattu Wärtsilän sisäiseen tietokantaan, josta työntekijä voi ne tarvittaessa katsoa. Ohjeiden päivitys onnistuu avaamalla tietokannasta viimeinen versio, jonka muokkauksen jälkeen takaisin tietokantaan tallentamalla.

2 WÄRTSILÄ

Wärtsilä on kansainvälinen, pörssiin listattu yhtiö, joka toimii johtavana älykkään teknologian ja kokonaiselinkaariratkaisujen toimittajana energia- ja merenkulku-markkinoilla. Wärtsilän tavoite on maksimoida asiakaskunnan voimalaitosten, sekä alusten ympäristötehokkuus, keskittyen data-analytiikkaan, kestäviin innovaatioihin ja kokonaisyhteyksiin. Wärtsilällä on toimipisteitä yli 200, jotka toimivat yli 80 eri maassa. Wärtsilän tuotteet ovat pääasiallisesti diesel-, öljy- ja maakaasupolttoainemoottoreita, sekä monipolttoainemoottoreita. /1/

Wärtsilän päämäärä on kehittää kestävää yhteiskuntaa älykkäällä teknologialla. Perusteet Wärtsilän älykkäiden ratkaisujen tarjonnalle energia- ja merenkulku-markkinoilla luo asiakkaiden toimintaan vaikuttavat puhtaan ja joustavan energian kysyntä, sekä turvallisten ja tehokkaiden kuljetusjärjestelmien tarve. Wärtsilä varmistaa ratkaisujensa kustannustehokkuuden ja laadun joustavan tuotannon ja toimitusketjun hallinnan avulla. /2/

2.1 Energy Business

Energy Business tarjoaa asiakkailleen energiaratkaisuja. Tarjolla on avaimet käteen periaatteella olevia voimalaitoksia, energian varastointi- ja hybridiratkaisuja, sekä energianhallintaohjelmistoja. Wärtsilä Energy Businessin kolme tärkeintä asiakassegmenttiä ovat sähkölaitokset, itsenäiset voimantuottajat ja teollisuusasiakkaat. /3/

Wärtsilä Energy Business tarjoaa energiaratkaisuja erilaisiin tarkoituksiin. Näitä ovat kuormitushuippujen tasaaminen, kantaverkon vakautta varmistava tuotanto, sekä aurinko- ja tuulivoiman integrointi sähköverkkoon. Wärtsilä Energy Business tarjoaa tuotannon täyttä integrointia, edistyksellisiä ohjelmistoja, sekä lisäarvoa tuottavia elinkaari palveluja. /3/

Markkinoiden kysyntätekijät

Energiamarkkinoilla Wärtsilän tärkeimmät kysyntätekijät ovat:

- talouskasvu, sähköistyminen ja kohoava elintaso
- uusiutuvan energian nopeasti lisääntyvä käyttö
- hajautettu energiantuotanto
- joustavien kaasujärjestelmien kasvava merkitys
- uudet energian varastointiteknologiat
- data ja digitalisaatio.

Kuva 1. Wärtsilän tärkeimmät kysyntätekijät energiamarkkinoilla. /3/

2.2 Marine Business

Marine Business asiakaskunta koostuu varustamoista, telakoista, sekä alusten hallintayrityksistä. Marine Business tarjoaa asiakkailleen mm. voimanlähteitä (4-tahtimoottorit), propulsiojärjestelmiä, automaatio-, navigointi- ja viestintäjärjestelmiä, laivojen operointiratkaisuja yms. /4/



Kuva 2. Marine Business palveluvalikoima. /4/

Marine Business pyrkii hyödyntämään digitalisaatiota, ja entistä verkottuneempia ratkaisuja, sekä älykästä teknologiaa ja suorituskykyä optimoivia palveluja. Näitä hyödyntämällä Wärtsilä pystyy tehostamaan merenkulkualan toimintaa, minimoimaan ympäristövaikutukset, sekä parantamaan merenkulkualan turvallisuutta.

Markkinoiden kysyntätekijät

Laivanrakennus- ja merenkulkumarkkinoilla Wärtsilän tärkeimmät kysyntätekijät ovat:

- maailmanlaajuinen talouskehitys ja sen vaikutus maailmankauppaan
- polttoaineiden hinta ja saatavuus
- ympäristömääräykset
- teknologinen kehitys ja innovaatiot

Kuva 3. Wärtsilän tärkeimmät kysyntätekijät laivanrakennus- ja merenkulku-markkinoilla. /4/

2.3 Wärtsilä Services

Wärtsilä huoltaa asiakkaalle toimitettua järjestelmää sen koko elinkaaren ajan. Wärtsilän huolto vastaa laivojen, voimalaitosprojektien, sekä muiden projektien kunnossapidosta ja toimivuudesta. Wärtsilä tarjoaa myös merkkiriippumatonta huoltoa, lähes kaikissa maailman pääsatamissa. Koulutus ja ennakoiva toiminta ovat myös yksi Servicen tarjoamista palveluista. /5/

2.4 Wärtsilän historia

Wärtsilä perustettiin vuonna 1834 Tohmajärvelle, Wärtsilän kylään. Wärtsilä toimi alun perin sahana, mutta vuonna 1851 Nils Ludvig Arppe rakennutti sahan rinnalle rautaruukin. /6/

Vuonna 1908 laajennettiin saha- ja rautatehdas tuotannosta kohti energiatuotantoa, Saarion koskeen rakennetun voimalaitoksen aloittaessa toiminnan. Tällä voimalaitoksella tuottamalla energialla varustettiin terästehtaan ja sulattamon toiminnot. /6/

Wärtsilässä alkoi dieselmoottorien aikakausi vuonna 1938, kun Wärtsilä osti lisenssin saksalaisen Friedrich Krupp Germaniawerft AG:n moottoreihin, joista ensimmäinen valmistui Turussa vuonna 1942. Wärtsilä oli tärkeä tekijä sotakorvausteollisuudessa, joka kasvatti Suomen laivarakennusteollisuuden kansainvälisesti kilpailukykyiseksi ja merkittäväksi. Vuonna 1974 Wärtsilä rakennutti Turun Pernoon uuden telakan, johon siirrettiin koko Turun telakkatoiminta vuoteen 1983 mennessä. Vuotta 1978 voidaan pitää aikana, jolloin Wärtsilän kansainvälinen

tuotanto alkoi, Wärtsilän ostaessa 51 % NOHAB:n dieselmoottoriliiketoiminnasta Boforsista, Ruotsista. /6/

Vuonna 1990 Wärtsilä yhdistyy Lohjan kanssa, saaden nimekseen Metra Oy Ab. Metra luokiteltiin seuraavin termein ”Kansainvälinen teollisuusyhtiö, jonka avainalueet ja fokus ovat rakennustoiminta, sekä dieselmoottoriliiketoiminta. /6/ Vuonna 1997 tapahtui uusi yhdistys, tällä kertaa Wärtsilä Dieselin-, New Sulzer Dieselin, sekä Diesel Richerchen välillä. Yhtiö sai nimekseen Wärtsilä NSD Corporation. /6/

2000-luvulla tapahtui paljon muutoksia. 2007-vuotena Wärtsilä ja Hyundai Heavy Industries Co. Ltd sopivat yhteistyöstä valmistaa monipolttoainemoottoreita Koreassa, LNG-rahtilaivoihin käytettäväksi. Vuonna 2009 Wärtsilä tunnustettiin maailman sadan parhaimman kestävän kehityksen yrityksen joukkoon. /6/

Wärtsilä julkaisi vuonna 2015, uuden, W31-moottorin. Tämä moottori tunnustettiin maailman tehokkaimmaksi 4-tahtidieselmoottoriksi Guinness World Records:in toimesta. /6/

Vuonna 2018 Wärtsilä avasi kaksi Experience Centreä, toisen Vaasaan, sekä lipulaivan uuteen Wärtsilä Helsinki -kampukseen, Salmisaareen. Nämä Experience Centret esittelivät kuinka Wärtsilän älykäs teknologia ja innovatiiviset ratkaisut toimivat oikeasti, käytännön elämässä. Vuonna 2018 julkaistiin myös uutinen Wärtsilän uuden Smart Technology Hubin rakentamisesta Vaskiluotoon, Vaasaan. Hubin valmistuessa siirtyy Vaasan suunnittelun, tuotekehityksen sekä tuotannon yksiköiden toiminta sinne. /6/



Kuva 4. Smart Technology Hub, havainnekuva. /8/

3 WÄRTSILÄ FINLAND OY

Wärtsilä on listattu Helsingin Pörssissä. Wärtsilän pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Wärtsilä Finland Oy on Wärtsilän suurin tytäryhtiö. /7/

Yhtiön palveluksessa on töissä Suomessa noin 3500 ammattilaista ja lähes 50 kansallisuutta, joiden toimipisteet sijoittuvat Vaasaan, Turkuun sekä Helsinkiin. /7/



Kuva 5. Wärtsilän henkilöstön jakautuminen Suomessa. /7/

3.1 Delivery Centre Vaasa

Delivery Centre Vaasa on Vaasan keskustassa, Onkilahden alueella, sijaitseva tuotanto- ja testausyksikkö. Alueella sijaitsee seuraavat yksiköt: kaksi W32/W34 kokoonpanoa, diesel-, ja kaasukoeajo, tuotekehitys, laboratorion sekä lukuisia alikokoonpanon yksiköitä.

Vaasassa on myös tuki- ja myyntitoiminnot, jotka sijaitsevat Runsorissa. Nämä toiminnot jakautuvat Marine Business, Energy Business sekä Services alaisuuteen.



Kuva 6. Vaasan Onkilahdessa sijaitseva yksikkö (DCV).

4 LAATU

Laatu on käsitteenä moniulotteinen, suhteellinen ja siksi vaikea hahmottaa. Laadussa ei kuitenkaan ole mitään perinjuurin epäselvää, mystistä tai edes vaikeaa, kunhan vain jaksaa pitää mielessään muutamia eri näkökulmia ja ymmärtää suhteellisuutta. Yhdestä kulmasta katsomalla ei saa laadun koko kuvaa. Suhteellisuus taas tarkoittaa sitä, että laatu ilmaisee erilaisten vertailujen tuloksia: toteutumaa verrataan tavoitteeseen, rakennetta suorituskyyyn ja tarvetta tyydytykseen. Mitä lähempänä ne ovat toisiaan, sitä parempi laatu. /15, s. 19./

Laatufilosofisessa työskentelyssä on kolme päävaihetta. Ensiksi on pohdittava, mitä asioita laatu koskee ja mihin laatutarkastelua voi soveltaa. Nämä ovat seuraavanlaisia asioita:

- Laatu koskee asiakkaalle vaihdantasuhteessa toimitettuja tavaroita, palveluja tai tietoa eli toimitteita. Laatu siis ei voi koskea esineitä tai asioita, jotka eivät ole minkäänlaisen vaihdannan kohteita, koska kukaan ei halua maksaa niistä tai nähdä niiden edestä vaivaa.
- Laatu koskee vain toimitteita, joita voi mitata tai arvioida. Jos ei ole mitään tapaa erottaa hyvää huonosta, millään ei ole mitään väliä, eikä ole siis laatuakaan.
- Laatu koskee prosessia, jolla toimitte saadaan aikaan, sekä sen välitöntä systeemiympäristöä.

Toiseksi laatu ilmiönä sisältää neljä näkökulmaa, jotka määräytyvät vastaparien suhteista.

- Virheettömyys eli suunnitelman ja toteutuman välinen suhde.
- Funktionaalisuus eli rakenteen ja suorituskyyyn välinen suhde.
- Asiakaslähtöisyys eli asiakkaan tarpeiden ja toimitteen funktioiden välinen suhde.
- Systemilaatu eli asiakkaan tarpeen tyydytyksen ja sen vaikutusten välinen suhde.

Kolmas laatufilosofian pääkohta on kysymys laadun ohjaisperiaatteista, eli millä perusteella ja minkälaisen ja mistä tulevan tiedon varassa voidaan erottaa hyvä huonosta, arvioida laatua ja asettaa laadullisia tavoitteita. Tässä on pohdittava kysymyksiä:

- Kenelle tai keille laatua tehdään eli ketkä ovat asiakkaita?
- Millä tavalla arvo asiakkaalle lisääntyy?
- Miten määritellään laatuun liittyvät tulokset, tavoitteet ja missio?

Mistä, mitä kautta ja missä muodossa laatutyötä ohjaavat tiedot tulevat? /15, s. 19-20./

4.1 Tuotteiden laatu

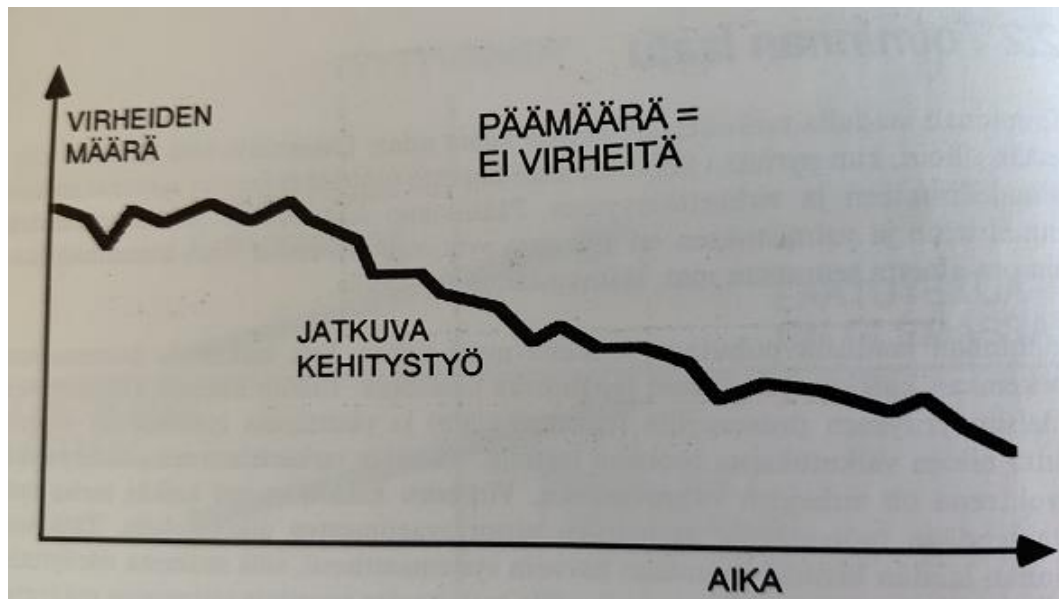
Tuotteiden laadulla tarkoitetaan kaikkia niitä piirteitä ja ominaisuuksia, joilla tuote täyttää asetetut tai oletetut tarpeet. Tuotteen lopullisen käyttäjän lisäksi tuotteen laadulle asettavat vaatimuksia mahdolliset väliportaajat (esimerkiksi tuotteita välittävät yritykset) ja muut tahot (esimerkiksi viranomaiset). Koska tuotteisiin kohdistuvat vaatimukset ovat monitahoisia ja asiakohtaisesti erilaisia, on tarkoituksenmukaista jaotella laatu sopiviin osiin. /16, s. 10./



Kuva 7. Laadun osatekijöiden muodostama ”laatuvaruus” /16/.

4.2 Toiminnan laatu

Toiminnan laadulla tarkoitetaan yleensä kahta asiaa. Ensinnäkin tätä käsitettä käytetään silloin, kun pyritään kohdistamaan huomio tuotteiden laadun aikaansaamiseen, taloudellisuuteen ja virheettömyyteen. Päähuomio kiinnitetään tällöin tuotteiden suunnittelun ja valmistuksen eri vaiheissa syntyviin virheisiin. Tätä toiminnan laadun osa-aluetta seurataan mm. laatukustannusten avulla.



Kuva 8. Nollavirheajattelun periaate. /16/

Toiminnan laatu on siis tärkeä kehittämisen kohde. Tuotteiden laatuvirheet ovat lähes poikkeuksetta seurausta jostakin toiminnan laatuvirheestä, joten pysyviä parannuksia saadaan aikaan vain toimintaa kehittämällä. Toiminnan laatu on kuitenkin syytä määritellä yksityiskohtaisesti ja pyrkiä selvittämään käsitteiden sisältö yrityksen henkilöstölle (esimerkiksi koulutuksen ja tiedottamisen avulla). /16, s. 13./

5 TYÖOHJEET

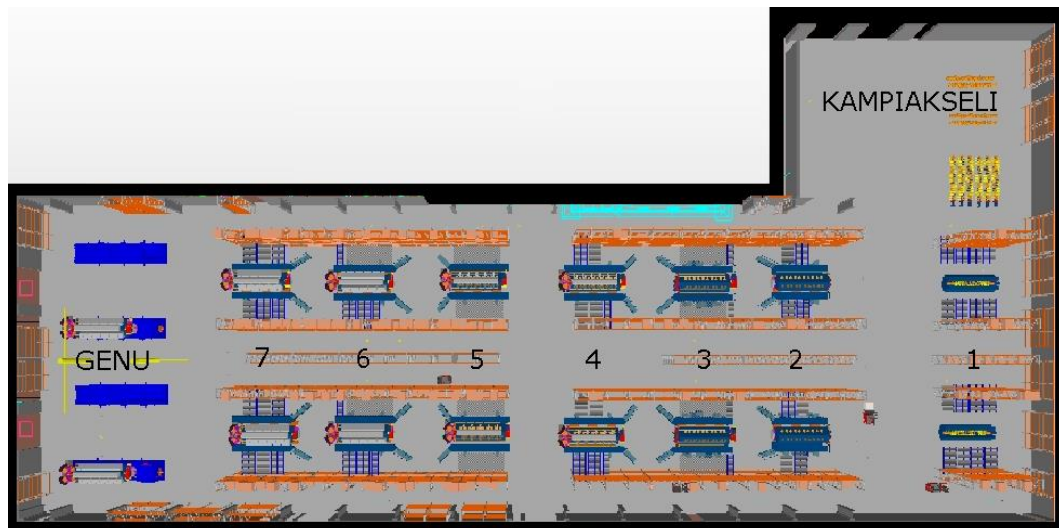
Työohjeet katsottiin tarpeelliseksi, jotta linjakokoonpanon moottorituotannossa keskeneräiset sekä koeajoon tai asiakkaalle loppukäyttöön lähtevät W32- ja W34 moottorit eivät menisi epäkuntoon öljy- tai polttoainejärjestelmiin pääsevistä epäpuhtauksista. Yksittäinen epäpuhtaudesta johtuva moottoririkko kasvaa helposti suuremmaksi ongelmaksi, etenkin sen tapahtuessa loppukäytön aikana. Komponenttien vaihto ja huolto maailmalla on erittäin kallista suhteutettuna komponenttien suojaamiseen kokoonpanovaiheessa ja sitä kautta ennaltaehkäisyssä. Työssä tarkasteltiin myös alihankkijalta tulevien osien suojausketjua.

5.1 Pääkokoonpanolinja

DCV:n pääkokoonpanolinja (W3x-kokoonpanolinja) on toinen Onkilahdessa sijaitsevista W32/W34-moottorikokoonpanoyksiköistä. Pääkokoonpanolinjalla on hieman yli 100 henkilöä töissä, joista suurin osa koostuu sähkö- ja mekaanisten töiden asentajista. Pääkokoonpanolinja tuli uutena tuotantolinjana käyttöön, pilotituotannon lisäksi, sen käynnistyttyä syksyllä 2007. Linjalla valmistetaan eri mallisia W32- ja W34 moottoreita sekä vuonna 2015 julkaistua W31-moottorityyppiä.

Pääkokoonpanolinja muodostuu kahdesta erillisestä tuotantolinjasta. Molemmilla linjoilla voidaan valmistaa L- sekä V moottorityyppiä, joskin yleisesti V-moottori tuotanto on linjalla yksi, sekä L-moottorituotanto on linjalla kaksi, polttoainetyypistä riippumatta.

Tuotantolinjat koostuvat yhteisestä kampiakselikokoonpanosta, seitsemästä itsenäisestä kokoonpanovaiheesta sekä yhteisestä generaattorinasennus vaiheesta.



Kuva 9. Pääkokoonpanolinjan layout.

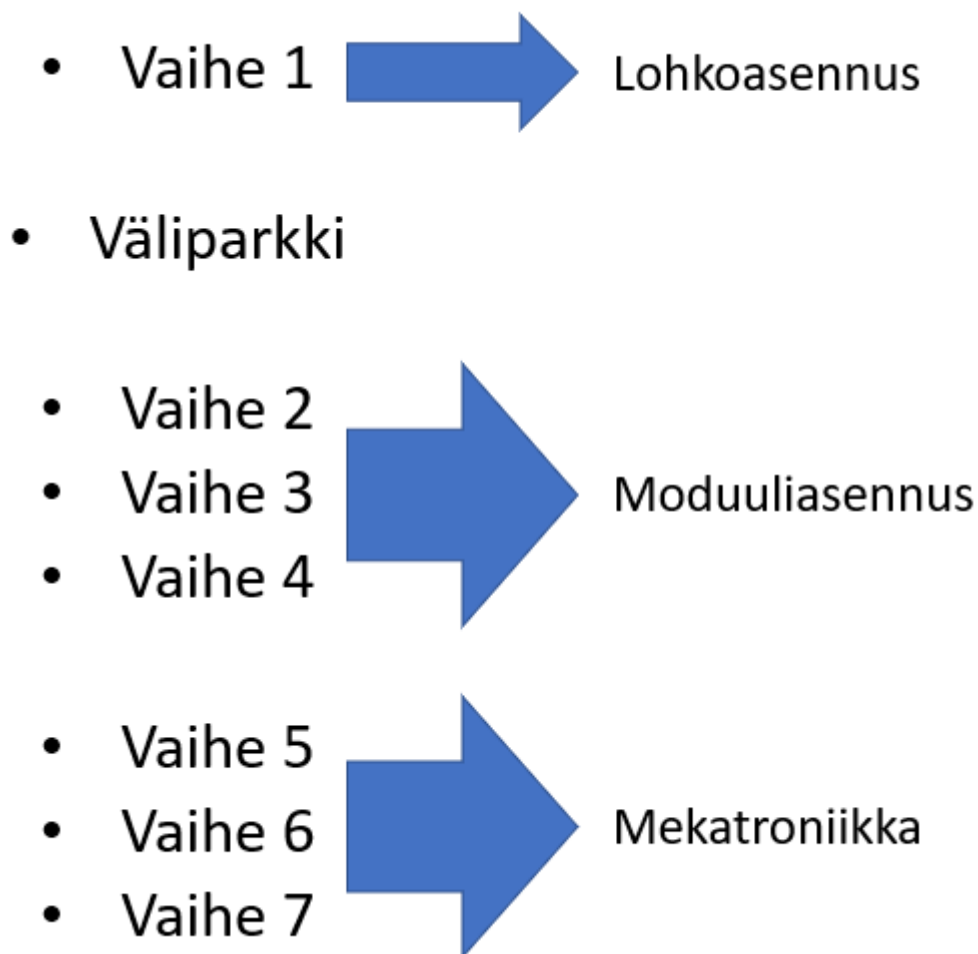
Kokoonpanovaiheet jaetaan kolmeen erilliseen kategoriaan, jotka ovat lohkoasennus, moduuliasennus sekä mekatroniikka.

Lohkovaihe kattaa vaiheen yksi, josta moottorien kokoonpano alkaa. Kokoonpano alkaa moottorilohkon siirrolla lohkovaiheelle (vaihe1), ylösalaisin käännettynä, jolloin pohja osoittaa ylöspäin. Toimenpide suoritetaan nokka-akselien asennuksen helpottamiseksi, kuin myös siltanosturilla kampiakselin laskemisen mahdollistamiseksi. Lohkovaiheen jälkeen moottorit käännetään, nostetaan sekä siirretään siltanosturia käyttäen väliparkkialueelle.

Väliparkkialue on alue, jossa moottorit ovat välivarastossa ennen siirtymistään vaiheelle 2. Väliparkissa moottorit yhdistetään öljyaltaisiin. Öljyaltaan asennuksen jälkeen moottori nostetaan siirtoalustojen päälle, joiden päällä moottorit siirtyvät koko tuotantolinjan lävitse.

Vaiheet 2, 3- ja 4 muodostavat moduuliasennuksen. Näillä vaiheilla asennetaan suurimmat moottoriin tulevat moduulit.

Vaiheet 5, 6- ja 7 ovat mekatroniikka, jossa merkittävimpana lisäyksenä aikaisempiin vaiheisiin on sähkötyöt.



Kuva 10. Kokoonpanovaiheiden jako kategorioihin.

Moottorien valmistuessa linjalta, ne nostetaan generaattoriasennusvaiheelle. Generaattoriasennusvaiheella on neljä erillistä asennuspaikkaa. Moottorit asennetaan alustalle generaattorien kanssa, jolloin siitä tulee generaattoripaketti (genset), joka on valmis koeajettavaksi.

5.1.1 Wärtsilä 34 -moottori

Wärtsilän W34-moottorit ovat edistyksellisiä monipolttoainemoottoreita, joita käytetään päämoottoreina, sekä sähköntuottolaitoksissa.

Wärtsilän W34-moottoria valmistetaan 6L – 16V-moottorikokoonpanoina, antaen 500 kW per sylinteri, mekaanisen maksimitheon ollessa 8000 kW. Moottorin sylinterinhalkaisija on 340 mm. Moottorien kierrosnopeus on 750 rpm. W34-

moottorin tekniikka pohjautuu 1990-luvun puolivälissä esiteltyyn Wärtsilän W32-dieselmoottoriin. /10/



Kuva 11. Wärtsilä 34 -moottori. /10/

5.1.2 Wärtsilä 32 -moottori

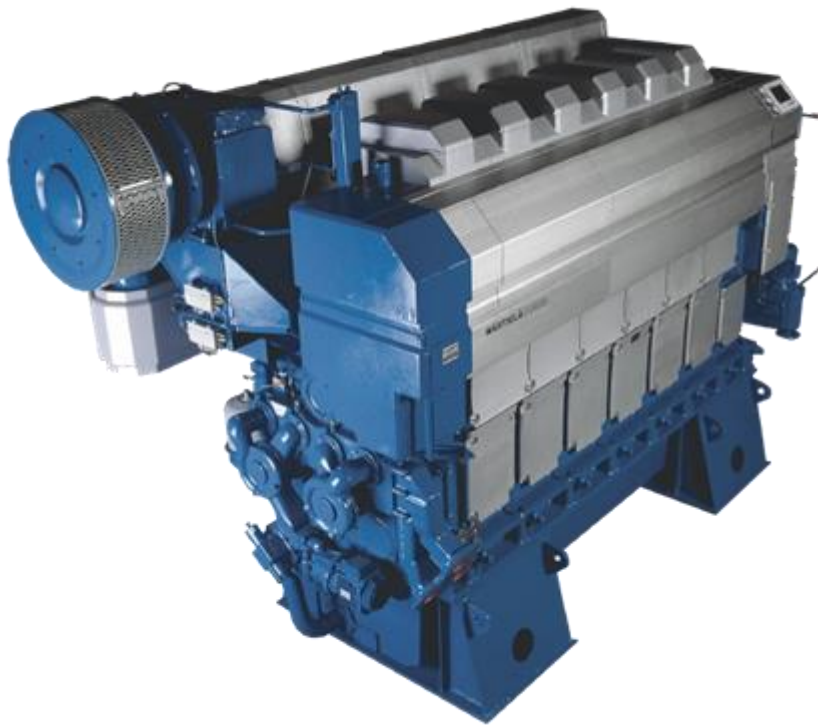
Wärtsilän W32 -moottori kehitettiin markkinatarpeeseen 1990-luvulla. Näitä sylinterinhalkaisijaltaan 320 mm olevia moottoreita on toimitettu vuoden 1998 jälkeen yli 2500 kappaletta. /11/

1980-luvulta alkaen sylinterinhalkaisijaltaan 320 mm olevia moottoreita on myyty yli 5100 kappaletta. Wärtsilän W32-moottoreita valmistetaan 6L – 16V-moottorikokoonpanoin. /12/

Wärtsilä 32		IMO Tier II or III						
Cylinder bore	320 mm	Fuel specification: Fuel oil						
Piston stroke	400 mm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°F					
Cylinder output	580 kW/cyl	ISO 8217, category ISO-F-RMK 700						
Speed	750 rpm	SFOC 178.8 g/kWh at ISO conditions						
Mean effective pressure	28.9 bar							
Piston speed	10.0 m/s							
Rated power								
Engine type	kW							
6L32	3 480							
8L32	4 640							
9L32	5 220							
12V32	6 960							
16V32	9 280							
Dimensions (mm) and weights (tonnes)								
Engine type	A*	A	B*	B	C	D	F	Weight
6L32	5 570	5 130	2 432	2 295	2 380	2 345	1 155	35
8L32	6 400	6 379	2 457	2 375	2 610	2 345	1 155	44
9L32	6 885	6 869	2 455	2 375	2 610	2 345	1 155	49
12V32	7 098	6 865	2 516	2 430	2 900	2 120	1 210	57
16V32	8 041	7 905	2 516	2 595	3 325	2 120	1 210	71

* Turbocharger at flywheel end.

Kuva 12. Wärtsilän W32 -moottorin teknisiä tietoja. /12/



Kuva 13. Wärtsilän W32 -moottori. /11/

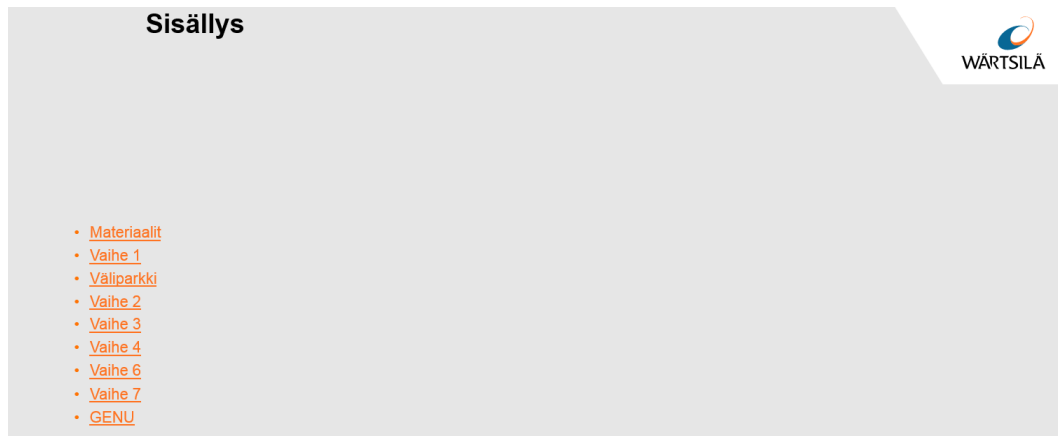
5.2 Ohjeiden sisältö

Työohjeen sisällön tuli kattaa kaikkien seitsemän asennusvaiheen ja väliparkin tärkeimmät suojauskohteet sekä dokumentoidut kuvat suojattavista komponenteista. Työohjeen sisältö hahmottui tarkemmin työn edetessä, kun työn rajauksessa todettiin avoimeksi epäpuhtauksille riskialttiiksi jäävät asennuskomponentit. Osa työohjeessa olevista komponenteista on suojattu aiemminkin, mutta moottorikonaisuutta kattavaa työohjetta ei vielä ollut. Työohjeen nyt kattaessa koko moottorikonaisuuden, tuli sen sisällön olla looginen, vaihe vaiheelta etenevä. Työohjeen ulkoasu tuli noudattaa Wärtsilän yleisesti ohjeissa käyttämää ulkoasua.

Työohjeita valmistettiin kaksi erilaista versiota, toinen L-moottorityypille sekä toinen V-moottorityypille. Työohjeet sisältävät hyperlinkitykset jokaisen vaiheen suojattaville komponenteille.

Työohjeet tai niiden sisältö ei koske Wärtsilä W31 moottorikokoonpanoa.

Työohjeiden tuli sisältää käytettyjen materiaalien osanumerot, joiden perusteella asentaja pystyy etsimään kyseistä osaa ja joita käytetään materiaalihankintaan.



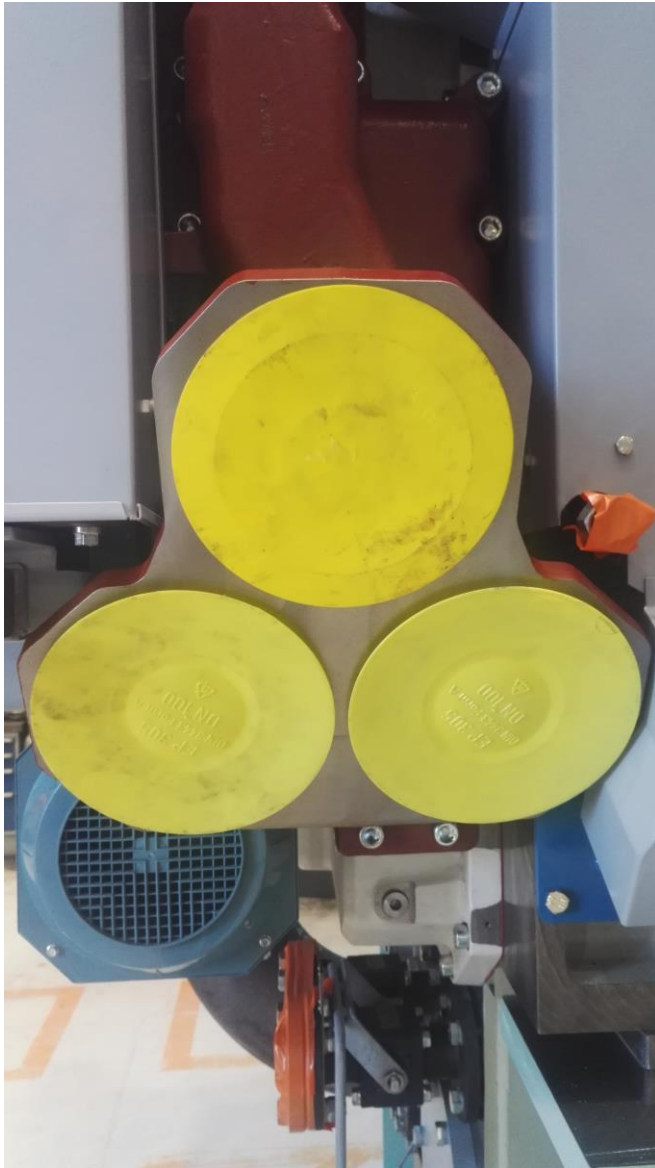
Kuva 14. Kuvakaappaus työohjeiden sisällysluettelosta.

5.3 Materiaalit

Työohjeissa käytettyjen materiaalien valintaperusteet olivat selvät, niiden tuli olla kustannustehokkaita, uudelleenkäytettäviä sekä helposti asennettavia. Näitä valintoja käytettiin rajaamaan suojausmateriaaleja niiden hankintavaiheessa.

Käytetyt materiaalit ohjeissa ovat:

- Rajausteippi (Kumiliima, selkämys PVC:tä)
- Kuitukangassuoja (Valkoinen polypropeeni)
- Suojamuovi (16 PE, polyeteeni)
- Suojamuovi (LDPE, tiheä polyeteeni)



Kuva 15. Esimerkki LDPE-polyteenillä suojatuista putkista.

5.4 Palaute

Työohjeissa käytettyjä suojamateriaaleja tilattiin koe-erä, jonka käytön jälkeen kyselin palautetta linjan asentajilta.

Suurin osa palautteesta oli positiivista. Moni asentaja suosi suojamateriaaleja niiden helppokäyttöisyyden vuoksi. Negatiivista palautetta sai osa materiaaleista niiden heikkouden vuoksi (repeää tai reikiintyy), sekä niiden rajatusta käyttökoosta.

6 TEKNINEN PUHTAUS

Wärtsilä ei hyväksy, valmista tai edelleen lähetä minkäänlaisia laatupoikkeamia. Wärtsilän tavoitteena on maksimoida asiakkaan tyytyväisyys tarjoamalla markkinoiden luotettavimpia tuotteita sekä palveluita. /9/

Wärtsilän laatuun kuuluu aikataulussa oleminen, korkealaatuinen käyttöönotto, viattomat palvelutapahtumat sekä johdonmukainen ja korkeatasoinen henkilöstö. Wärtsilä haluaa tarjota nopeat ja tehokkaat ongelmaratkaisut, luottamusta lisäävän asiakasvuoropuhelun sekä olla organisaatio, joka käsittelee asiakasongelmia ja kysymyksiä oppimismahdollisuutena. /9/

6.1 Tavoite

Linjakokoonpanossa tavoite on valmistaa mahdollisimman puhtaita ja laadukkaita moottoreita. Wärtsilässä on monipuolinen laatuorganisaatio, johon kuuluu mm. vastaanottotarkastus, joka suorittaa pistotarkastuksia saapuville komponenteille sekä tarkastajahenkilökunta kokoonpanossa, joka selvittää kokoonpanovaiheissa havaittuja laatupoikkeamia.

Mikäli kokoonpanossa havaitaan laatupoikkeamia, tehdään niille aina visuaalinen tarkastus, sekä epäpuhtauksien tai laatupoikkeamien luonteesta riippumatta poikkeamaraportointi. Poikkeamaraportoinnin avulla Wärtsilä pyrkii selvittämään, onko tuotteen laatupoikkeama tapahtunut toimittajalla, logistiikassa vai asennuksessa. Nämä selvitykset edesauttavat jatkokehitystä, johtamalla vuoropuheluun logistiikan, asentajien sekä toimittajien kanssa.

6.2 Kustannusarvio

Kustannusarvio laskettiin käyttäen työohjeissa käytettyjen materiaalien hankintahintoja. Hinnat pilkottiin vastamaan moottoreihin kuuluvien suojeiden kappalemääriä vuositasolla.

Tämä kustannusarvio kattaa työohjeiden materiaalihankinnasta johtuvat kustannukset vuositasolla. Arvioinnissa käytetään sadan kappaleen moottorierää, suojausmateriaalien keskiarvoa käyttäen.

Kustannusarvion perusteella on erittäin kustannustehokasta suojata komponentit kokoonpanossa, sillä yksittäisen öljy- tai polttoainepiirin korjaus maksaa satoja, ellei tuhansia euroja, materiaaleista, työtunneista, sekä ongelmien vakavuuksien mukaan.

6.3 Alihankinta

Alihankinnassa valmistuttajayritys tilaa alihankkijayritykseltä tuotteita, joiden markkinoinnista ja suunnittelusta vastaa valmistuttajayritys sekä tarvittaessa toimittaa tarpeelliset materiaalit ja tarvikkeet alihankintayritykselle. Alihankkijayritys valmistaa tuotteet valmistuttajayrityksille tilauksien mukaan. Alihankinnassa valmistuttaja ja alihankkija ovat aina erillisiä yrityksiä. /14/

6.3.1 Putkitutkimus

Wärtsilän teetti putkitutkimuksen, joka kattoi alihankinnasta saatuja putkia mm. vastaanotossa ja logistiikkahallissa, putkivarastossa, pilottikokoonpanossa, koeajossa, sekä W3x-linjakokoonpanossa. Tutkimuksessa käytiin visuaalisesti putkia läpi sekä Snake-työkalua käyttäen.

Vastaanotossa tutkittiin kahta saman alihankkijan toimittamaa polttoaineputkierää, joista molemmista tarkastettiin visuaalisesti n. 50 % putkista. Pääasiallisesti putkista löytyneet epäpuhtaudet olivat metallipölyä, sekä metallinpalasia. Putket todettiin huolellisesti pakatuiksi, joten epäpuhtaudet todettiin tulleeaksi putkiin ennen niiden saapumista Wärtsilään. Seuraavana tutkittiin toisen alihankkijan toimittamaa vesiputkierää. Tämän erän jokaisesta tarkastetusta putkesta löytyi metallinpalasia, sekä muita näkyviä roskia.



Kuva 16. Vesiputken sisällä olevia epäpuhtauksia.

Logistiikkahallissa tarkastetut putket olivat hyvin suojattuja, mutta kyseiset suojat olivat tarkoitettu sateelle, eikä näin ollen estä hiekkaa tai pölyä pääsemästä putkiin. Logistiikkahallin suurimpina heikkouksina voi pitää sitä, että tuotteiden varastointiaika voi venyä kuukausien mittaiseksi, sekä uloskäynnin sijaintia, joka auki ollessaan päästää epäpuhtauksia logistiikkahalliin.

Putkivarastossa suurin osa putkista todettiin suojaamattomaksi. Pölyn määrä oli kuitenkin huomattavasti pienempi kuin vastaanotossa ja logistiikkahallissa. Satunnaisista putkista löytyi roskia sekä metallipölyä. Putkivaraston siisteyden perusteella putkiin aiheutuvasta liasta ainoastaan pöly saattaa olla peräisin putkivarastosta. Putkivarastosta lähtevät kuljetukset suojataan muovilla, pl. sisäkautta tapahtuvat kuljetukset.

W3x-linjatuotannossa, pilotissa sekä muissa kokoonpanoissa oli myös havaittavissa satunnaisia epäpuhtauksia, johtuen mm. varastointiajoista, trukkiliikenteestä, puutteellisesta suojauksesta tai likaisista lavoista.

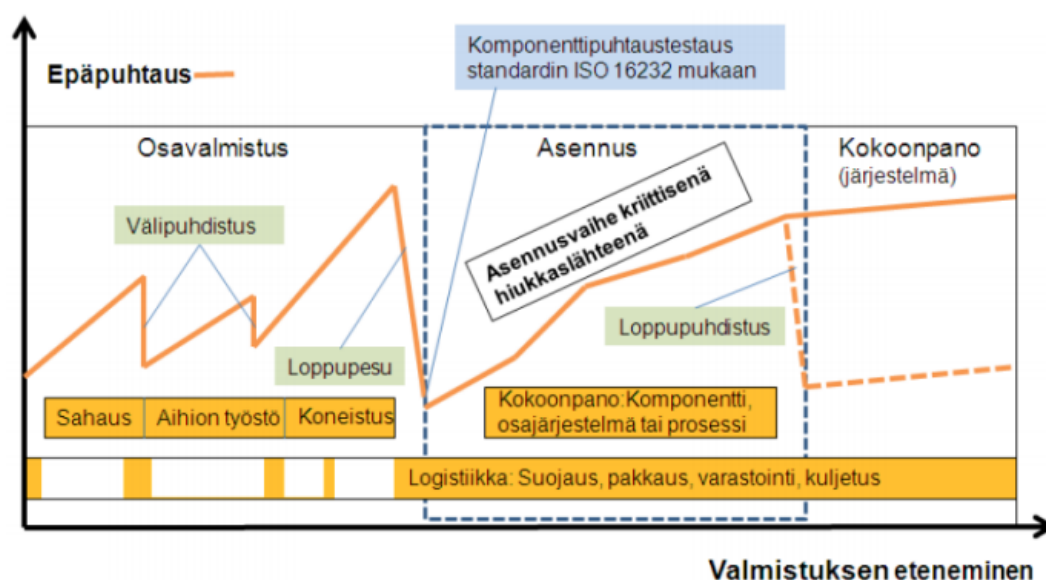
Tutkimuksen yhteenvedona todettiin seuraavat asiat:

- Tavarankuivattua ei juurikaan seurata ja suurin osa putkista saapuu valmiiksi likaisina.
- Varastointi altistaa putkia epäpuhtauksille.
- Ensimmäiset tarkastukset tapahtuvat kokoonpanossa, jos sielläkään.
- Pahimmassa tapauksessa putket asennetaan tarkastamatta ja puhdistamatta.
- Erityisesti keväisin esiintyvä ongelma on ovien availu ja tavaroiden väliaikainen varastointi ulkona sekä trukkiliikenteen sisätiloihin levittämä hiekka.
- Moottorissa olevia putkia ja suuaukkoja ei suljeta, kuin vasta ennen kuljetusta, jättäen epäpuhtaudet sisälle.
- Keräilylavat ja varastointilavat ovat likaisia. Lika kulkeutuu lavojen mukana eri osastoille.

7 JATKOKEHITYS JA YHTEENVETO

7.1 Jatkokehitys

Putkitutkimuksen sekä linjalla suoritettujen suojausaktiiviteettien perusteella alihankintaan suuntautuvan jatkokehityksen tulisi keskittyä ensisijaisesti alihankkijan suorittamaan puhdistukseen, sekä suojaukseen. Alihankinnan toimittamat puhtaat ja hyvin suojatut putket tulisi toimittaa katkeamattomana suojausketjuna, jolloin suojat poistettaisiin vasta komponenttien asennuksen yhteydessä. Tällä hetkellä suojaus ja puhdistus tapahtuu parhaimmillaan esimerkiksi kuvan 16. mukaisena toimenpiteenä.



Kuva 17. Komponenttipuhtaustvaihtelut valmistuksessa ja asennuksessa.

Linjalla tapahtuvien komponenttien suojauksiin tulisi tarkastella uusia materiaaleja. Uusien materiaalien tulisi olla mahdollisimman hyvin kierrätettävissä olevia, jolloin niiden käyttö minimoisi kustannuksia, sekä suojauksesta syntyviä jätteitä.

Suojauksissa käytetyille materiaaleille löytyy tälläkin hetkellä vaihtoehtoja, joskaan ne eivät kata kuin osan suojattavista komponenteista. Näitä ovat mm. magneettiliuskat öljyaltaille, sekä pakoputkiston vesi ja kaasuyhteiden suojaaminen alihankkijan toimesta.

7.2 Yhteenveto

Opinnäytetyön tuloksena saatiin W3x-linjakokoonpanon kattava selvitys kriittisimmistä suojattavista komponenteista. Komponenteille mietittiin erilaisia suojausmateriaaleja ja tapoja, jotka toimeksiantaja voi ottaa käyttöön.

Komponenttien suojausta ei aikaisemmin ole juuri huomioitu kokoonpanon aikana. Optimaalisesti alihankkijan kanssa tehdyllä yhteistyöllä saataisiin saumaton suojausketju, jolloin epäpuhtauksista johtuvat ongelmat vähenisivät lähelle nollaa. Laatutarkastuksia alihankkijoiden osille tulisi lisätä sekä panostaa asennustyössä epäpuhtauksien tarkasteluun.

Suojamateriaalien asennuksista saadun palautteen perusteella voidaan todeta, että suojausmateriaaleja on hyvä kehittää sekä moottorityyppien mukaan tutkia erilaisten komponenttien kriittisyyttä suojausta ajatellen.

LÄHTEET

/1/ Wärtsilä. Wärtsilä Solutions for Marine and Oil & Gas Markets. Viitattu 25.6.2019. https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/marine-documents/segment/brochure-marine-solutions-2018.pdf?sfvrsn=658adc45_50

/2/ Wärtsilä. Wärtsilä Oyj Abp Vuosikertomus 2017. Viitattu 25.6.2019. https://wartsila-reports.studio.crasman.fi/file/dl/i/q2Cf8w/nb7-GiTVraZffcL0_wcTqg/Wartsila_AR_2017_Vuosikertomus.pdf

/3/ Wärtsilä. Wärtsilä Energy -Liiketoiminta. Viitattu 25.6.2019. <http://www.wartsilareports.com/fi-FI/2018/ar/tama-on-wartsila/wartsila-energy-liiketoiminta/>

/4/ Wärtsilä. Wärtsilä Marine -Liiketoiminta. Viitattu 25.6.2019. <http://www.wartsilareports.com/fi-FI/2018/ar/tama-on-wartsila/wartsila-marine-liiketoiminta/>

/5/ Wärtsilä. Services and Workshops. Viitattu 25.6.2019. <https://www.wartsila.com/services/services/services-and-workshops>

/6/ Wärtsilä. The History of Wärtsilä. Viitattu 25.6.2019. <https://www.wartsila.com/about/history>

/7/ Wärtsilä. Wärtsilä Suomessa. Viitattu 25.6.2019. <https://www.wartsila.com/fin>

/8/ Wärtsilä. Smart Technology Hub. Viitattu 25.6.2019. <https://www.wartsila.com/media/news/20-06-2019-construction-of-wartsila-s-smart-technology-hub-starts-2473531>

/9/ Wärtsilä. Wärtsilä Quality. Viitattu 7.7.2019. https://wartsila.sharepoint.com/sites/compass/Our_Wartsila/Quality

/10/ Wärtsilä. Wärtsilä 34DF. Viitattu 14.7.2019. <https://www.wartsila.com/marine/build/engines-and-generating-sets/dual-fuel-engines/wartsila-34df>

/11/ Wärtsilä. Wärtsilä 32. Viitattu 14.7.2019. <https://www.wartsila.com/marine/build/engines-and-generating-sets/diesel-engines/wartsila-32>

/12/ Wärtsilä. Wärtsilä 32 tuote-esittely. Viitattu 14.7.2019. <https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/product-files/engines/ms-engine/brochure-o-e-w32.pdf>

/13/ Wärtsilä. Wärtsilä 31. Viitattu 15.7.2019. <https://www.wartsila.com/marine/build/engines-and-generating-sets/diesel-engines/wartsila-31>

/14/ Tilastokeskus. Alihankinnan käsitteet. Viitattu 20.8.2019.
<http://www.stat.fi/meta/kas/alihankinta.html#tab2>

/15/ Lillfrank, P. 1998. Laatuajattelu – Laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Helsinki. Otava.

/16/ Salminen, P. 1990. Tuotteiden ja toiminnan laadun kehittäminen. Mänttä. Mäntän kirjapaino Oy.

LIITE 1. L-moottorin työhjeet (Yrityssalaisuuteen vedoten, tämä osio on poistettu julkisesta raportista.)

LIITE 2. V-moottorin työohjeet (Yrityssalaisuuteen vedoten, tämä osio on poistettu julkisesta raportista.)

LIITE 3. Kustannusarvio (Yrityssalaisuuteen vedoten, tämä osio on poistettu julkisesta raportista.)