

Ville Stenros

TAHKOLUODON MERITUULIVOIMALOIDEN ENSIMMÄINEN
VUOSIHUOLTO

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
2019

TAHKOLUODON MERITUULIVOIMALOIDEN ENSIMMÄINEN VUOSIHUOLTO

Stenros, Ville
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2019
Sivumäärä: 48
Liitteitä: 1

Asiasanat: tuulivoima, vuosihuolto, uusiutuva energia, kunnossapito.

Tämän opinnäytetyön aiheena on Porin Tahkoluodon merituulivoimaloiden vuosihuollon dokumentointi päiväkirjamuotoisesti, ja vuosihuoltojen aikana havaittu tarve päivittää käytössä olevaa ohjeistusta merituulivoimaloilla työskentelystä.

Porin Tahkoluodon tuulivoimapuisto sijaitsee Porin kaupungin ulkopuolisella merialueella. Tuulipuisto on rakennettu vuonna 2017 ja koostuu kymmenestä 4,2 MW merituulivoimalasta. Tuulipuisto sijaitsee avomerialueella Tahkoluodon länsipuolella Kaijakerin saaresta pohjoiseen.

Tahkoluodon merituulivoimaloiden ensimmäinen vuosihuolto suoritettiin kevätkesän 2018 aikana. Vuosihuoltoon oli varattu aikaa kymmenen viikkoa, ja varattua aikataulutavoite saavutettiin. Ensimmäisten voimaloiden huoltoihin kului noin 130 tuntia ja viimeisiin noin 80 tuntia.

Vuosihuoltojen alussa aikaa kului eritoten valmistajan ohjeisiin tutustumiseen, voimalatyypin ollessa uusi kaikille huoltoon osallistuneille. Huolto-ohjeissa olleiden virheellisyyksien vuoksi alkupään huolloissa meni oletettua enemmän aikaa, ne saatiin ratkaistua melko nopeasti. Huoltojen loppupuolella työjärjestystä voimaloilla saatiin optimoitua ja silläkin osaltaan parannettua työn edistymistä. Ensimmäinen tuulivoimaloiden vuosihuolto sujui kaiken kaikkiaan odotettua paremmin, ja siitä saatuja kokemuksia voidaan hyödyntää tulevissa huolloissa.

Vuosihuoltojen aikana sääolosuhteet olivat lähes ihanteelliset ja sään vuoksi jouduttiin pitämään vain kolme tuulipäivää, jolloin ei päästy työskentelemään merituulivoimaloilla. Tuulipäivät kuitenkin hyödynnettiin kalustohuollolla ja dokumentoinnin tekemisellä, joten ne eivät juurikaan haitanneen projektin etenemistä.

Uuden toimintaohjeen laatiminen aloitettiin vuosihuoltoprojektin jälkeen ja ohjeen käyttö tulee ajankohtaiseksi kesän 2019 jälkeen, kun valmistajan takuu ja vastuut loppuvat Tahkoluodon merituulivoimaloista. Uuden toimintaohjeen tavoitteena on selkeyttää ja yksinkertaistaa nykyistä ohjeistusta, joka on jakaantunut useampaan dokumenttiin ja kattaa myös pystytystyömaan tarpeet.

THE FIRST ANNUAL MAINTENANCE OF THE TAHKOLUOTO OFFSHORE WIND TURBINES.

Stenros, Ville

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical- and automation engineering

April 2019

Number of pages:48

Appendices:1

Keywords: Wind Power, yearly maintenance, renewable energy, preventive maintenance

The purpose of this thesis was to document the first annual maintenance of the offshore wind turbines at the Pori Tahkoluoto site. The performed maintenance tasks were documented in diary form. During the maintenance project, a need for the updated working instructions in for working in offshore wind turbines was recognized and made after the maintenance project.

Pori Tahkoluoto offshore wind turbine site is located in the sea area outside Pori Tahkoluoto harbour, a bit north from island of Kaijakari. Wind turbine site has been built at the 2017 consisting of ten 4.2 MW offshore wind turbines. The site is planned to operate in conditions of the moving ice at the sea, and is the first such in the world.

The first annual maintenance performed during the second quarter of the year 2018. Timeframe reserved for the maintenance expected to be 10 weeks, and timetable was succeeded. The first turbines maintenance took close to 130 hours when the last ones were done in around 80 hours.

In the beginning the time was spend while inspecting the turbine service manuals and maintenance list. This turbine type was new for all participants and there was some errors in service manual and maintenance protocols, that needed to be solved before the maintenance could go forward. Also the working order in the turbine was optimised, which led savings in the consumed time of the maintenance. Overall, the first annual maintenance was performed in good time and everything went as planned, the experience can be used in upcoming maintenances.

The weather condition during the maintenance we close to optimal and only three working days were affected by ill weather. Those days could still be used well in the warehouse and at the office for documenting the project.

Composing of the new instruction for working at the offshore turbines started right after the maintenance was finished. The new instruction will be taken into account after the maintenance responsibility of the vendor of the turbines has ended in the late summer 2019. The goal of the new instruction is to be simpler and clearer than the previous instructions, that are separated in multiple documents and covers the erection site demands.

SISÄLLYS

1	SYMBOLI- JA TERMILUETTELO	5
2	JOHDANTO.....	6
2.1	Taustaa	6
2.2	Opinnäytetyön aihe	6
2.3	Suomen Hyötytuuli Oy (SHT).....	7
2.4	Pori Energia Oy.....	7
2.5	Tahkoluodon Merituulipuisto	8
3	TUULIVOIMALOIDEN HUOLTOJEN SUORITTAMINEN.	10
3.1	Tuulivoimaloiden huolto.....	10
3.2	Tuulivoimalan huoltokohteet	12
3.3	Huolto-alukset.....	16
3.4	Koulutusvaatimukset.....	18
3.5	Tiimin kokoonpano	19
3.6	Turvallisuusympäristö.....	19
4	NYKYTILANTEEN KUVAUS.....	22
4.1	Lähtötilanne	22
4.2	Nykyisen työn analyysi.....	22
4.3	Sidosryhmät työpaikalla.....	25
4.4	Vuorovaikutustaidot työpaikalla.....	27
5	PÄIVÄKIRJARAPORTOINTI JA HUOLTOJEN ETENEMINEN	29
5.1	Huoltojen kulku	29
5.1.1	VKO15/2018	29
5.1.2	VKO 16/2018	32
5.1.3	VKO17/2018	33
5.1.4	VKO 18/2018	36
5.1.5	VKO 19/2018	37
5.1.6	VKO21/2018	40
5.1.7	VKO22/2018	41
5.2	Huoltojen toteutuminen	43
6	POHDINTA.....	44
6.1	Yleistä huoltojen onnistumisesta.	44
6.2	Toimintaohje Merituulivoimaloilla työskentelyyn.	46
	LÄHTEET.....	48
	LIITTEET	

1 SYMBOLI- JA TERMILUETTELO

SHT	:	Suomen Hyötytuuli Oy
PorE	:	Pori Energia Oy
SGRE	:	Renewable Energy Oy
GWO	:	Global Wind Organisation
AIS	:	Automatic Identification Service, Alusten automaattisen tunnistamiseen käytetty järjestelmä
MC	:	Marine Coordinator, Merioperaatioiden koordinaattori
FSS	:	Finnish Sea Service Oy

2 JOHDANTO

2.1 Taustaa

Suomen Hyötytuuli OY (myöhemmin SHT) on sähköenergian tuotantoon erikoistunut yhtiö. Yhtiön omistaa kahdeksaan suurta suomalaista kunnallista energiayhtiötä, joille SHT myy koko tuotantonsa Mankala periaatteen mukaisesti. SHT:llä on tällä hetkellä tuotannossa kuusi tuulivoimapuistoa, joista työssä käsitelty Tahkoluoto on ainoa merellä oleva. Tahkoluodon puisto on rakennettu 2017, ja se on ensimmäinen liikkuvan jään alueelle rakennettu tuulivoimapuisto maailmassa. Merituulivoiman tuotanto on aloitettu Tahkoluodossa jo vuonna 2010, jolloin rakennettiin Pilot (TA10) voimala keräämään kokemusta merituulivoiman käytöstä Suomen oloissa. Tahkoluodon merituu- lipuisto muodostuu kymmenestä SiemensGamesa Renewable Energy Oy:n (myöhem- min SGRE) toimittamasta 4,2MW tuulivoimalasta (TA20-TA29) sekä yhdestä 2,3MW Siemens Oy:n toimittamasta voimalasta (TA10). Tahkoluodon merituu- lipuistolle ol- laan suunnittelemassa jatkossa laajennusta. Laajennuksen sen aikataulu on vielä avoin, ja riippuu osin nykyisen puiston tuomista kokemuksista merituulivoiman tuotanto- mahdollisuuksista Suomessa. Laajennuksen suunniteltu laajuus on arviolta 50 tuuli- voimalaa, voimalakoon kasvaessa nyt arvioituna 8MW luokkaan.

2.2 Opinnäytetyön aihe

Opinnäytetyön aiheena on Tahkoluodon merituulivoimaloiden ensimmäisen vuoden vuosihuollon toteutus, sekä sen aikana havaittu tarve päivittää merituulivoimaloilla työskentelyyn käytetty ohjeistus. Uuden ohjeistuksen käyttöönotto tulee ajankoh- taiseksi kesän 2019 jälkeen, jolloin voimalatoimittajan vastuut ylläpidosta loppuvat. Samalla toimittajan toimintaohjeet myös vanhentuvat. SHT tarvitsee omat toimintaoh- jeet voimaloiden huoltotoimintaan, ja tämä ohje tulee olemaan osa niitä.

Vuosihuollot aloitettiin huhtikuun 2018 alussa, ja aikataulutavoitteena oli saada työt valmiiksi juhannukseen mennessä. Vuosihuollon etenemistä seurattiin päiväkirjamuo-

dossa tehden havaintoja, ja huoltojen jälkeen todettiin merituulivoimaloilla työskentelyn toimintaohjeen päivityksen tarpeellisuus, ja sen laatiminen aloitettiin huoltojen valmistuttua.

Toimintaohje pohjautuu aikaisempiin tuulivoimaloiden toimittajan ja rakennusprojektin aikaisiin ohjeistuksiin, jotka ovat laadittu tuulivoimaloiden pystytysprojektin näkökulmasta. Koska projektiorganisaatio koostui useammasta toimittajasta, oli ohjeistus erittäin raskas ja monimutkainen. Nyt toiminnan siirtyessä SHT:n omalle organisaatiolla vastuut ja toimintamallit ovat selkeämpiä ja suoraviivaisempia. Toimintaohje on päivitetty soveltumaan käyttöön syksyn 2019 jälkeen, jolloin SGRE:n huoltovastuu tuulivoimaloista loppuu ja SHT ottaa voimaloiden kunnossapitovastuun itselleen. Toimintaohjeessa määritellään edellytykset turvalliselle työskentelylle voimaloilla. Toimintaohje ottaa kantaa myös kuljetukseen, varusteisiin ja koulutuksiin työskennellessä merituulivoimaloilla.

2.3 Suomen Hyötytuuli Oy (SHT)

SHT omistaa ja operoi kuutta tuulivoimapuistoa Suomessa. Puistot sijaitsevat Porissa (Reposaari ja Tahkoluoto), Raahessa (Kuljunniemi, Nikkarinkaarto, Annankangas) ja Kalajoella (Jokela). Olemassa olevien puistojen lisäksi SHT kehittää aktiivisesti useita tuulivoimapuistoja ympäri Suomea. Ajantasaisen tilanteen voi tarkastaa SHT:n verkkosivuilta (SHT:n [www-sivut 2019](#)).

SHT:n strategia on ottaa omistamiensa tuulivoimapuistojen huoltovastuu nopeasti oman organisaation vastuulle. Tämä poikkeaa alalla yleisestä käytännöstä, jossa tuulivoimalatoimittajilta hankitaan myös voimaloiden huolto- ja kunnossapito pitkillä 5 - 15 vuoden sopimuksilla.

2.4 Pori Energia Oy

Pori Energia Oy (myöhemmin PorE) tuottaa kunnossapitopalveluita SHT:lle. PorE:lla on tuulivoimapalveluiden toimipiste Porin lisäksi Raahessa, josta käsin huolehditaan Raahen alueen ympäristössä olevia tuulivoimaloita. Porin yksikössä toimi huoltojen

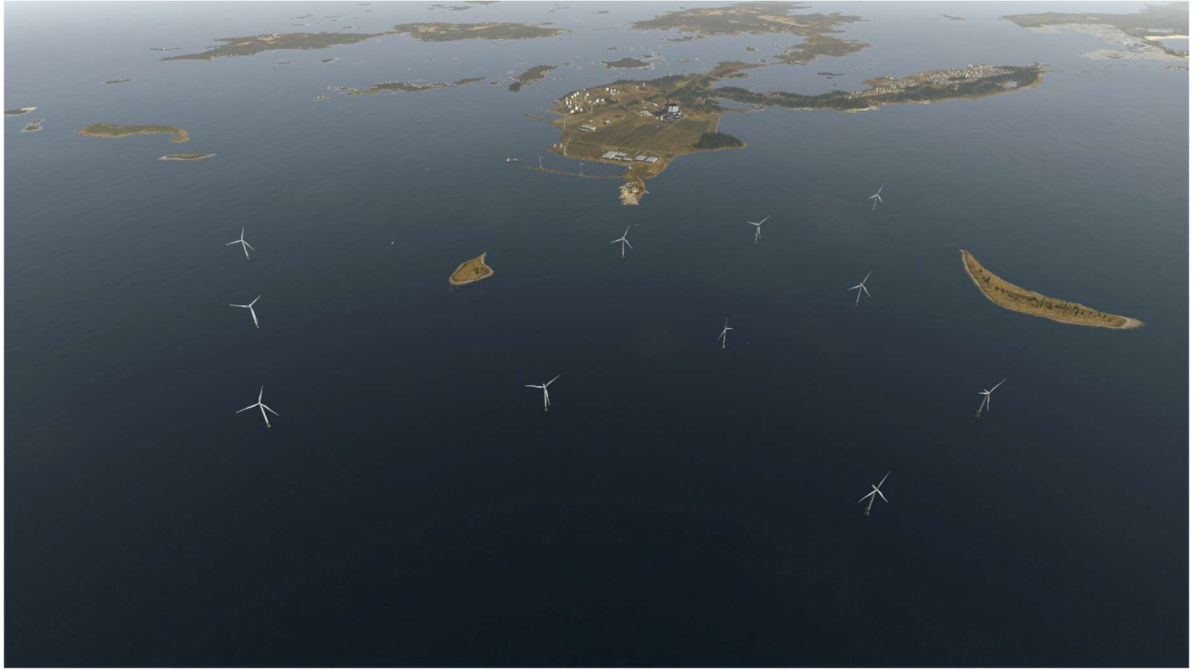
aikana kaksi Offshore tuulivoima-asentajaa ja yksi Offshore kunnossapitoinsinööri nimettyinä merituulivoimaloiden kunnossapitoon.

2.5 Tahkoluodon Merituulipuisto

SHT rakennutti kesällä 2017 10 kpl uusia merituulivoimaloita Porin Tahkoluodon edustalle. Kyseiset voimalat ovat SGRE:n toimittamia, 4,2 MW tuuliturbiineita. Turbiineissa on 130 m halkaisijalla oleva roottori, niiden napakorkeus merenpinnasta on 90 m ja ne ovat vaihdelaatikollista mallia. Turbiineissa on täysimääräiseksi mitoitettu taajuusmuuttaja, jolla koko tuotettu energiamäärä voidaan sovittaa sähköverkon vaatimukseen. Tuulivoimalat sijaitsevat 1 - 3,5 km etäisyydellä Porin Tahkoluodon rannasta, alueella jo aiemmin olleen 2010 rakennetun Pilot voimalan ympärillä. Voimaloiden etäisyys Tahkoluodosta on 0,5 - 3,5 km. Mäntyluodon Satamasta matkaa voimaloille on 3,5 - 5 merimailia. Tahkoluodon merituulipuistoon voi tarkemmin tutustua SHT:n verkkosivuilla (SHT:n www-sivut 2019 Tahkoluodon merituulipuistosta).

Tahkoluodon tuulipuiston erikoispiirteenä on, että se on maailman ensimmäinen liikkuvan jään alueelle suunniteltu ja rakennettu tuulipuisto. Kuvassa 1 on havainnekuva voimalaitosten sijoittelusta. Etenkin voimaloiden perustuksien toteutuksessa on jouduttu ottamaan huomioon liikkuvan jään aiheuttamat kuormitukset rakenteisiin. Voimaloiden jalustat on valmistettu Porissa Tecnip Offshore Finland Oy:n telakalla. Jalustat on laskettu pohjaan tasatun sorapedin päälle, ne on täytetty paikalle tuonnin jälkeen kivilouheella ja pysyvät paikoillaan omalla massallaan.

Huoltojen kannalta jäätyvä meri aiheuttaa ongelmia voimaloihin kulkemisessa, etenkin Mäntyluodon edustalle aallonmurtajien sisäpuolelle pakkautuu jäätä, joka haittaa pienillä aluksilla kulkemista. Talvella voimaloiden tikkaisiin ja kulkutasoon saattaa kertyä jäätä, kuten kuvassa 2 nähdään. Tikkaat on varustettu kaukokäytettävillä lämmittimillä, joilla jää saadaan irtoamaan rakenteista. Viimeistään voimalaan kiinni ajettaessa jään pitäisi pudota pois, tästä on vielä ensimmäisen talven perusteella vain vähän kokemusta, mutta järjestelmä kuitenkin toimii.



Kuva 1. Havainnekuva voimaloiden sijoittelusta Tahkoluodon edustalla (Kuva SHT).



Kuva 2. Tuulivoimalan jalusta, ja siihen kertynyttä jäätä (Kuva Stenros).

3 TUULIVOIMALOIDEN HUOLTOJEN SUORITTAMINEN.

3.1 Tuulivoimaloiden huolto.

Turbiineiden huollosta vastaa niiden takuuajana turbiineiden toimittaja SGRE, jolla on omaa henkilöstöä vastaamassa voimaloiden toiminnasta, varsinaiseen tekemiseen SGRE käyttää PorE:n henkilöstöä, jota on koulutettu samalla laitekohtaisesti voimaloiden kunnossapitoon ja huoltoon. Maatuulivoimaloilla vuosihuolloissa työryhmän koko on usein kaksi henkilöä. Merituulivoimaloilla huoltoja tehdessä kannattaa kuitenkin käyttää useampaa henkilöä, jolloin saadaan voimalalla työskentelyaikaa lyhennettyä ja näin laskettua kustannuksia aluksista ja voimaloiden stoppiajoista.

Turbiineiden huolto oli ajoitettu keväälle 2018 siten, että tavoitteena oli saada kaikki huollot valmiiksi juhannukseen mennessä, tässä myös hyvin onnistuttiin, vaikka huoltojen laajuutta hieman kasvatettiin kesken huollon. Varsinaisen voimalan huollon lisäksi tehtiin muuntajien ja katkaisijoiden, sekä hissien ja nostureiden tarkastukset ja huollot. Merituulivoimaloiden kaikki huolto- ja kunnossapitotyöt pyritään aikataulutamaan huhtikuun ja syyskuun väliselle ajalle, jolloin sääolosuhteet ovat yleensä otollisimmat työskentelyyn meriolosuhteissa. Talvikuukaudet ovat keskimäärin kovatuulisempia ja lisäksi jääolosuhteet haittaavat voimaloille kulkua. Talvella riski työn keskeyttämiseen kasvaa merkittävästi, ja pahimmillaan aiheuttaa voimalan jäämiseen pois tuotannosta pidemmäksi aikaa.

Periaatteessa tuulipuiston turbiineiden huolto on selkeää ja toistaan toistavaa toimintaa. Nyt kuitenkin tehtiin huoltoa ensimmäistä kertaa näissä olosuhteissa, siksi toimintamallit muuttuivat lähes joka voimalalla. Työn edistymistä pyrittiin optimoimaan vaihtelemalla työtehtävien järjestystä. Työtehtävät sinällään pyrittiin kierrättämään koko tiimin kesken siten, että saatiin aikaiseksi luonteva työnkierto. Huoltojen edistyessä opittiin, miten eri tarvikkeet kannattaa pakata nostokasseihin, missä järjestyksessä tarvikkeet nostettiin ylös ja miten ne kannatti järjestellä voimalan konehuoneessa.

Myös huoltojen kuluessa esille tulleen ristiriitaisuudet työohjeissa ja tarkastuslistoissa hidastivat huoltojen etenemistä, kun niitä selviteltiin ja koitettiin soveltaa. Lähtökohdaisesti SGRE:n huolto-ohjeet ovat hyviä, mutta esim. ohjelmistopäivityksistä johtuen oli voimalan toimintalogiikkaan tullut muutoksia. Kaikkia testejä ei pystytty tekemään ollenkaan tai ohjeistuksen mukaisesti, vaan testejä piti tehdä soveltaen voimalassa.

Tuulivoimaloiden huolto-ohjelmaan kuuluu yksi varsinainen vuosihuolto. Siinä käydään läpi koko voimala ja sen huoltokohteet, jotka ovat kappaleessa 3.2 listattuna tarkemmin. Huolto- ja tarkastuskohteista täytetään huoltolista, jolla seurataan huollon edistyminen, ja jälkikäteen nähdään, kuka on tehnyt minkäkin kohteen. Huoltolistaan on listattuna myös käytetyt työkalut ja mittarit, jolloin voidaan jälkikäteen tarkastaa tarvittaessa millä välineellä on mikäkin kohde tehty. Tarve tällaiseen voi olla esim. hydraulikkavääntimen poikkeaminen annetusta arvosta uudelleen kalibroinnissa, jolloin voidaan tarvittaessa tarkastaa kyseisellä työkalulla kiristetyt liitokset.

Koska tuulivoimaloiden konehuoneet sijaitsevat korkealla, kaikki niissä tarvittavat työvälineet ja tarvikkeet pitää nostaa sinne huoltonostimella. Tämä tarkoittaa, että kaikki pitää olla pakattuna nostokasseihin. Nostoissa pitää huolehtia, ettei suurimpia sallittuja nostovälinekohtaisia ja nosturikohtaisia painoja ylitetä. Samoin pitää huolehtia alusten kansikuormien jakautumisesta ja ylipäätään siitä, että tarvikkeet sijoitetaan voimalassa optimaalisesti huoltojen aikana. Voimaloissa tarvikkeiden siirtäminen on aina haastavaa, ja jos tarvikkeita sijoitetaan ajattelemattomasti, voi tulla tilanteita joissa niitä ei saada siirrettyä ilman nosturia, joka voi olla jossain muussa käytössä, ja näin aiheutetaan tahatonta viivästystä töiden etenemiseen.

Merituulivoimaloilla nostaminen tapahtuu ensin huoltotason nosturilla aluksen kannelta huoltotasolle. Huoltotasolta voidaan nostaa konehuoneessa olevalla nosturilla tarvikkeet ylös konehuoneen katolle tai konehuoneeseen. Suoraan aluksen kannelta nostaminen on konehuoneen nosturilla kielletty, sillä se ei kestä dynaamiselta alustalta tapahtuvaa nostoa, ja sen mahdollisesti aiheuttamia piikkikuormia. Nostureiden nostokapasiteetti näillä voimaloilla on 650 kg. Yleensä nostolaukkujen suuri määrä on kuitenkin rajoittavampi tekijä kuin nosturin maksimikapasiteetti.

3.2 Tuulivoimalan huoltokohteet

SGRE:n voimaloiden huolto- ja kunnossapito-ohjeet ovat Tahkoluodon merituulipuisto osalta käytettävissä Fluix dokumentinhallintajärjestelmän kautta. Fluixissa SGRE ylläpitää päivitettyjä versioita työohjeista, tarkastuslistoista sekä huoltomanaaleista. Huoltohenkilöillä on käytössä Ipad taulutietokoneet, ja kaikki dokumentaatio käytetään pääasiassa digitaalisessa muodossa.

Huolto- ja tarkastuspöytäkirjat ladataan Ipad laitteelle ja ne varataan täydennettäväksi voimalalla. Jos pöytäkirjan täyttö jää kesken tai täyttäjää vaihtuu, voidaan lista palauttaa muokkauksesta järjestelmään, ja varata seuraavalle henkilölle täydennettäväksi. Huollon valmistuttua, täytetty pöytäkirja lähetetään Site Managerille, joka tarkastaa ja hyväksyy huollon valmistumisen. Erilliset huoltolistat täytetään normaalin huollon lisäksi, muun muassa TMSE tarkastuksista, henkilö- ja kuormanostimista, vaihteiston tarkastuksista.

Huolto-ohjeet on kuvattu pääasiassa Service manual G4 MKIII R16 2018 dokumentissa. Huolto-ohjeissa on eritelty voimalan eri osat ja kokonaisuudet. Huolto-ohjeet on kuvattu tekstillä sekä kuvilla, ja huolto-ohjeet etenevät työvaihe kerrallaan. Service manualin lisäksi huollossa on käytettävissä erikoiskohteille erityisiä ohjeita. Huollossa Service manualin lisäksi tarvitaan muun muassa voimalan sähkökuvia sekä varaosaluetteloita. Ne löytyvät myös Fluixista. Sähkökuvat ja varaosaluettelot (Tuulivoimalan varaosaluettelot) on rakennettu interaktiivisiksi ja niissä pystyy liikkumaan kohteiden välillä koskettamalla laitetta tai osaa kuvassa. Lähes kaikkiin työohjeisiin liittyy myös erillinen riskikartoitus dokumentti ja siihen viitataan aina työohjeen alussa.

Fluixista löytyy myös eri vikatilanteita varten laadittuja työohjeita, ja niitä päivitetään sinne sitä mukaan, kun SGRE:n laitteissa vikojen korjausta varten ohjeita laaditaan. Jokaisesta työtehtävästä täytetään erillinen Tool-Box talk lomake, jossa käydään läpi työssä odotettavissa olevat riskit ja työvaiheet. Jokainen työhön osallistuja allekirjoittaa lomakkeen, allekirjoitus toteutetaan nykyisin suoraan Ipadin näytöltä. Tool-box talk lomakkeet tallennetaan Fluixiin.

Seuraavassa on eriteltynä tuulivoimalan huoltokohteita sekä niiden tarkempia työtehtäviä.

- Vaihteisto
 - Vaihteistoöljyn pääkierto- ja sivukiertosuodattimien vaihto
 - Vaihteiston visuaalinen tarkastus lieriöpuolen päältä
 - Öljynäytteen otto vaihteistoöljystä (Service manual G4 MKIII R16 2018).

- Hydrauliikka
 - Päähydrauliikka-aseman huolto ja tarkastus (asema huolehtii siipien käännöstä ja roottorin nopean puolen jarrusta)
 - Paine- ja paluusuodattimien vaihto, tankin huohottimen vaihto
 - Venttiilitestien teko valmistajan ohjeiden mukaisesti
 - Järjestelmän visuaalinen tarkastus (letkut ja liittimet)
 - Pumpun akselin voitelu
 - Paisuntasäiliöiden, 3kpl, esipaineen tarkastus ja tarvittaessa typpi-kaasun lisäys
 - Öljynäytteen otto hydrauliikkaöljystä
 - YAW hydrauliikka-aseman huolto (asema huolehtii voimalan kääntökäynnin jarruista)
 - Paine- ja paluusuodattimien vaihto, tankin huohottimen vaihto
 - Venttiilitestien teko toimittajan ohjeiden mukaisesti
 - Järjestelmän visuaalinen tarkastus (letkut ja liittimet)
 - Paisuntasäiliön esipaineen tarkastus ja tarvittaessa tyypin lisäys (Service manual G4 MKIII R16 2018).

- Päälaakerit, 2kpl ja pääakseli.
 - Päälaakereiden petipulttien kiristys hydrauliikkavenyttimellä
- Generaattori
 - Generaattorin ja vaihteen välisen koplinkin tarkastus
 - Akselin ja vaipan eristysresistanssin mittaaminen (laakerit on eristetty ja vuotovirtoja hallitaan erillisillä hiilillä)
 - Akselin ja vaipan maadoituksen jatkuvuuden mittaaminen
 - Hiiliharjojen kunnan tarkastus ja mittaaminen
 - Rasvarin täyttö ja ylivuotorasva-astioiden tyhjennys
 - Generaattorin linjauksen tarkastus linjauslaserilla ja tarvittaessa säätö, mikäli ei arvot ole annetussa toleranssissa (Service manual G4 MKIII R16 2018)

- Napa ja siivet
 - Navan yleinen siisteys ja hydrauliikan tarkastus vuotojen varalta
 - Siipipulttien kireyden tarkastus, joka 5. pultti kiristetään hydrauliikkavenyttimellä

- Tarkastetaan navan ja pääakselin liitoksen kiinnitys, jälkikiristetään kaikki pultit hydraulikkavääntimellä
 - Siipien hydraulikan venttiilien ja paineantureiden testaukset
 - Siipien ylivuotorasvojen poisto (siivissä on erilliset astiat joihin ylivuotorasvat keräytyvät)
 - Siipien visuaalinen tarkastus sisäpuolelta
 - Siipien kääntökulmien kalibrointi
 - Siipien automaattirasvarin täyttö
 - Maadoitusvaijereiden kunnan tarkastus siipien sisällä
 - Maadoitushiilien tarkastus navasta siipiin ja navasta pääakseliin (Service manual G4 MKIII R16 2018).
- Nopeanpuolen jarru
 - Jarrupalojen paksuus
 - Jarrupalojen etäisyys levystä
 - Jarrulevyn suoruus
 - Jarrulevyn ja palojen värimuutokset
 - Jarrun hydraulikkaletkujen tiiveys (Service manual (G4 MKIII R16))
- YAW systeemi
 - Jarrupalojen visuaalinen tarkastus
 - Jarrukehän imurointi ja puhdistus, ylijäämärasvan kaavinta
 - Yaw kehän pulttien kiristys, joka 10. pultti (hydraulikkavääntimellä)
 - Automaattirasvareiden täyttö (yaw-laakeri ja kääntökehän hammastus)
 - Yaw moottoreiden öljynpinnan tarkastus
 - Maadoitusharjojen asemoinnin tarkastus (Service manual G4 MKIII R16 2018)
- Konehuone ja torni
 - Pulttiliitosten visuaalinen tarkastus joka tasolla
 - Konehuoneen kannatinpalkkien pulttiliitosten visuaalinen tarkastus
 - Lentoestevalojen ja tuuliantureiden tarkastus
 - TMSE tarkastukset (Tower Mounted Safety Equipment.)
 - Ankkuripisteet
 - Pelastautumislaitte (Skylotec Milan 2.0HUB)
 - Rankalauta
 - Helikopteri paari (Ferno 51)
 - Sammuttimet ja ensiapuasemat, 3kpl
 - Valaisimet, vikavirtasuojat ja muut yleiset tarkastuskohteet
 - Siipien ulkopuolinen tarkastus visuaalisesti (Service manual G4 MKIII R16 2018)
- Power Unit, voimalan alakerran huolto
 - Taajuusmuuttajan visuaalinen tarkastus

- Jäähdytysjärjestelmän tarkastus ja nesteen lisäys tarvittaessa
 - Suodattimien vaihto laitekoteloihin
 - Maadoitusten tarkastus tornin ja jalustan välillä (Service manual G4 MKIII R16 2018)
- Sähköjärjestelmät
 - Hätäseis piirien ja painikkeiden toiminta
 - Paloilmamaisimien toiminta
 - Suodattimien vaihto laitekaappeihin
 - Visuaalinen tarkastus kaapeissa
 - Vikavirtasuojien tarkastus
 - Hätävalojärjestelmän toiminta
 - Voimalan pääkatkaisijan huolto (Service manual G4 MKIII R16 2018)
- Keskijännitekatkaisija ja päämuuntaja
 - Muuntajan öljynäyte
 - Muuntajan huohottimen kuivaimen rakeiden vaihto
 - Katkaisijan vivuston tarkastus ja voitelu (huoltovapaa katkaisija, mutta voimalatoimittaja haluaa, että tämä tehdään)
 - SF6 kaasun määrän visuaalinen tarkastus (Service manual G4 MKIII R16 2018)
- Nosturit ja henkilönostin, nämä ovat oman huolto-ohjelman piirissä, ja niiden huoltoon vaaditaan osin ulkopuolista, nostimiin pätevyitynyttä, osaamista. Nostinten huollossa käytettiin Huoltogroup Oy:n henkilöstöä, jolloin saatiin myös Suomen maakohtaiset vaatimukset täytettyä. Huolto-ohjeet on toimittanut laitteiden valmistaja HIAB ja Avanti.
 - Kuormanostureiden koekuormitus
 - Kuormanostureiden letkurikkoventtiilien pidätyskyky
 - Kuormanostureiden puomiston eheys, muodonmuutokset ja maalivauriot
 - Kuormanostureiden nostovaijerin tarkastus ja voitelu (HIAB-SWP2-v4 2017)
 - Henkilönostimen Koekuormitus
 - Henkilönostimen Vaijerin tarkastus ja voitelu
 - Henkilönostimen Jarrukoneiston säätö
 - Rajakytkinten tarkastus ja toiminnan kokeilu (Avanti service lift inspection)

Suurin osa voimalan huoltokohteista huolletaan vuosittain tehtävässä vuosihuollossa. Alalla on kuitenkin suuri paine laskea voimaloiden operointikustannuksia, ja kaikki toimijat etsivät ratkaisuja, joilla voidaan lyhentää huoltoihin käytettyä aikaa ja käytettyjä materiaaleja. Ensimmäisen vuosihuollon loputtua tuli jo tietoon, että seuraavat

suodattimien vaihdot Tahkoluodon voimaloihin tullaan tekemään vasta neljäntenä vuotena alkuperäisen vuosittaisen vaihdon sijaan, pois lukien vaihteiston ohivirtaus-suodatin, joka vaihdetaan edelleen vuosittain. Samoin öljyjen ja öljyletkujen vaihtoväli ollaan jo jatkettu viidestä vuodesta seitsemään, ja odotettavissa on että sitä jatketaan vielä kymmeneen vuoteen. Pidemmillä vaihtoväleillä päästään mahdollisesti tilanteeseen, että voimaloille tarvitsee tehdä vain yksi kallis öljyjen vaihto voimaloiden koko käyttöikänsä aikana.

3.3 Huolto-alukset

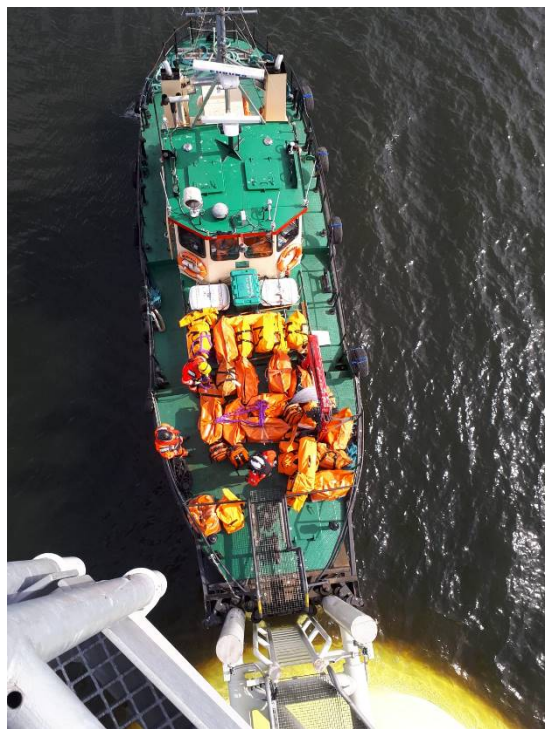
Turbiineille kuljetuksista vastaa Finnish Sea Service Oy (myöhemmin FSS). Käytävissä on sulanveden aikaan m/s Wind Servant (kuva 3), joka on merituulivoimaloiden huoltoon suunniteltu ja rakennettu alus. Talvi- ja kelirikon aikana kulkemiseen käytetään m/s Merkkari alusta (kuva 4), joka kykenee operoimaan 10cm paksuisessa kiintojässä. Koska voimalat sijaitsevat avomerellä, kulkua niihin rajoittaa eniten aallokko voimaloiden ympärillä. Aallokon vaikutusta pyritään ennustamaan selkämeren aaltopojulta saatavalla mittausdatalla. Tuulen ja aallon suunnalla on iso merkitys voimaloilla vallitsevaan olosuhteeseen, joten usein lopullisen päätöksen voimalalle menosta voi tehdä vasta sen vieressä.

Talvella aluksien operointia rajoittaa eniten satama-alueille muodostuva jää, jolloin lähtö voimaloille ei onnistu. Harvemmin voimaloiden ympärillä on niin vahvaa jäätä, että sinne ei aluksilla pääse, kokemusta tästä tosin on vasta yhdeltä talvelta nyt käytössä olevalla kalustolla.

Aluksilla kulku voimaloille kestää 30 – 45 minuuttia suuntaansa. Voimaloilla työskentelyn ajaksi aluksen yleensä ajavat Tahkoluodon sataman laituriin tai jäävät roikkumaan voimalan jalustaan, mikäli sää sallii. Lyhyillä vikakeikoilla, alle 1 – 2 h, alus jää usein puskuun voimalan jalustaa vasten. Jatkossa turvallisuuden vuoksi aluksien tulee siirtyä pois voimalan alta voimalassa työskenneltäessä. Konehuoneesta saattaa päästä putoamaan esineitä, ja ne aiheuttavat vaaratilanteen alhaalla oleville. Turvallisuuden vuoksi aluksen pitää olla 30 minuutin sisällä voimalalla kiinni jalustassa.



Kuva 3, Wind Servant kiinnittyneenä voimalan jalustaan, lisäksi kuvassa Suomen Meripelastusseuran PV Rantamo ja Satakunnan Pelastuslaitoksen Lauri (Kuva Stenros).



Kuva 4, Merkkari kiinnittyneenä voimalan jalustaan, kannella voimalan huoltoon tarvittava välineistö pakattuna nostokasseihin (Kuva Stenros).

3.4 Koulutusvaatimukset

Koska työskentely tuulivoimaloilla omaa varsin paljon erityispiirteitä, ja Offshore voimaloilla vielä erityisesti, on alalle kehittynyt oma koulutusstandardisto. Voimalavalmistajat ovat aloittaneet yhdistämään omia spesifisiä koulutuksiaan GWO:n alaisuuteen. GWO on kansainvälinen yhteistoimintaelin, johon on liittynenä suurin osa voimalavalmistajista ja alalla toimivista yrityksistä ja yhteisöistä. GWO koulutusten etuna on päällekkäisten koulutusten väheneminen, kuten nyt on ollut tilanne, jos työskentelee useamman valmistajan voimaloissa. GWO koulutuksista pidetään erillistä tietokantaa, josta kaikki toimijat voivat tarkastaa koulutusten voimassaolot. GWO verkkosivut löytyvät (GWO:n [www-sivut](http://www.gwo.com) 2019).

Koulutukset voidaan jakaa Suomessa yleisesti vaadittaviin koulutuksiin ja voimalavalmistajan vaatimiin koulutuksiin. Koulutusten lisäksi työskentelyyn vaaditaan pätevyyskysymyksiä. Yhden huoltotiimistä on käytännössä aina oltava sähköalan ammattilainen, joka vastaa työskentelyn aikana sähköturvallisuudesta.

Suomessa yleisesti vaadittavat koulutukset ja niiden voimassaoloajat.

- Työturvallisuuskortti, 5v.
- Tulityökortti, 5V.
- SFS6002, 5V.
- Häätä Ensiapu tai Ea-1, 3v.

Voimalavalmistajien vaatimia yleisiä koulutuksia.

- GWO Working at Heights, 2v.
- GWO Manual Handling, 2v.
- GWO Fire awareness, 2v.
- GWO First aid, 2v.
- GWO Sea Survival, 2v.
- GWO Advanced Rescue (tulossa tarjolle 2019)
- GWO mechanical
- GWO hydraulics
- GWO Electrical

Nämä menevät osin päällekkäin Suomen vaatimusten kanssa, mutta koska toimintaympäristö on vahvasti kansainvälisessä ympäristössä, niiden suorittaminen on pa-

kollista, vaikka paikallisesti olisi saatavia vastaavia koulutuksia. Yllämainittujen lisäksi on vielä valmistajien tuotekohtaiset koulutukset, joita käydään eri valmistajista riippuen vaihtelevasti.

3.5 Tiimin kokoonpano

Tiimiin oli nimetty Pori Energialta alun perin kaksi henkilöä, maaliskuussa 2018 tiimiin saatiin vielä yksi henkilö. Itseni lisäksi toisella tiimin asentajalla on pitkä kokemus tuulivoima alasta, kolmannella henkilöllä ei aikaisempaa kokemusta tuulivoimasta ollut, mutta vahva osaaminen teollisuuden kunnossapitotöistä kylläkin.

PorE:n kolmas henkilö pääsi mukaan huoltoihin viikosta 18 eteenpäin, kun vaadittavat koulutukset oli saatu järjestettyä. SGRE:ltä huoltoihin osallistui yksi henkilö, joka oli vielä huoltojen aikana tuulivoima-asentaja, ja myöhemmin Site Managerina Tahkoluodon tuulipuistossa. Huoltojen aikana SGRE:llä oli paikalla tanskalainen Site Manageri.

Hissien ja nostinten tarkastuksiin käytettiin ulkopuolista kumppania, jolla oli luvat tehdä ne Suomen lain vaatimusten mukaisesti, kumppani näissä oli Huolto Group Oy. Muuntajien ja keskijännitekatkaisijoiden huoltoihin ja tarkastuksiin voimaloiden toimittaja haluaa takuuajana käyttää erityisasiantuntijaa, joka Tahkoluodon tuulipuiston tapauksessa tuli Itävallasta, ja jolla oli SGRE:n akreditointi tehdä muuntajiin takuuajana töitä.

3.6 Turvallisuusympäristö

Koska työskentely tuulivoimaloilla on vaativaa ja korkeariskistä, ja merituulivoimaloilla tämä vielä korostuu. Siksi alalle on muodostunut omat turvallisuus- ja koulutusvaatimukset. Yleisesti tuulivoimaloilla työskentelyn riskit muodostuvat korkealla työskentelystä, nostotöistä, sekä suurien kappaleiden liikuttelusta. Myös käytettävät työvälineet muodostavat riskin, esim. hydraulikkavääntimet ja pultin venyttimet käyttävät erittäin suuria hydraulikkapaineita ja kohdistavat pultteihin hyvin suuria voimia. Irrotessaan tai pultin katketessa hydraulikkavenytin voi singota useamman metrin.

Voimaloiden sähköjärjestelmät muodostavat omat riskinsä ja siksi voimalassa työskenneltäessä pitää aina olla työryhmässä mukana sähköalan ammattilainen. Voimaloiden keskijännitekatkaisijoiden käyttötoimien kytkentäohjelmat suunnitellaan yhdessä käytönjohtajan kanssa, pysyväisohjeita käyttötoihin ei toistaiseksi ole. Keskijännitekatkaisijoiden käyttötoita saa tehdä vain erikseen nimetyt henkilöt.

Voimaloissa käytetään myös yleisesti hydraulikkajärjestelmiä, ja ne muodostavat oman riskityypinsä. Voimalan liikkuvat mekaaniset osat ovat vaarallisia, ja varsinkin vikatilanteissa. Vikoja rajattaessa pitää olla erityisen huolellinen, ettei ketään ei ole vaara-alueella, sillä esim. siipien kääntömekanismit navassa ovat usein suojaamattomia.

Tuulivoimaloilla työskenneltäessä on käytettävä kypärän ja turvakenkien lisäksi valjaita oltaessa putoamisvaarallisella alueella, sekä tarvittaessa kuulo- ja silmäsuojaimia. Merituulivoimaloilla meriympäristö luo oman riskimaailmansa ja toimintaan on luotu omat riskinhallintamallit. Käytännössä merkittävimmät riskit liittyvät veteen putoamiseen ja aluksen liikkumiseen jalustaan nähden voimalaan noustaessa. Merellä operoitaessa tulee käyttää aina pelastusliivejä, joihin on integroitu hätälähetin. Tahkoluodossa on käytössä AIS pohjainen järjestelmä, jolla hätätilanteessa mereen pudonnut henkilö voidaan paikantaa nopeasti. Talvella ja muutenkin aina meriveden lämpötilan ollessa alle +12°C on voimaloille kuljettaessa käytettävä pelastuspukuja.

Viestivälineiden käytössä on SHT:n tuulivoimaloilla käytössä matkapuhelinten lisäksi Virve verkon päätelaitteita, koska niillä on varmempi kuuluvuus voimaloiden sisäpuolella. Virve verkon päätelaitteilla päästään tarvittaessa myös viranomaisten kanssa suoraan radioliikenteeseen, mikäli voimaloilla tulee jokin poikkeustila, jossa tarvitaan viranomaisten apua.

Merellä työskenneltäessä SHT:n valvomossa on aina MC:ksi nimetty henkilö päivystämässä mahdollisten ongelmatapausten varalta. Tämä henkilö seuraa mm. säätilan kehittymistä ja muita mahdollisia muutoksia toimintaympäristössä, joilla voi olla vai-

kutusta turvalliseen työskentelyyn merituulivoimaloilla. MC pitää kirjaa merelle lähteneistä ja sieltä palaavista henkilöistä, ja varmistaa osaltaan, että kaikki henkilöt pääsevät pois voimaloilta. MC avustaa tarvittaessa viranomaisia poikkeustilanteissa.

4 NYKYTILANTEEN KUVAUS

4.1 Lähtötilanne

Oma työnkuvani nykyisessä toimessa Offshore huoltoinsinöörinä on perehtyä merituulivoimaloiden huolto- ja kunnossapitoon, jotta niiden operointia voidaan jatkaa omalla henkilöstöllä toimittajan takuujan loputtua. Voimaloiden huollon lisäksi työnkuvaan kuului projektin aikana tuulimittausprojektien valvonta ja raportointi asiakkaille, niitä ei kuitenkaan ole sen enempää tässä työssä käsitelty. Käytännössä tuulimittausprojektien töihin kuului mittausasemien valvonta päivittäin etäyhteyksillä ja raportointityökalulla, sekä kuukausittain mittaustulosten ja mittauksen sujumisen raportointi asiakkaille. Aikaisempi työnkuvani on ollut tiimipäällikkö Pori Energia Oy:n palveluksessa. Silloin työtehtäviini kuului tuulivoimaloiden kunnossapidon organisointi eri asiakkaille, sekä tuulimittausprojektien tarjonta, toteutus ja raportointi. Aikaisempi kokemus tietoliikenne alalta on ollut myös hyödyksi voimaloiden automaatioasteen noustessa, ja tietoliikenneyhteyksien muodostuessa entistä kriittisemmiksi.

Voimaloiden vuosihuoltotyö sinällään koostui kymmenen lähes samanlaisen voimalan vuosihuollosta, mutta jokaisen huollon toteutus poikkesi toisistaan työn kulun ja edistymisen osalta. Toimintaa saatiin kehitettyä ja töiden järjestystä ja toteutusta optimoitua koko projektin ajan, ja huoltoon käytetyt tuntimäärät laskettua 131 tunnista 72 tuntiin. Resurssipuolella saatiin lisäystä 4. huoltomiehen osalta ensimmäisten voimaloiden jälkeen, mikä yllättäen vähensi voimaloilla tehtyjä tunteja. Yksi selittävä tekijä on, että yhdellä käynnillä saatiin tehtyä enemmän, jolloin voimaloille kulkemiseen käytettyä aikaa saatiin vähennettyä, samalla vähentäen muitakin suorita kustannuksia mm. alusten osalta.

4.2 Nykyisen työn analyysi

Nykyinen työnkuva muodostuu ensisijaisesti merituulivoimaloiden huolto- ja kunnossapidosta, töiden suunnittelusta, voimaloiden toiminnan valvonnasta ja raportoinnista. Koska merituulivoimaloilla on vielä toimittajan takuut voimassa, niiden toiminnasta vastuu on toimittajalla. Merkittävä osa työkuormasta on ensimmäisen kahden vuoden

aikana kouluttautua ja rakentaa oma toimiva organisaatio vastaamaan voimaloiden toiminnasta takuuajan jälkeen. Toissijaisina töinä on maavoimaloiden huolto- ja kunnossapito, nämä työt painottuvat talvikauteen, jolloin merivoimaloilla ei ole suunniteltua työkuormaa.

SHT:llä vanhempien voimaloiden operointi ja käyttö on järjestetty työajan ulkopuolella päivystysmuotoisesti, ja tuohon päivystykseen osallistuminen on osa työtehtäviä. Päivystykseen kuuluu voimaloiden valvonnan lisäksi olla tarvittaessa viranomaisten ja yhteistyötahojen tavoitettavissa. Päivystykseen kuuluu lisäksi toimia työnjohtotehtävissä työajan ulkopuolella ja koordinoita voimaloiden kunnossapitotiimejä. Tulevaisuudessa merkittävää roolia päivystyksessä tulee olemaan tuotannon ennustaminen ja seuranta. Energiamarkkinan hintatasojen heiluminen aiheuttaa kustannusuhkaa jo nyt, ja välillä onkin jo syntynyt tilanteita, joissa yli ennusteen tuotetusta energiasta on joutunut maksamaan markkinoilla. Tämän vuoksi ennustaminen ja tuotannon säätäminen ovat jatkossa yhä tärkeämpi asia.

Tuulivoimalatöiden lisäksi työtehtäviin kuuluu tuulimittausprojektien toteutus ja raportointi asiakkaille. Tällä hetkellä aktiivisena on vain yksi Sodar mittalaitteella toteutettu projekti. Myös tuulimittamastohankkeita on tarjottu muutamia. Näissä oma roolini on ollut tarjouslaskennan teko myynnin tukena sekä teknisten määrittelyiden laatijana. Mikäli saisimme tuulimittausprojekteja, olisi niissä oma rooli todennäköisesti projektin toteuttajana ja kokonaisvastuullisena projektipäällikkönä. Muiden töiden ohella vastaan oman tiimin sekä asiakkaiden putoamissuojainten ja nostoapuvälineiden tarkastamisesta ja käytettävien välineiden valinnasta ja hankinnasta. Myös muiden turvalaitteiden valinta ja määrittely kuuluvat osana toimenkuvaan.

Voimaloiden kunnossapidossa tarvitaan laaja-alaista osaamista mekaniikassa, hydraulikassa ja sähkötekniikassa, uusissa voimaloissa on enenevässä määrin automaatiojärjestelmiä ja ne käyvät suurimmaksi osaksi ilman ulkopuolista valvontaa. Voimaloiden automaatiikka säätää voimaloiden toimintaa autonomisesti, ja valvonta on käytännössä erilaisten vikatilanteiden analysointia ja mahdollisesti etäkäynnistystä tai huoltotiimin paikalle hälyttämistä. Nykyisissä voimaloissa myös kunnonvalvontajärjestelmien datan analysointiin pitää panostaa aikaisempaa enemmän, ja sieltä pitää pyrkiä poimimaan alkavat viat ja ongelmat.

Oman osaamisen taso on voimaloissa työskentelyä ajatellen melko korkea, joskin sähköteknisissä töissä on puuttunut pätevyys toimia työryhmän vastaavana. Koska voimalat käytännössä ovat kokonaisuudessaan sähkötiloja, pitää ainakin yhden työhön osallistuvan olla sähköalan ammattilainen. Aikaisemmissa työtehtävissä voimaloissa olen vastannut normaalin kunnossapito- ja huoltotyön lisäksi pääkomponenttien vaihtoprojekteista ja muutenkin vetänyt ja vastannut useammasta huoltotiimistä samanaikaisesti (Tiimit Porissa ja Raahessa). Nyt työnkuva on muuttunut enemmän kentällä tehtäviin töihin osana huoltotiimiä.

Aikaisemmasta tutkinnosta, Tietoliikennetekniikan Insinööri AMK, sekä aikaisemmasta työkokemuksesta on ollut tuulivoima-alan töissä varsin paljon hyötyä, voimaloiden etähallintayhteydet ja niiden toteutukset ovat siten tuttuja. Aikaisempi työkokemus matkapuhelintukiasemien rakentamisesta on myös ollut hyödyllistä, sillä siinä on sähköalan työt tulleet tutuksi, samoin kuin korkeanpaikantyöskentelyn erilaiset erityispiirteet.

Pääkomponenttien vaihtotöissä olen tehnyt nostosuunnitelmat, riskikartoitukset ja muut tarvittavat työsuunnitelmat, kilpailuttanut nosturioperaattorit sekä järjestellyt vaaditut resurssit työhön. Olen toiminut sekä projektipäällikkönä, että turvallisuus-päällikkönä.

Merituulivoimaloilla korostuu vielä kykyni toimia erilaisissa haastavissa olosuhteissa normaalien työtehtävien lisäksi. Voimaloilla tapahtuvissa poikkeustilanteissa tai onnettomuuksissa lisäävun paikalle saanti kestää parhaimmillaankin tunteja, ja voi paikotellen olla jopa mahdotonta, joten henkilöstön kyky toimia ja pelastaa toisia ja itsensä, on tärkeä osaamisalue. Voimalat on varustettu pelastuslaitteilla, joiden käyttö vaatii erityiskoulutuksen, jotta niitä voi käyttää turvallisesti. Oma ammatillinen osaaminen on nykyisiin tehtäviin nähden hyvällä tasolla. Vianhakuun ja ongelmatilanteiden ratkaisemiseen ei koskaan voi tulla valmiiksi, vaan niissä pitää aina soveltaa aiemmin opittua. Uusien voimaloiden myötä osa työvälineistä on muuttunut vaativimmiksi ja laitekirjo on laajentunut.

Uusien voimaloiden huollossa on jatkuvasti vaatimustaso kasvanut osaamisen suhteen, niiden huoltoon vaaditaan entistä enemmän sertifiikatteja, ja takuiden säilymisen vuoksi työntekijöiden osaaminen pitää todentaa entistä tarkemmin ja laitekohtaiset koulutukset ovat lisääntyneet aiemmasta. Oman osaamisen kehittämisessä jatkossa pitää kiinnittää huomiota etenkin hydraulikka-alan osaamisen kasvattamiseen, sekä korkeajännitesähköjärjestelmien kunnossapitoon, mitoittamiseen ja kunnonvalvontaan.

4.3 Sidosryhmät työpaikalla

Koska merituulivoimaloilla on vielä takuu-aika voimassa, tapahtuu kaikki työskentely niillä voimalatoimittaja SGRE:n ohjauksessa ja vastuulla. SGRE on tehnyt alihankintasopimuksen Pori Energia Oy:n kanssa huoltomiesresurssin järjestämisestä, ja voimaloihin on koulutettu kolme Pori Energian henkilöä. Työnjohto on SGRE:n Site Managerin vastuulla, joka tarvittaessa osallistuu itsekin huoltotöihin. SGRE:n Site Manageri vastaa toiminnasta ja materiaali jne. resursoinnista. SGRE:ltä saadaan tarvittaessa tekninen tuki sekä erityisasiantuntijapalvelut erikoistöihin, joita ei vielä voida itse tehdä paikallisesti. Näitä ovat mm. isot laakerivaihdot, muuntajien huollot tms. erityistyöt. SGRE toimittaa myös kaikki huoltoihin tarvittavat erikoistyökalut ja vastaa niiden kalibroinneista ja ylläpidosta.

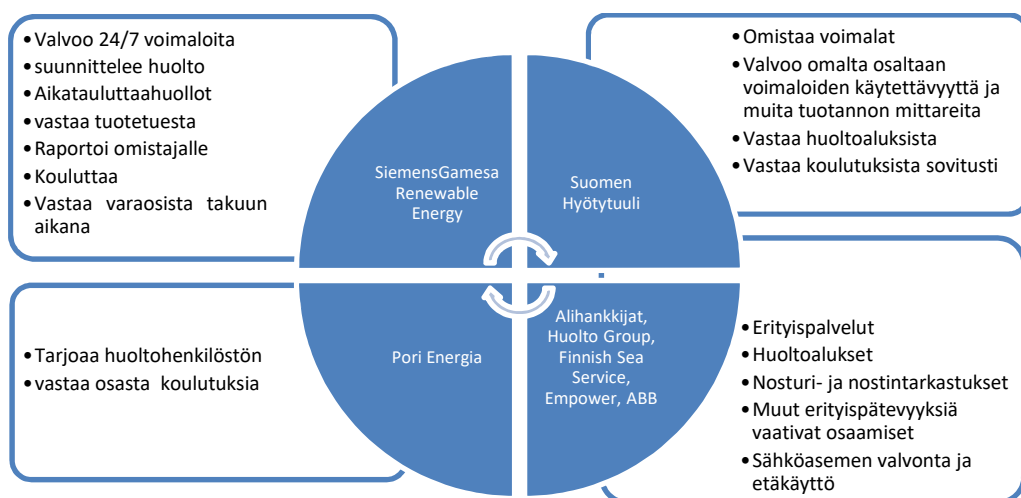
Kulkemisesta voimaloille vastaa alusten osalta FSS, heillä on erilaisiin tarpeisiin soveltuvaa kalustoa, voimalahuoltoihin on kesällä varattu m/s Wind Servant ja talvella m/s Merkkari. FSS suorittaa Tahkoluodon voimaloilla myös voimaloiden jalustojen kunnostustöitä, sekä tarvittaessa sukellustöitä.

Tuulipuistojen sähköasemien valvonnasta vastaa Empower Oy. Empowerin valvomon pitää olla aina yhteydessä, kun sähköasemilla kuljetaan. Varsinaiset kunnossapitotyöt tulevat useammalta toimijalta, riippuen sopimustilanteesta ja aseman sijainnista. Palveluntarjoajina kunnossapitoon on SHT:llä Pori Energia OY, ABB Oy, Empower Oy.

Voimaloiden hissien ja nostinten tarkastukset on hankittu ulkopuolisena palveluna Huolto Group Oy:ltä, joka on kouluttanut omia asentajiaan siten että he voivat työskennellä voimaloilla osana kunnossapitotiimiä. Tällöin voidaan voimaloilla työskennellä ilman että henkilöille pitää järjestää erikseen saattajat.

Muita sidosryhmiä ovat esim. eri koulutuspalveluita tarjoavat tahot. Voimalatyöskentely vaatii laajan spesifisen koulutuksen, ja osa koulutuksista on voimassa vain 1 - 2 vuotta. Viime aikoina alakohtaisia erikoiskoulutuksia on alkanut saada myös Suomesta ja näitä pyritään koko ajan aktiivisesti kartoittamaan ja hyödyntämään. Viimeisimpänä esimerkkinä on Meritaidon tulo GWO koulutusmarkkinoille, näitä hyödynnettiin 2019 keväällä, kun oli ajankohtaista kerrata GWO kurssit: Working at height, Fire Awareness, Manual Handling ja Sea Survival.

Toimintamallista johtuen luokittelua ulkoisiin ja sisäisiin sidosryhmiin on hankalaa, ja käytännössä tilanne on muotoutunut sellaiseksi, että kaikki keskeiset toimijat (SHT, SGRE ja PorE) toimivat yhteistyössä, pyrkien maksimoimaan voimaloiden käytettävyyden. Kuviossa 1 on esitetty eri toimijoiden tehtäviä Tahkoluodon merituulipuistossa. SHT:n strategisena toimintamallina on, että SHT:llä on vähän omaa palkattua henkilöstöä, ja tarvittavat resurssit ostetaan ulkopuolisilta tuottajilta, jotka ovat oman alansa asiantuntijoita. Tällaisia tahoja on mm. Technip Offshore Oy, Pori Energia Oy, Gofore Oy, Kvaerner Oy, Pöyry Oy.



Kuvio 1. Vastuut ja roolit Tahkoluodon merituulipuiston toiminnassa (Stenos).

4.4 Vuorovaikutustaidot työpaikalla

Vaikka oma työnkuva on muuttunut aiemmasta Tiimipäällikön tehtävästä, jossa oli myös esimiesvastuu, asiantuntijarooliin tuulivoimaloiden kunnossapidossa, kuuluvat edelleen erilaisten raportointien teko ja töiden seuranta toimenkuvaan. Vuorovaikutustilanteet nykyisessä työnkuvassa ovat monipuolisia ja vaativat erilaisten tilanteiden hallintaa. Päivittäinen kanssakäyminen oman tiimin kesken muodostaa selkeän kokonaisuuden, siinä suurimpia haasteita muodostuu, kun huolto- tai vikakorjaustöissä päivät venyvät pitkiksi ja väsymys alkaa muodostaa rasitteita henkilöiden väliseen kanssakäymiseen. Normaaleina työpäivinä työryhmän sisäinen vuorovaikutus on hyvinkin kitkatonta. Eri henkilöiden perhesuhteet vaikuttavat mahdollisuuksiin osallistua pitkiin työpäiviin, ja nuo mahdollisuudet pitää olla selvitettyinä jo etukäteen, kun huoltoja aloitetaan aikatauluttamaan. Huollot kestävät arviolta meripuistossa kymmenen viikkoa. Työpäivien pituus on käytännössä yleensä aina yli kahdeksan tuntia, koska kulkemiseen kuluva aikaa ja aluskuluja koitetaan saada minimoitua.

Isona tekijänä henkilöiden hyvälle kemialle on, että kyseessä on uusi tiimi, johon henkilöt on valittu alalla pidempään toimineista. Tiimin henkilöt tiesivät jo hakiessaan, mitä rasitteita ja olosuhteita työskentely merituulivoimaloilla tuo tullessaan. Kaikki ovat hakeutuneet nimenomaan tuulivoima-alalle ja vielä offshore tuulivoimaloille erityisesti. Henkilön soveltuvuudesta tuulivoimalatöihin saatiin opetus jo rekrytointivaiheessa, kun jo palkattu henkilö irtisanoutui koeajan toisella viikolla, koska totesi työympäristön ja olosuhteiden olevan hänelle sopimattomat.

Myös SGRE suuntaan vuorovaikutus on hyvinkin toimivaa, ja välillä voi olla vaikea erottaa missä kulkee kenenkin roolit toimittajan ja asiakkaan välillä. Hyvät suhteet ovat seurausta henkilöiden samankaltaisesta ikähaarukasta, luonteiden sopimisesta hyvin toisiinsa, sekä siitä että henkilöt on sijoitettu samaan avotoimistoon, jolloin käytännössä ollaan hyvin paljon tekemisissä, ja ajatusten vaihto on nopeaa ja mutkatonta.

SHT suuntaan vuorovaikutustilanteet ovat moniulotteisempia, normaalissa kanssakäymisessä varsin mutkattomia, mutta siinä korostuu välillä asiakas-toimittaja suhde, jolloin kanssakäyminen on virallisempaa. SHT voimaloiden omistajana on ensi sijassa kiinnostunut niiden toiminnasta ja käytettävyydestä. SHT:llä on myös viime kädessä

vastuu tehdystä työstä ja sen turvallisuudesta, sekä käytetyistä menetelmistä ja tarvikkeista. SHT suuntaan työkuormaa pyritään arvioimaan viikoittain pidettävillä palaverilla, joissa käydään läpi tulevan viikon ja menneen viikon työtilanteet. Samalla käydään läpi mitä on pidemmällä aikajaksolla näköpiirissä. SHT:n suuntaan on kunnossapitotöiden lisäksi yhteistyötä uusia puistoja kehittävän hankekehitys henkilöstön kanssa, sekä liiketoimintaa kehittävän ja järjestelmiä kehittävän henkilöstön kanssa.

Huoltojen aikana kommunikointi myös huoltoalusten miehistön kanssa pitää ottaa huomioon, jotta alukset ovat oikeaan aikaan oikeassa paikassa, ja käytettävissä koko huollon aikana optimaalisesti. Huollot tehdään tyypillisesti pitkinä päivinä, jolloin myös alusten miehistöjen pitää olla valmistautuneena tekemään pitkiä päiviä. Alusten päälliköllä on vastuu huolehtia, että muutokset säässä tms. eivät vaaranna huoltotimien poispääsyä voimaloilta. Samoin poikkeus- tai onnettomuustilanteissa alusten miehistöllä on oltava kyky tukea toimintaa voimaloilla, ja tämä pitää olla etukäteen käyty läpi heidän kanssaan.

Tuulimittauksiin liittyvät vuorovaikutustilanteet poikkeavat normaalista päivittäisestä vuorovaikutuksesta, koska yleensä asiakasta ei tapaa kasvotusten, vaan kaikki keskustelu tapahtuu joko puhelimitse tai sähköpostilla. Tuulimittauksiin liittyy myös mittauksen toteutuksen laadun puolesta huomattavia vaatimuksia, jolloin myös mittauksen aikana käyty viestintä on hyvä olla todennettavissa ja seurattavissa. Asiakkaat käyttävät tuulimittausten tuloksia tehdessään rahoituspäätöksiä uusista tuulivoimala puistoista, jolloin tuulimittausten tuloksien paikkaansa pitävyys tulee voida osoittaa todeksi myös jälkikäteen. Koko tuulimittausprojektin kulku pitää olla dokumentoituna poikkeami-

5 PÄIVÄKIRJARAPORTOINTI JA HUOLTOJEN ETENEMINEN

5.1 Huoltojen kulku

Voimaloiden huoltojen valmistelut oli aloitettu jo aiemmin keväällä tilaamalla kulu-
tustarvikkeet varastoon, ja varmistamalla kaiken tarvittavan saapuminen. Samoin oli
tilattu kaikki erikoistyykalut saitille, ja varmistettu niiden toiminta, yhteensopivuus ja
kalibroinnit. Joka voimalalle oli luotu SGRE:n toimesta valmiiksi tarkastuslistat ja
muut dokumentit, jolloin voitiin olla varmoja, että kaikki vaaditut työt tulee tehtyä.

Tarkempi aikatalutus oli ensimmäisen vuosihuollon osalta hieman hankalaa, koska
tarkka töiden kulku oli vielä hieman epäselvä kaikille osapuolille huoltojen alkaessa.
Samoin eri resurssien saatavuus oli vielä aikataulullisesti epäselvää. Resursseja ja ai-
katauluja säädettiin tarkoituksella töiden edistyessä. Työjärjestystä voimaloilla muu-
tettiin koko projektin ajan, ja henkilömäärässäkin tapahtui muutosta, kun saimme nel-
jännen henkilön töihin viikosta 18 alkaen. Tämä jopa hieman yllättäen pudotti voima-
loiden huoltoon käytettyjä tunteja. Myös työjärjestystä huolto-ohjeesta muuttamalla
saatiin nopeutettua huoltojen etenemistä.

Voimaloiden tarkastuksista päätettiin aluksi jättää tekemättä turvalaitteiden (TMSE)
tarkastukset ja tehdä ne samalla kertaa henkilö- ja huoltonostinten kanssa. Melko pian
kuitenkin huomattiin, että TMSE tarkastukset oli luonteva tehdä vuosihuoltotöiden
ohessa. Voimaloiden sammuttimien tarkastusta varten hankittiin 3 settiä uusia sam-
muttimia, jolloin saatiin vietyä tarkastetut sammuttimet voimalan huoltoa aloitellessa,
ja tarkastettua rullaavasti voimaloilta tuodut sammuttimet seuraavia voimaloita varten.

5.1.1 VKO15/2018

Viikon tavoitteena oli saada ensimmäinen voimala huollettua viikon kuluessa, käydä
läpi rauhassa voimalan huollon työkohteet, tarkastuslistat ja työkohteiden sijainnit.
Viikon aikana käytössä oli kolmen hengen tiimi tekemään huoltoa. Koska merellä oli
vielä jäätä, oli Wind Servant vielä telakoituna Raumalla. Aluksista käytössä oli koko
viikon Merkkari.

9.4.2018 TA22 Vuosihuollon aloitus. Tuulivoimala TA22.

Aloitimme merituulivoimaloiden vuosihuollot suunnitellusti TA22 voimalalta, ensimmäisen voimalan ollessa kyseessä tarvikkeet ja työkalut oli pakattu parhaan arvauksen mukaisesti valmiiksi. Laiturialueella päästiin kokeilemaan ensimmäisen kerran koko tavaramäärän siirtoa rannalta alukselle. Itse voimalalla nostettiin tarvikkeet ylös ja levitettiin ne ympäri konehuonetta parhaan arvion mukaisesti. Valmiiksi saimme rasvareiden täytön, siipipulttien kiristykset vetämällä, ylijäämärasvakuppien tyhjennykset, päälaakerin tarkastuskohteet ja öljynäytteiden otot. Työpäivän pituus 14 h

10.4.2018 TA22 Vuosihuolto jatkaminen

Vuosihuollon yhteydessä vaihdettiin Voimalaan vaihteistoöljypumppu. Sen oli havaittu vuotavan jo aiemmilla käynneillä, mutta varaosan saatavuuden vuoksi se päätettiin vaihtaa vasta vuosihuollon kanssa. Aikaa pumpun vaihtoon kului n.4 tuntia + varaosapumpun ja viallisen pumpun haalauksiin toinen 4 tuntia työpäivän kuluessa. Vuosihuoltoa jatkettiin roottorin pulttien kiristyksellä pääakseliin, navan hydrauliiikan tarkastuksilla, päälaakeiden kiristyksellä ja hydrauliiikka-aseman huollolla. Isompien töiden ohella tehtiin myös pienempiä töitä joita ei erikseen ole lueteltu. Työpäivän pituus 13 h.

11.4.2018 TA22 Vuosihuolto jatkaminen

Vuosihuollon jatkaminen konehuoneessa. Generaattorin huolto, eristysvastuksen ja maadoituksen tarkastukset generaattorista, generaattorin linjauksen tarkastus, kääntökehätason kiristys ja yaw-hydrauliiikka-aseman huolto sekä yaw-tason siivous, konehuoneen sähkökaappien huollot sekä palohälyttimien ja hätäseispiirien testaukset. Työpäivän pituus 12 h.

12.4.2018 TA22 Vuosihuolto, lopetus

Vuosihuoltokohteiden viimeistelyt konehuoneessa, sekä alakerran kohteiden huolto. Taajuusmuuttajien tarkastukset, suodatinten vaihto ja vesiaseman tarkastus. Voimalan siivous ja tavaroiden pakkaus sekä laskeminen alas alukselle, ja kuljetus rantaan. Työpäivän pituus 9 h.

13.4.2018 TA10 Vikakäynti

TA10 voimalalla oli siipilaakereiden automaattinen voitelulaite hälyttänyt vajuusta jo useamman päivän, ja päätimme tehdä sen ennen seuraavan voimalan vuosihuollon aloitusta. Samalla SGRE henkilöstö kävi omalla tahollaan ensimmäisen voimalan huoltoa läpi. Samalla käynnillä uusittiin henkilönostimen vajjeri, sekä todettiin yläkeran nosturin hydraulikkaletkujen olevan vanhentuneet ja vuotavan. Nosturin hydraulikasta dokumentoitiin liittimet ja letkut, sekä tilattiin paikallisesta varaosaliikkeestä uudet letkut. Letkut uusittiin seuraavalla käynnillä. Varastolla valmisteltiin seuraavan viikon huoltokohteen, TA21 voimalan tarvikkeet ja työkalut, jotta päästään lähemään töihin heti seuraavana aamuna. Työpäivän pituus 8,5 h.

Ensimmäisen viikon tavoitteena oli saada huollettua yksi voimala valmiiksi. Tavoitteessa onnistuttiin mainiosti. Huollosta jäi tekemättä suunnitellusti hissi ja nostimet, sekä TMSE tarkastus. Ensimmäisen viikon haasteet liittyivät enimmäkseen logistisiin ratkaisuihin, miten pakataan mitäkin tarvikkeita mihinkin ja missä järjestyksessä. Samoin mietittiin, että miten nostokasseja sijoitellaan voimalassa, jotta kaikki olisi helposti saatavilla. tarvikkeiden sijoittelussa pitää kuitenkin huomioida, että ne eivät haittaa muuta tekemistä voimalalla. Päätös käydä TA10 voimalalla tehtiin torstainan, kun todettiin että saadaan TA22 valmiiksi ja perjantaina ei välttämättä päästä aloittamaan seuraavan voimalan vuosihuoltoa koko tiimin voimin.

Tuossa kohtaa meillä oli vielä vain SGRE henkilöllä pätevyys toimia huollon valvojana. Myöhemmin huoltojen edetessä saimme yhdelle PorE:n henkilöistä huoltopätevyyden ja 2019 keväällä tarkoituksena on saada pätevyys kaikille. SGRE:n huoltopätevyyteen pitää tehdä näyttö huollosta SGRE:n nimetyn henkilön valvonnassa, henkilöllä pitää olla erikseen lupa ottaa näyttöjä vastaan. Käytännössä tämä henkilö tuli Tanskasta viikoksi Tahkoluotoon, ja hänen kanssaan tehtiin voimalalla eri kohteiden huoltoa.

5.1.2 VKO 16/2018

Viikon tavoitteena oli saada tehtyä TA21 voimalan huolto, ja päästä aloittamaan seuraavan voimalan huolto viimeistään perjantaina. Työhön oli käytettävissä kolmen hengen tiimi koko viikon ajan. Aluksena huoltoja varten oli Merkkari varattuna koko viikon ajan. Koska edellisen voimalan huollosta oli jo saatu kokemusta, päätettiin tästä eteenpäin sisällyttää huoltoon myös TMSE tarkastukset, jolloin saadaan nopeutettua tulevaa hissien ja nostinten huoltoa, ja saadaan optimoitua ulkopuolisen työvoiman käyttöä, ja vähentää sitä kautta ulkopuolista laskutusta.

16.4.2018 TA21 vuosihuollon aloitus

Vuosihuollon aloitus, tarvikkeiden nosto voimalalle. Huoltokohteista tehtiin navan huolto kaikkien kohteiden osalta, pulttien kiristyksen konehuoneessa, vaihteiston suodattimien vaihto ja vaihteiston tarkastus, sekä automaattirasvauslaitteiden täytöt. Työpäivän pituus 14 h.

17.4.2018 TA21 Vuosihuollon jatkaminen

Huoltokohteina Generaattorin linjaus, päähydrauliikkakoneikon ja yaw-hydrauliikkakoneikon huolto ja tarkastukset, yaw-tason siivous, TMSE tarkastukset, sähkökaappien suodattimet ja hätäseispiirien testaukset, rasva- ja öljynäytteiden otto. Työpäivän pituus 12 h.

18.4.2018 TA21 Vuosihuollon lopetus ja TA20 vuosihuollon aloitus

Tiedossa oli, että saamme TA21 voimalan huollon valmiiksi päivän aikana, joten pakkasimme alukselle mukaan myös TA20 voimalan tarvikkeet. TA21 voimalalla vuosihuollon viimeistely konehuoneessa, alakerran huoltokohteiden teko, tarvikkeiden pakkaus siten että osa laukuista menee suoraan rantaan, osa nostetaan seuraavalla voimalla ylös, tarvikkeiden lasku alukselle. Aluksella varmistettiin vielä, että seuraavan voimalan tarvikkeet ovat pakattu ylös nostettaviin nostokasseihin.

TA20 Voimalalla vuosihuoltotyövälineiden nosto voimalan huoltotasolle. Todettiin voimalan henkilönostimen ohjauksen toimimattomuus ja aloitettiin vianhaku. Vika rajautui ohjainpaneelin virtalähteen rikkoutumiseen. Selvitettiin varastolla varaosatilanne ja todettiin että yksi sopiva virtalähde oli varastossa. Työpäivän pituus 11h.

19.4.2018 TA20 Vuosihuolto jatkaminen

Henkilönostimen ohjaimen virtalähteen vaihto ja nostimen testaus sen jälkeen. Nostin toimi normaalisti. Tarvikkeiden nosto voimalan konehuoneeseen, generaattorin linjaus, vaihteiston öljysuodattimien vaihto, automaattirasvareiden täyttö, rasva- ja öljynäytteiden otto. Työpäivän pituus 9 h

20.4.2018 Tuulipäivä

Tarvikkeiden haku kaupungista. Työvälineiden huolto ja tulevien voimaloiden huoltopakkausten valmistelu seuraavaa voimalaa varten. Ensimmäisten voimaloiden öljy- ja rasvanäytteiden pakkaus ja lähettäminen laboratorioon. Voimaloilta tuotujen sammuttimien vienti tarkastukseen.

Viikon tavoitteena oli saada TA21 voimala huollettua ja aloitettua seuraava, tässä myös onnistuttiin. Perjantaina tuuliolosuhteet nousivat niin koviksi, ettei silloin päästy jatkamaan TA20 huoltoa. Aikaisempaan suunnitelmaan tehdä TMSE hissi- ja nostintarkastusten yhteydessä tehtiin muutos ja aloitettiin niiden tarkastaminen vuosihuoltotöiden aikana. Ne saatiin soviteltua luontevasti vuosihuoltotyön yhteyteen. Ensimmäinen sarja rasva- ja öljynäytteitä lähetettiin laboratorioille analysoitavaksi. TA20 voimalan henkilönostimen vika tuli yllätyksenä, kun voimalalla käytiin viemässä tarvikkeita. Saimme varastosta korvaavan osan, eikä vika haitannut huoltojen kulkua kuin muutaman tunnin.

5.1.3 VKO17/2018

Viikon tavoitteena oli saada TA20 voimalan huolto valmiiksi ennen loppuviikolla alkavia nostin- ja henkilönostin tarkastuksia. TA20 voimalalla oli talven aikana tullut runsaasti roottorin kierroslaskurin viasta johtuvia hätäjarrutuksia, joten sinne oli suunniteltu nopeanpuolen jarrun jarrupalojen vaihto. Henkilö- ja kuormanostimien tarkastusten aloitus oli tarkoitus aloittaa tällä viikolla, tarkastajat tulivat Huolto Group Oy:ltä. Tarkoituksena oli jakaa työryhmät niin että saatiin tehtyä eri nostinten huollot samaan aikaan. Aluksena oli alkuviikolle varattuna Merkkari, ja loppuviikolle saatettiin Wind Servant käyttöön.

23.4.2018 TA20 Vuosihuollon jatkaminen

Työt aloitettiin TA20 roottorijarrun jarrupalojen vaihtotyöllä, todettiin työohjeessa olevan menetelmän olevan hidas ja suuritöinen. Tehtiin työ työohjeesta poiketen, dokumentoitiin työvaiheet ja myöhemmin jarrupalojen vaihdeosta tehtiin työohje, joka toimitettiin SGRE:llä arvioitavaksi parannusehdotuksena. Poikkeamalla alkuperäisestä ohjeesta, säästettiin työaika arviolta neljä tuntia. Koska voimala oli tehnyt lukuisia voimakkaita jarrutuksia, olimme varautuneet myös jarrulevyjen vaihtoon, niiden suoruuden kuitenkin todettiin olevan vielä annettujen toleranssien sisällä, joten päätettiin olla vaihtamatta niitä. Jarrulevyjen vaihtotyö on erittäin työläs operaatio, jo niiden koon vuoksi. Jarrulevyn halkaisija on noin yksi metri ja painoa +200kg. Jarrulevyjä on kaksi peräkkäin, ja on akselissa kiinni lämpösovitteella. Vaihtotyössä olisimme joutuneet purkamaan vaihteen ja generaattorin välisen koplinkin ja purkamaan jarrusatula-asetelman. Aikaa olisi kulunut todennäköisesti yli 1 työpäivä.

Vuosihuollon jatkaminen, navassa pulttien kiristykset, vaihdelaatikon ja päälaakerin pulttien kiristys. Yaw-hydrauliikkakoneikon ja yaw-tason huoltokohtaisen teko. Työpäivän päätteeksi tyhjennettiin Merkkarista kaikki työvälineet pois, aluksen vaihtoa varten, Wind Servant tulisi seuraavaksi meille käyttöön. Työpäivän pituus 14 h

24.4.2018 Tuulipäivä

Tuulipäivä hyödynnettiin valmistautumalla seuraavana päivänä alkaviin huolto- ja henkilönostin tarkastuksiin tarvittavien välineiden läpikäymisellä, sekä työohjeisiin perehtymällä. Hissi- ja nostintarkastajien kanssa käytiin toimistolla läpi mitä laitteita on tarkastettavana, mitkä ovat koekuormitusmassat ja muut tarkastuskohteet, sekä mahdolliset huolto-, säätö- ja rasvauskohteet. Henkilönostinten ja kuormausnostinten tarkastaminen vaatii erikoispätevyydet molempiin erikseen ja siksi niissä käytetään ulkopuolista tahoja tarkastamiseen.

25.4.2018 TA20 nostintarkastukset ja vuosihuolto

Lastasimme kaikki tarvikkeet ja välineet aamulla Wind servant alukselle. Päivän ohjelmassa oli aloittaa TA20 voimalalla henkilö- ja kuormausnosturien tarkastukset ja huollot. Koska laitteet olivat uutta tyyppiä kaikille, tavoitteena oli päivän aikana saada vain TA20 voimala tarkastettua. Kun tarkastukset oli suoritettu, alus vei tarkastajat maihin ja voimalan vuosihuoltoa jatkettiin ja saatiin se valmiiksi. Huoltokohteita olivat

mm. alakerran huolto ja TMSE tarkastukset, sekä hydraulikka-asemien huollot. Työpäivän pituus 15 h.

26.4.2018 Nostintarkastuksia

Päivän tavoitteena oli saada 2-3 voimalan nostintarkastukset tehtyä. Päivä kuitenkin aloitettiin TA23 voimalan keskijännitekatkaisijan resetoinnilla. Katkaisija oli lauennut muuntajan kaasuhälytyksen seurauksena. Voimaloiden muuntajissa on ollut aikaisemminkin taipumus tehdä kaasuhälytyksiä ja se aiheuttaa katkaisijan laukeamisen ja vaatii paikan päällä manuaalisen resetoinnin. Myöhemmin kesän aikana muuntajiin saatiin ilmausohje, ja koulutus ilmauksen tekemiseen. TA23 voimalan palattua toimintaan siirryttiin TA21 voimalle tekemään nostintarkastukset, ja sen jälkeen siirryttiin TA22 voimalle tekemään nostintarkastukset sekä vielä tekemättä jääneet TMSE tarkastukset. Työpäivän pituus 11 h.

27.4.2018 Nostintarkastuksia

Päivän tavoitteena oli kahden voimalan nostintarkastukset. Ensin tarkastettiin TA23 voimalan nostimet ja sen jälkeen TA26 nostimet. Henkilöstöä vaihdettiin siten, että edellisenä päivänä henkilönosturitarkastukseen osallistuneet tekivät kuormausnostimien tarkastusta ja päinvastoin. Työpäivän pituus oli tarkoitus pitää lyhyenä, mutta kesti silti 9 h.

Viikon tavoitteena oli saada viimeisteltyä TA20 voimalan huolto, ja aloitettua nostintarkastukset. Tässä myös onnistuttiin hyvin, vaikka yksi kovatuulinen päivä estikin voimaloilla työskentelyn. Nostintarkastukset saatiin hyvin alkuun ja valmiiksi viidellä voimalalla. TA23 voimalan muuntajan kaasuhälytys muutti yhden päivän suunnitelmaa, kun huoltojen sijaan jouduttiin ensin tekemään vikakäynti, se ei silti haitannut aikataulussa pysymistä merkittävästi. Nostinten huollot olivat mielenkiintoinen kokonaisuus, ja niiden koekuormitukset sekä tarkastukset olivat kaikille osallistujille uusia kokemuksia.

5.1.4 VKO 18/2018

Ville Stenros lomalla koko viikon, voimaloilla työt jatkuivat kuitenkin normaalisti. Tiimin tavoitteena oli suorittaa loput nostintarkastukset sekä aloittaa seuraavan voimalan, TA23, huolto. Viikon tiistaille osunut vappuaatto aiheutti sen, että koko tiimi oli pois töistä 30.4. Loppuviikosta SGRE:ltä tuli henkilö ottamaan vastaan huollon näyttöä yhdeltä tiimin jäseneltä, näytöt suoritettiin TA23 ja TA27 ja TA29 voimaloilla. PorE:n kolmas tiimiin palkattu henkilö pääsi aloittamaan työskentelyn voimaloilla alkukoulutusten jälkeen tällä viikolla. Aluksista oli käytössä Wind Servant.

30.4.2018 Koko tiimi vapaalla, johtuen seuraavan päivän vapunpäivästä.

1.5.2018 Vappu

2.5.2018 TA23 Vuosihuollon aloitus.

Pulttien kiristykset konehuone ja napa. TA24 ja TA25 henkilö- ja kuormanostinten tarkastukset.

3.5.2018

TA25 Henkilönostimen vianhaku, ohjainlaatikosta oli vioittunut virtalähde, jonka varaosa oli käytetty jo aiemmin toisella voimalalla, joten nostin jäi vikatilaan odottamaan varaosaa. Huollon ajaksi haettiin ohjainlaatikko toiselta voimalalta, jotta voitiin käyttää nostinta normaalisti. Lisäksi tehtiin TA27 ja TA29 TMSE tarkastukset. TA27, TA28 ja TA29 voimaloilla suoritettiin henkilö- ja kuormanostinten tarkastukset.

4.5.2018

Seuraavien voimaloiden huoltotarvikkeiden pakkaus ja työvälineiden huolto huoltokeskuksella. Nostinhuolloissa tarvittujen vuokratyökalusettien pakkaus ja lähetys SGRE:n varastolle.

5.1.5 VKO 19/2018

Viikon tavoitteena oli saada TA23 voimalan huolto valmiiksi ja aloittaa seuraavan voimalan huolto. Tiimissä oli nyt täysi neljän henkilön miehitys. Aluksista käytössä oli Wind Servant.

7.5.2018 TA23 Vuosihuollon jatkaminen

Lähdettiin aamulla normaalisti merelle, Wind Servant aluksella kuitenkin havaittiin vuoto konetilassa ja alus palasi satamaan. Vuoto oli pääkoneen potkuriakselin tiivisteessä, todennäköisesti sen aiheutti konehuoneen korvausilmaluukkujen kiinni olemisesta johtuva voimakas alipaine. Samalla kun vuoto havaittiin, oli toisessa apukoneessa käyntiongelmia turbon ahtopaineissa. Aloitettiin konehuoneen tyhjentäminen vedestä ämpäreillä ja jatkettiin laituriiin päästyämme pelastuslaitoksen ja Meripelastusseuran uppopumpuilla, jotka saatiin satamassa pelastuslaitoksen yksiköltä, sekä Meripelastusseuran asemalta. Aluksesta ei havaittu öljyvuotoja mereen. Vuoto saatiin lopulta tukittua hätäpalkeella, ja alus jäi laituriiin odottamaan korjausta. Huoltotarvikkeet siirrettiin Merkkari alukseen ja huoltoa päätettiin jatkaa seuraavana päivänä.

8.5.2018 TA23 Vuosihuollon jatkaminen.

Voimalalla saatiin tehtyä hydrauliiikka- ja vaihteistoöljysuodattimien vaihto. Yaw-tason huolto, pulttien kiristykset konehuoneessa ja yaw-tasolla. Hydrauliiikka-aseman huollon yhteydessä oli todettu, että se ei toimi oikein, vaikka voimala pysyykin tuotannossa. Asemaa tutkittaessa ja vikaa haettaessa todettiin yhden paineenrajoitusventtiilin vuotavan koko ajan painetta läpi. Koska voimala kuitenkin pysyi tuotannossa, päätettiin korjaus tehdä seuraavana päivänä, eikä lähteä hakemaan erikseen varaosaa varastolta. Työpäivän pituus 14 h

9.5.2018 TA23 vuosihuollon jatkaminen

Hydrauliiikka-aseman ylipaineventtiilin vaihto ja aseman toiminnan testaus loppuun. Muita kohteita: generaattorin linjaus ja generaattorin huoltokohteiden tarkastukset, navan pulttien kiristykset, automaattirasvareiden täytöt. Tiimin päästyä rantaan todettiin, että voimalan kaukokäyttö ei toimi. Lähdettiin vielä uudelleen käymään voimalalla tarkastamassa, miksi yhteys ei toimi. Ongelma löytyi yläkerran kaukokäyttövivun asennosta, joka oli jostain syystä kääntynyt paikalliskäyttöasentoon. Tuota kytkintä ei

normaalisti käytetä, vaan voimala otetaan paikalliskäytölle jo alakerran ohjauskaapin kytkimellä. Päivän pituus 11 h.

10.5.2018 Helatorstai, koko tiimi vapaalla.

11.5.2018 TA23 Vuosihuollon viimeistely.

Alakerran huolto, TMSE tarkastukset. Lisäksi tehtiin retrofit voimalan taajuusmuuttajien jäähdytysjärjestelmän imuilma kanavaan, koska voimaloissa oli ollut ongelmana veden valuminen sisäpuolelle. Korjauksena vaihdettiin imuilmakanavan palje paremmin tiivistyvään malliin. Konehuoneessa tehtiin retrofit, jossa uusittiin pääakselin ja konehuoneen välisen maadoituksen hiiliharjarakenne. Aikaisempi toteutus oli piilossa suojien alla ja vaikea tarkastaa huolloissa. Lisäksi ne olivat sellaisessa välissä, että niistä olisi voinut irronneet osat varista alas veteen asti, aiheuttaen vaaratilanteen henkilöstölle alatasolla ja aluksella. Laskettiin tarvikkeet alas alukselle ja rantaan päästäessä siivottiin vielä työvälineet seuraavaa viikkoa varten.

Koska Wind Servant vikaantui maanantaina ja sen päivän huoltotyöt jouduttiin siirtämään eteenpäin, ei viikon tavoite täytynyt. Aluksen vuoto oli kohtalaisen vakava tilanne ja yllätys kaikille osallistuneille. Tilanteen jälkeen käytiin keskustelua koko huoltoorganisaation kanssa, ja todettiin että poikkeustilanteissa toimimisessa aluksella pitäisi harjoitella myös huoltohenkilöstön osalta, ei vain aluksen miehistön. Vakavilta vahingoilta kuitenkin vältyttiin ja alus saatiin vuotamattomaksi. FFS siirsi aluksen iltapäivän aikana vielä Mäntyluodon satamaan ja se nostettiin laiturille korjattavaksi. Korjaukset kestivät lopulta 28.5.2019 asti, sillä ensin vaihdettu varaosa rikkoutui koeajossa. Akselintiivisteiden tyyppi päätettiin vaihtaa erilaiseen, korvaavaa osaa jouduttiin odottamaan yli viikon.

TA23 voimalan huollossa vastaan tullut hydraulikkavika aiheutti myös normaalia poikkeavaa työtä. Vika oli mielenkiintoisesti piilossa ja voimala toimi normaalisti. Huollossa testaukset eivät kuitenkaan onnistuneet ja sen perusteella aloitimme rajamaan vikaa. Tiimin osaamisessa hydraulikka on heikoimmassa asemassa, sillä kaikilla on sähköalan koulutus ja työhistoria. Vika kuitenkin löydettiin ja korjattiin ilman ulkopuolista apua.

5.1.5.1 VKO20/2018

Viikon tavoitteena oli saada TA26 voimalan huolto valmiiksi ja aloitettua seuraavan voimalan huolto. Aluksena oli Merkkari koko viikon Wind Servantin ollessa vielä korjattavana. Tiimissä oli koko viikon neljä henkilöä. Tiistaille ja keskiviikolle oli varattu pieni saksinostin, jolla tehtäisiin voimaloiden huoltotasojen nostinten tarkastukset ja huollot, tarkastuksissa olisi yksi henkilö kiinni tiimistä. Työpäivän pituus 13 h

14.5.2018 TA26 Vuosihuolto aloitus.

Huollon aloitus ja tavaroiden nosto voimalaan. Huoltokohteista tehtiin pulttien kiristykset navassa, konehuoneessa sekä yaw-tasolla, öljy- ja rasvanäytteiden otto, hydraulikka- ja vaihteistoöljysuodattimien vaihdot, navan huoltokohteet sekä TMSE tarkastukset. Työpäivän pituus 12 h.

15.5.2018 TA26 Vuosihuollon jatkaminen.

konehuoneen huoltokohteet valmiiksi, yaw-tason huoltokohteet, alakerran huolto, retrofit jäähdytysilman ottoon, retrofit pääakselin maadoitukseen. nosturitarkastustiimi sai valmiiksi kuuden voimalan osalta huoltotason nostimien tarkastukset.

16.5.2018 TA26 Vuosihuollon lopetus, Ville Stenros vapaalla.

Voimalalla vuosihuollon viimeistelytyöt ja siivoukset, huoltotarvikkeiden alas lasku. Huoltotason nostimista loppujen neljän voimalan tarkastukset saatu valmiiksi.

17.5.2018 TA24 vuosihuollon aloitus

Tarvikkeiden nostot voimalalle. Öljynäytteiden otto sekä vaihteisto- ja hydraulikka-suodattimien vaihto. Navan huoltokohteet. Työt keskeytettiin kovaksi voimistuneen tuulen vuoksi iltapäivällä. Tuulen ollessa pohjoisesta 12-15m/s, aluksen turvallinen kiinnittyminen voimalle oli epävarmaa nousevan aallokon vuoksi. Työt keskeytettiin siten, että saatiin voimala kuitenkin käyntiin ja voitiin jättää kaikki tarvikkeet ja välineet turvallisesti voimalalle. Keskeytyspäätöksestä kesti noin 45minuuttia siihen, kun kaikki henkilöt olivat huoltoaluksen kannella.

18.5.2018 Tuulipäivä. Tuuli voimistui päivän aikana 16-17m/s aamun 6-7m/s:stä. Hyödynnettiin päivä työvälineiden ja varusteiden huollolla, sekä materiaalihankinnoin ja mm. sammuttimien tarkastukseen viennillä.

Viikon tavoite täyttyi, vaikka tuuli sotki töiden teon 1,5 päivän osalta. Tärkeimpänä tavoitteena oli kuitenkin saada tehtyä loput nostinten tarkastukset, jolloin voitiin palauttaa lainassa ollut saksinostin pois, sekä päättää ulkopuolisen työvoiman varaus tarkastuksia varten. 17.5.2018 oli käytännössä ensimmäinen päivä, kun työt jouduttiin tuulipuistossa keskeyttämään sään muutoksen vuoksi, aikaisemmin oli onnistuttu enakoimaan vastaavat tilanteet ja siirretty voimaloille menoa eteenpäin.

5.1.6 VKO21/2018

Viikon tavoitteena saada TA24 voimalan huolto valmiiksi ja sen lisäksi saada vielä seuraavankin voimalan huolto tehtyä. Aluksena oli edelleen Merkkari, Wind Servantin ollessa korjattavana. Tiimin koko oli neljä henkilöä koko viikon.

21.5.2018 TA24 Vuosihuollon lopetus ja TA29 voimalan vuosihuollon aloitus.

Työt aloitettiin TA24 voimalan vuosihuollon jatkamisella. Aamulla pakattiin alukselle mukaan myös seuraavan, TA29 voimalan tarvikkeet. TA24:llä tekemättä oli vielä navan ja konehuoneen huoltojen viimeistely sekä alakerran huolto. Huollon valmistumisen jälkeen laskettiin tarvikkeet alas, nostokassit pakattiin ja merkittiin siten että osa meni TA29 voimalle suoraan ja osa vietäisiin rantaan päivän päättyessä. Näin päästiin aloittamaan seuraavan, eli TA29 voimalan huolto vielä samana päivänä jouhevasti. TA29 voimalalla tehtiin tarvikkeiden nostot ja vuosihuollon aloitus, muun muassa automaattirasvareiden täyttö. Työpäivän pituus 14 h, josta TA24 voimalla käytettiin 6 h töiden viimeistelyyn.

22.5.2018 TA29 Vuosihuollon jatkaminen

Työkohteina oli kaikki pulttien kiristykset, hydrauliiikka- ja vaihteistoöljynäytteiden otot ja kaikkien suodattimien vaihto. Konehuoneessa tehtiin kaikki huolto- ja tarkastuskohteet mukaan lukien generaattorin linjauksen tarkastus ja generaattorin huoltokohteet. Koska huolto eteni hyvin, ja seuraavan päivän tuuliennuste näytti kovaa

tuulta, päätettiin tehdä huolto valmiiksi vielä saman päivän aikana päivää pidentämällä. Huoltojen jälkeen laskettiin tarvikkeet alukselle. Työpäivän pituus 15 h.

23.5.2018 tuulipäivä, kaluston huoltoa ja huoltopakettien valmistelua varastolla.

24.5.2018 TA28 vuosihuolto aloitus.

Vuosihuollon aloitus voimalalla, tarvikkeiden nostot ja valmistelut konehuoneessa. Työkohteina pulttikiristykset konehuoneessa ja navassa, sekä yaw-tasolla, jolloin saatiin pakattua pulttityökalut pois ja nostettua pois konehuoneesta voimalan katolle. Samoin tehtiin automaattirasvareiden täytöt. Näin saimme useita nostolaukkuja pois voimalan konehuoneesta häiritsemästä muuta huoltoa. Päivän aikana tehtiin myös muita voimalan tarkastuksia ja huoltokohteita. Työpäivän pituus 13 h.

25.5.2018 TA28 Vuosihuolto, Ville Stenros vapaalla.

Päivän aikana saatiin tehtyä hydraulikka-asemien huolto, sekä generaattorin linjauksen tarkastus, jonka todettiin olevan pielessä. Koska tuulet olivat melko kovat, ei generaattorin linjausta pystytty tekemään tuona päivän aikana, vaan se piti siirtää odotamaan sopivaa säätä.

Viikon tavoitteena oli saada TA24 voimala valmiiksi, ja saada yksi toinen voimala sen lisäksi huollettua. Tässä onnistuttiinkin, koska koko tiimin kokemus oli kasvanut aikaisempia huoltoja tehtäessä ja pystyttiin näin optimoimaan tekemistä voimalalla siten, että saatiin lyhennettyä TA29 voimalan huolto kahdelle päivälle, se vaati myös sen, että kaikki osallistujat pystyivät tekemään pitkiä päiviä tuon viikon, eikä kenenkään tarvinnut lähteä normaalin työpäivän tuntien täytyttyä pois voimalalta. TA28 voimalan generaattorin linjauksen oleminen pois toleranssista tuli pienenä yllätyksenä, ja koska sitä ei ollut aiemmin näihin voimaloihin tarvinnut tiimin osalta tehdä, päätettiin se jättää kovassa tuulessa tekemättä ja siirtää seuraavaan viikkoon.

5.1.7 VKO22/2018

Viikon tavoitteena oli tehdä loput voimaloiden huolloista valmiiksi. Tähän oli realistiset edellytykset, sillä edellisellä viikolla oli jo saatu vähennettyä käytettyjen päivien

määrä per voimala alle kahteen päivään. Aluksena oli edelleen Merkkari, mutta tiedossa oli, että Wind Servantin pitäisi olla myös valmistumassa korjauksesta.

28.5.2018 TA28 Vuosihuollon lopetus, sekä TA25 voimalan vuosihuolto aloitus.

Suoritettiin TA28 generaattorin linjaus ja voimalan vuosihuolto loppuun. Tarvikkeiden pakkaamisessa huomioitiin jälleen siirtyminen seuraavalle voimalalle samalla käynnillä siten, ettei tarvikkeita tarvitse aluksen kannella enää pakata uudelleen, vaan tarvittavat laukut nostetaan suoraan seuraavalla voimalalla ylös.

TA25 voimalalla aloitettiin vuosihuolto, ja nostettiin tarvikkeet ylös. Tehtiin automaattirasvareiden täytöt, hydrauliiikka ja vaihteistoöljysuodattimien vaihto sekä öljy- ja rasvanäytteiden otot. Saman päivän aikana tehtiin vielä retrofit ilmanavaan sekä pääakselin maadoitukseen. Työpäivän pituus 13 h

29.5.2018 TA25 Vuosihuollon lopetus

Jatkettiin TA25 voimalan vuosihuoltoa, alus vaihtui aamulla Wind Servantiin, joka oli saatu korjattua. Voimalalla tehtiin pulttien kiristykset konehuoneessa ja navassa, navan huoltokohteet, yaw-tason huolto, alakerran huolto ja testit sekä TMSE tarkastukset. Voimalan vuosihuolto saatiin valmiiksi, jonka jälkeen tehtiin tavaroiden lasku alas voimalasta. Työpäivän pituus 12 h

30.5.2018 TA27 Vuosihuollon aloitus

Alus vaihtui jälleen Merkkariin, koska Wind Servantilla oli varattuna katsastuksia tuolle päivälle, eikä ollut näin ollen huoltotiimin käytössä. Aloitettiin TA27 voimalan vuosihuolto. Huoltotarvikkeiden nostojen jälkeen tehtiin hydrauliiikka- ja vaihteistoöljysuodattimien vaihdot sekä öljy- ja rasvanäytteiden otot, automaattirasvareiden täytöt, alakerran huoltokohteet sekä retrofitit pääakselin maadoitukseen ja alakerran ilmanottokanavaan. Työpäivän pituus 9 h

31.5.2018 TA27 Vuosihuollon lopetus

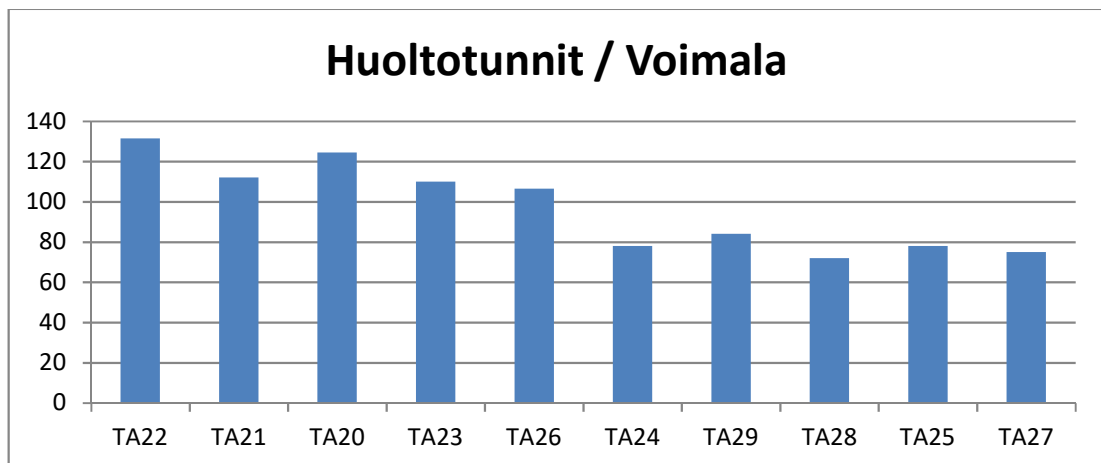
Alukseksi vaihtui jälleen Wind Servant. Voimalassa tehtiin konehuoneen ja navan pulttien kiristykset, konehuoneen huoltokohteet ja tarkastukset, yaw-tason huolto, TMSE tarkastukset, vuosihuollon viimeistely ja tarvikkeiden lasku alas. Työpäivän pituus 10 h

1.6.2018

Kuukausiraporttien teko ja lähettäminen tuulimittausprojekteista, menossa oli edelleen kaksi mittausprojektia, eri asiakkaille. Koska kaikki voimaloiden vuosihuollot oli saatu valmiiksi, tehtiin kalustolle tarvittavia huoltotoimenpiteitä. Pakattiin vuokratut erikoistyökalut kuten hydraulikkavenyttimet ja -vääntimet sekä linjauslaser, ja lähetettiin ne pois saitilta. Käytiin läpi tiimin sisällä arvioita huoltojen onnistumisesta ja koitettiin miettiä mitä tulee ottaa huomioon seuraavissa huolloissa.

5.2 Huoltojen toteutuminen

Kaiken kaikkiaan projekti onnistui nopeammin kuin olimme suunnitelleet, ja mitä siihen oli varattu käytettäväksi aikaa. Voimalakohtaista huoltoon käytettyä aikaa onnistuttiin pudottamaan ensimmäisistä, yli 120h kestäneistä, lopun vajaisiin 80h kestäneisiin, samalla kuitenkin lisättiin huollossa tarkastuskohteita TMSE osalta, sekä retrofit päivitysten tekemisellä. Hieman yllättäen, kun tiimiin saatiin neljäs henkilö huoltojen puolella välissä, putosi voimalakohtaisesti käytetty aika samalla edelleen. Alkuperäinen tavoite n.1 voimala/viikko saatiin tahdiksi heti alussa. Taulukossa 2 on esitetty voimaloiden huoltoon käytetty aika suoritusjärjestyksessä. Tuntimääriin on laskettu kaikki huoltokohteet ja kaikkien tiimiin kuuluneiden henkilöiden kirjaamat tunnit. Huoltojen aikana ilmeni tarve päivittää SHT:lle jatkossa tehtäviä huoltoja varten ohjeistusta, ja sen päivitystyö aloitettiin huoltojen valmistuttua.



Taulukko 2. Voimaloiden huoltoihin käytetty aika voimaloittain ja järjestys.

6 POHDINTA

6.1 Yleistä huoltojen onnistumisesta.

Koska Tahkoluodon tuulivoimalat ovat uusia, ja niihin tehtiin nyt ensimmäinen vuosihoito, oli projektissa monta uutta kohtaa kaikille osallisille, niin asiakkaan, toimitajan kuin toteuttavan portaan taholla. Vaikka meille oli toimitettu etukäteen huolto-ohjeet ja ohjeet, niin silti ensimmäisillä voimaloilla suuri osa työstä oli ohjeistuksen läpikäyntiä ja soveltamista. Osa ohjeistuksesta oli virheellistä, ja virheitä selviteltiin toimittajan asiantuntijoiden kanssa. Virheellisiä ohjeistuksia oli syntynyt esim. ohjelmistopäivitysten vuoksi, joiden vuoksi ei kaikkia testejä enää voinut tehdä.

Vaikka tiimiin kuuluneilla on ennestään tuulivoimaloiden kunnossapidosta kokemusta, oli uuden konemallin huolto muuttunut aiemmista. SGRE:llä on lähtökohtaisesti työohjeistus ja tarkastuslistat erittäin hyvälaatuisia, ja lähes kaikkiin töihin on ohjeet saatavilla. Tuulivoimala-alan suhteellisesta tuoreudesta johtuen, ohjeiden saatavuus ja kattavuus ei ole mikään itsestäänselvyys, vaikka laitteet ovat konedirektiivin mukaisesti hyväksytyjä. Monesti ohjeiden saatavuus on heikkoa, ja jos ne ovatkin saatavilla, ovat ne useimmiten englannin kielisiä, tai käännetty huonosti.

Tiimin sisäiset henkilösuhteet olivat vielä huoltojen alussa hioutumassa, johtuen tiimin perustamisesta vasta voimaloiden toimitusten jo alettua. Toimintatapojen selkiytymisellä ja tiimin sisäisen kemian parantumisella, oli selkeä vaikutus osaltaan huoltojen etenemisen nopeutumiseen. Huoltoihin käytettyjen tuntien vähentymisen vaikutus taloudellisella puolella huoltojen nopeutuminen ei ole niin merkittävää, sillä tuulipuistolle on laskettu kiinteä miehitys koko ajaksi, mutta alusten osalta säästö on merkittävä. Saimme vähennettyä käytettyjä aluspäiviä merkittävästi projektin aikana. Toki päivän pidentyminen lisäsi miehistökuluja, mutta niiden vaikutus kustannuksiin on pienempi kuin alusten päivävuokran osuus.

Töiden edistyessä pidettiin huoli siitä, ettei syntynyt tilanteita, jossa tietyt henkilöt tekivät aina samat työtehtävät, vaan työtehtäviä kierrätettiin kaikkien osallistujien kes-

ken. Näin saatiin pidettyä huolta kaikkien jaksamisesta, sekä kaikkien osaamisen kehittymisestä. Ensimmäisen vuoden huollon tavoitteena oli huoltojen lisäksi kehittää paikallisen tiimin osaamista siten, että jatkossa takuuajan jälkeen voimaloiden huolto ja käynnissäpito hoituu SHT:n oman organisaation voimin.

Sään vaikutus projektin etenemiseen jäi yllättävän vähäiseksi. Käytännössä työpäiviä jäi käyttämättä kovan tuulen vuoksi kolme, ja yhtenä päivänä jouduttiin työt keskeyttämään nousevan tuulen vuoksi. Tuulipäivänä töitä ei voimaloilla vältetä pelkästään kulkemisen varmistamiseksi, vaan myös siksi että kovalla tuulella voimala tuottaa omistajalle enemmän, kuin mitä huoltotiimin kustannukset ovat odottaessa rannassa. Tämä tulee vielä korostumaan isommilla voimaloilla tulevaisuudessa.

Nyt tehty ensimmäinen vuosihuolto oli laajuudeltaan erittäin laaja ja siinä käytiin läpi käytännössä kaikki voimalan järjestelmät. Varsinaisen vuosihuollossa jäi tekemättä keskijännitekatkaisijoiden huollot, sekä muuntajien huollot puuttuvien sertifikaattien vuoksi, nämä piti tehdä heti huoltojen jälkeen, kun saatiin asiantuntija paikalle, mutta sää muututtua sen verran huonoksi jouduttiin huoltoja lykkäämään juhannuksen jälkeen.

Seuraavien vuosien huollot tulevat olemaan huomattavasti kevyempiä työmäärältään. Jo nyt voimalatoimituksen yhteydessä toimitettuihin tuleviin huoltolistoihin on tullut isoja muutoksia, joissa mm. suodatinten vaihtoväliä on harvennettu joka toiselle/kolmannelle vuodelle, samoin öljyvaihtovälit on venyneet viidestä vuodesta seitsemään, ja ne tulevat todennäköisesti pidentymään vieläkin. Näillä toimilla pyritään saavuttamaan kustannussäästöjä turhia huoltoja minimoimalla. Toki voimaloita valvotaan koko ajan aktiivisesti, ja esimerkiksi värinämittauksilla päästään nopeasti kiinni kulumatilanteisiin, joita ei visuaalisilla tarkastuksilla edes saataisi kiinni niin aikaisin. Samoin öljyjen laboratorioanalyysillä päästään parempaan ennakoivaan huoltoon kuin perinteisellä menetelmällä, jolloin vaihdetaan säännöllisesti ja usein öljyjä ja suodattimia.

Tahkoluodon merituulipuiston 11 voimalan kokonaisuus ei sellaisenaan ole vielä taloudellisesti kovin kannattava investointi, mutta projektilla on tarkoitus lisätä osaamista merituulivoimasta ja hankkia kokemuksia tulevia isompia tuulipuistoja ajatellen.

Suomen merialueen olosuhteet ovat varsin erilaiset Pohjanmerellä olevista puistoista, ja siellä käytössä olevia toimintamalleja ei sellaisenaan voi täällä soveltaa.

Myös energian hinta aiheuttaa painetta optimoida toimintaa ja laskea operatiivisia kustannuksia. Tämä näkyy varsinkin käytettyjen alusten kohdalla. Tahkoluodon merituulipuistoon on suunnitelmissa laajentuminen pohjoisen suuntaan, kaavoitusvalmistelu on menossa ja voimaloiden määräksi tulee tämänhetkisen arvion mukaan noin 50 voimalaa, voimalakoko todennäköisesti kasvaa +8 MW luokkaan.

6.2 Toimintaohje Merituulivoimaloilla työskentelyyn.

Koska Tahkoluodon tuulivoimaloiden takuu-aika loppuu 2019 kesällä, pitää niille luoda omat työskentelyohjeet. Voimaloiden pystytyksen ja takuu-aikana käytössä olleet ohjeistukset ovat SGRE:n toimittamia ja jakaantuneet useampaan dokumenttiin. SGRE dokumentaatiossa ohjeistus on kirjoitettu hyvin kattavasti ja osin soveltaen Pohjanmeren merituulipuistoissa käytössä olevia käytänteitä. SGRE:n tapa esittää asiat dokumenteissa on tehdä niistä hyvin laaja-alaisia, ja ympäri maailman päteviä, sen vuoksi ne ovat käyttäjille monimutkaisia ja usein kankeita soveltaa paikallisiin olosuhteisiin. Dokumentaatiossa on myös jonkin verran ristiriitaisuutta paikallisiin maakohtaisiin vaatimuksiin.

Uuteen toimintaohjeeseen on kerätty Tahkoluodon merituulipuiston toiminnan kannalta oleelliset asiat. Tahkoluodon merituulipuistossa kuitenkin on omat erityispiirteet ja olosuhteet joita ei esiinny muilla merituulivoimapuistoilla. Ohjeistusta on pyritty yksinkertaistamaan ja selkeyttämään, sekä ottamaan paremmin huomioon Suomessa olevat paikalliset vaatimukset. Tavoitteena oli, että jatkossa työskentelyyn riittää yksi dokumentti jota päivitetään tarvittaessa. Toimintaohje kuten aiemmatkin käytössä olleet ohjeet ovat SHT sisäisiä dokumentteja.

Varsinaiset työohjeet ovat jatkossakin voimalan toimittajan vastuulla, mutta toimintaohjeissa kuvataan SHT:n voimaloilla työskentelyn menettelytavat ja vaatimukset. Päivitetystä Toimintaohjeesta käsitellään mm.

- Turvallisia työmenetelmiä

- Varusteita ja työvälineitä, sekä niiden turvallista käyttöä
- Työskentelyssä vaadittuja koulutuksia
- kemikaalien ja vaarallisten aineiden käsittelyä
- Huolloissa syntyvien jätteiden käsittelyä
- CTV aluksien toimintaohjeistus ja alusten vaadittuja ominaisuuksia
- Toimintatapoja tuulivoimaloille kulkemiseen ja työskentelyyn
- toiminta poikkeustilanteissa

Nyt päivitetty toimintaohje pohjautuu seuraaviin aikaisemmin käytössä olleisiin dokumentteihin, ja korvaa jatkossa ne.

- Method Statement - Marine Coordination Centre. (MS-10080033-MCC)
- Method statement - Crew Transfer Operations. (MS-10080033-CTV)
- Tahkoluoto Wind Farm Offshore Emergency response plan (TWFOERP)
- Basic Health and Safety Rules (Basic Health and Safety Rules)

LÄHTEET

Avanti Service. Henkilönostinten huolto-ohje. Avanti_service_lift_inspection.pdf.

Basic Health and Safety Rules. Fluix järjestelmä. Basic Health and Safety Rules_rev. 21.pdf. Fluix. (Tekijän hallussa)

Service manual G4 MKIII R16. 2018. Wind power service G4 MKIII R16. Service manual. Siemens. German. (Tekijän hallussa).

GWO:n www-sivut 2019. Viitattu 3.4.2019. www.globalwindsafety.org

Hiab. Kuormausnosturin huolto-ohje. Fluix järjestelmä. HIAB-SWP2-v4.pdf. Fluix. (Tekijän hallussa)

MS-1008033-CTV. Method statement, Crew Transfer Operations. MS-1008033-CTV. SHT:n dokumentinhallintajärjestelmä. Suomen Hyötytuuli Oy

MS-10080033-MCC. Method Statement, Marine Coordination Centre. MS-10080033-MCC. SHT:n dokumentinhallintajärjestelmä. Suomen Hyötytuuli Oy

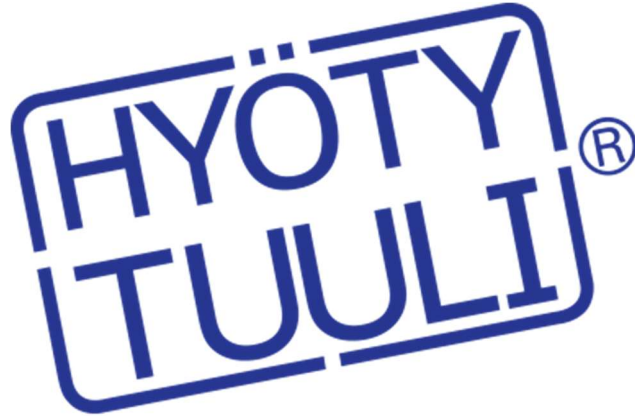
SHT:n www-sivut 2019. Viitattu 3.4.2019. <http://hyotytuuli.fi>

SHT:n www-sivut 2019 Tahkoluodon merituulipuistosta. Viitattu 3.4.2019. <http://hyotytuuli.fi/tuulipuistot/tahkoluodon-merituulipuisto>

TWFOERP .Tahkoluoto Wind Farm Offshore Emergency response plan. SHT:n dokumentinhallintajärjestelmä. Suomen Hyötytuuli Oy. (Tekijän hallussa)

Tuulivoimalan varaosaluettelot. Spare part catalogue, part 1 and part 2. Fluix järjestelmässä (Tekijän hallussa).

LIITE 1



7							
6							
5							
4							
3							
2							
1	25.3.2019	Draft	VSt				
Rev	Issued date	Description	Made by	Chk'd by	Disc by	Proj. appr.	Client appr.

Client:

Client reference:

Project no

Project title:

Tahkoluoto Offshore Merituulipuisto

Document title:

Toimintaohje merituulivoimaloilla työskentelemiseen

Document no:

Rev

Page

Sisälllys	
1 Esittely	4
2 Toimintaohjeen soveltamisalue	4
3 Sanasto	5
4 Olosuhteet	6
4.1 Mäntyluoto Satama	6
4.3 WTG ja GBF	7
5 Työskentely merituulivoimaloilla	8
5.1 Henkilöstö vaatimukset	8
5.2 Henkilökohtaiset varusteet merituulivoimaloilla työskenneltäessä	8
5.3 Tarvikkeiden nosto ja laskeminen	8
5.4 Koulutukset	9
5.4 Työskentely	9
5.5 Sähköturvallisuus	9
5.6 Hydrauliiikka laitteistot	9
5.7 Mekaaniset laitteet ja pyörivät osat	10
5.8 Kemikaaliturvallisuus	10
5.9 Tulityöt SHT työmailla	10
5.10 Jätehuolto	10
5.11 Lämpötilan vaikutukset	11
5.12 Ukkosen vaikutus	11
5.13 Poikkeamien raportointi	11
5.14 Marine coordinator	11
5.15 Viestiyhteydet	11
5.16 Vierailijat merituulivoimaloilla	12
6 CTV alukset	13
6.1 CTV Alusten käyttö	13
6.2 Navigointi	13
6.3 Raportointi	14
6.3 Talvi operointi	14
6.4 CTV aluksen täydennys	14
6.4.1 Bunkraus	14
6.4.2 Makea vesi	14
6.4.3 Jätehuolto	14
6.5 Turvallisuus CTV aluksilla	14
7 Toiminta hätätilanteessa	15
8 Tahkoluoto tuulipuiston voimaloiden ja kaapelointien sijainti	16