

SCADA-järjestelmän kehityssuunnitelma  
Asiakaskäyttöliittymä

Ilkka Väänänen

Opinnäytetyö  
Tekniikan ja liikenteen  
Tuotantotalous  
Insinööri AMK

2015

Tuotantotalous  
Insinööri

---

<b>Tekijä</b>	Ilkka Väänänen	2015
<b>Ohjaaja</b>	Juha Kaarela Lehtori, Tuomas Pussila Tuntiopettaja (päätoiminen)	
<b>Toimeksiantaja</b>	Wind Controller JV Oy	
<b>Työn nimi</b>	SCADA-Järjestelmän Kehityssuunnitelma, Asiakaskäyttöliittymä	
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	46 + 10	

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Wind Controller JV Oy:lle kehityssuunnitelma koskien SCADA-järjestelmän asiakaskäyttöliittymää. Wind Controller JV Oy:llä oli tarve kehittää oma SCADA-käyttöliittymä asiakaskäyttöön, koska markkinoilla olevat järjestelmät eivät olleet yrityksen käyttötarkoitukseen sopivia.

Kehityssuunnitelman teossa keskityttiin pääsääntöisesti asiakaskäyttöliittymän kehittämiseen, sen sisältöön, ulkonäköön ja teknisiin ominaisuuksiin. Näiden lisäksi kehiteltiin uusia raportointimalleja sekä ideoitiin käyttöliittymän erilaisia ansaintamalleihin.

Ennen kehityssuunnitelman kirjoittamista kehityssuunnitelman tekijä tutustui nykyiseen SCADA-järjestelmään ja sen käyttöliittymiin sekä alan kirjallisuuteen ja teoksiin.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi Wind Controller JV Oy:lle kehityssuunnitelma SCADA-järjestelmän asiakaskäyttöliittymästä.

Industrial Management  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Ilkka Väänänen	2015
<b>Supervisor(s)</b>	Juha Kaarela M.Sc, Tuomas Pussila M.Sc	
<b>Commissioned by</b>	Wind Controller JV Oy	
<b>Subject of thesis</b>	Development of SCADA, Customer User Interface	
<b>Number of pages</b>	46 + 10	

---

The objective of the thesis work was to create development plan of new SCADA customer user interface to Wind Controller JV Oy. Wind Controller JV Oy had demand to development their own SCADA customer user interface to their customers, because SCADA systems on market does not meet their needs.

Main focus on development plan was to develop customer user interface, its content, appearance and technical features. Additionally with these features focus on development was to create new report templates and make plan for earning model.

Before development plan writing, writer of development plan got acquainted with old SCADA system and its user interfaces. Beside these writer of development plan studied literature and writing of SCADA.

Result of the thesis work was new development plan of SCADA customer user interface for Wind Controller JV Oy.

Key words

SCADA, wind power, wind turbine, user interface.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	WIND CONTROLLER JV OY .....	7
3	SCADA-JÄRJESTELMÄN TEORIA .....	10
3.1	SCADA-järjestelmän kehityskaari .....	12
3.2	SCADA-järjestelmän käyttöliittymä .....	13
3.3	SCADA-järjestelmän tietoliikennejärjestelmät .....	14
4	NYKYINEN SCADA-JÄRJESTELMÄ .....	16
4.1	Asiakaskäyttöliittymä .....	16
4.2	Wind Controllerin käyttöliittymä .....	18
5	SCADA-JÄRJESTELMÄN KEHITYSTARVE .....	23
6	ASIAKASKÄYTTÖLIITTYMÄ .....	25
6.1	Kotisivu .....	26
6.2	Raporttisivu .....	30
6.3	Puisto-/voimalakohtainen sivu .....	34
6.4	Ulkoasu .....	36
7	WIND CONTROLLER KÄYTTÖLIITTYMÄ .....	37
8	KAUPALLINEN KEHITYS .....	39
8.1	Tuotteistaminen .....	39
8.2	Ansaintamallit .....	40
9	POHDINTA .....	43
10	LÄHTEET .....	45
	LIITTEET .....	46

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

SCADA	Valvomojärjestelmä (Supervisory Control And Data Acquisition)
LAN	Lähiverkko (Local area network)
GSM	Matkapuhelinjärjestelmä (Global System for Mobile Communications)
3G	Kolmannen sukupolven matkapuhelinjärjestelmä
4G	Neljännän sukupolven matkapuhelinjärjestelmä
Modbus	Sarjaliikenneprotokolla
CANopen	Sarjaliikenneprotokolla
FTP	Tiedonsiirtomenetelmä (File Transfer Protocol)

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi oululainen tuulivoima-alan yritys Wind Controller JV Oy. Wind Controller JV Oy:n päätoimialaa on tuulivoima-alan tekninen konsultointi ja tuulivoimaloiden operointi. Wind Controllerilla oli tarve kehittää oma SCADA -järjestelmän asiakaskäyttöliittymä tuulivoima-alan asiakkailleen, koska markkinoilla olevat järjestelmät eivät vastanneet yrityksen tarpeita.

Opinnäytetyön aiheena on SCADA-järjestelmän asiakaskäyttöliittymän kehityssuunnitelma. Kehityssuunnitelma rajattiin koskemaan teknisen kehityksen osalta teknisten ominaisuuksien ja ulkonäön kehittämiseen. Kaupallisen kehityksen osalta kehityssuunnitelma rajattiin tuotteistamiseen ja ansaintamallien kehittämiseen.

Opinnäytetyössä käydään läpi SCADA-järjestelmän asiakaskäyttöliittymän teknisten ominaisuuksien kehitys. Pääpaino on käyttöliittymän rakenteessa. Kaupalliselta osalta opinnäytetyössä käydään läpi käyttöliittymän erilaisia ansaintamalleja sekä hieman tuotteistamista.

## 2 WIND CONTROLLER JV OY

Wind Controller JV Oy (myöhemmin Wind Controller) on vuonna 2012 perustettu tuulivoima-alan palveluntarjoaja. Wind Controller tarjoaa projektinhallintaa, teknistä konsultointia, tuulivoimaloiden operointia ja varaosapalveluita tuulienergiateollisuudelle. Wind Controller tarjoaa myös Global Wind Organisationin standardien mukaisia korkeanpaikantyyön perus- ja jatkokursseja, yrityksellä on näihin koulutuksiin tarkastus-, testaus-, sertifiointi-, konsultointi- ja koulutusyritys Inspectan myöntämät sertifikaatit. Alla muutamia esimerkkejä Wind Controllerin palveluista:

- 24/7-operointi
  - tuulivoimaloiden etäkäyttö
  - asiakaskäyttöliittymät voimaloiden ajantasaiseen seurantaan verkossa
- resurssien hallinta
  - tuulivoimaloiden kustannustehokas systemaattinen käyttö ja huolto
  - yksittäisten tuulivoimalan välttämättömien ja suositeltujen huoltojen sekä päivitysten määrittely
  - palvelujen kilpailutus, neuvottelut, sopimusten teko, koordinointi, valvonta ja tarkastus
- kunnonvalvonta
  - online-kunnonvalvonta
  - endoskooppitutkimukset
  - värähtelymittaukset
  - voitelutekniikka
- tarkastukset

- vastaanottotarkastus
- tarkastus takuuajan loppuessa
- vuositarkastukset
- tarkastus huoltosopimuksen päättyessä
  
- asiantuntijapalvelut
  - voimaloiden päivitykset
  - vianetsintä
  - ennakoivan kunnossapidon ohjeistukset
  - tiedot säännöksistä ja paikallisista poikkeuksista
  - simulaatiot ja lujuuslaskelmat
  
- varaosapalvelut
  - toimitusketjun optimointi
  - varaosastrategia
  - varaosien myynti
  
- siipien laaduntarkastus
  - laaduntarkastus tehtaalla
  - laaduntarkastus kohteessa
  - siipien tarkastukset, käyttöikästrategia ja korjaussuunnitelma
  
- huoltohissien huolto
  - huoltohissien asennus ja huolto
  - huoltohissien tarkastus ja huoltosuunnitelmat



- työturvallisuuspalvelut
  - henkilökohtaisten turvavälineiden tarkastukset
  - konsultointi (WindController 2015).

Wind Controllerin kumppaniverkosto koostuu kattavasta valikoimasta erikoisosaajia ja huoltoyrityksiä. Tämän kumppaniverkoston avulla Wind Controller mahdollistaa palveluiden tarjoamisen asiakkaille kustannustehokkaasti. Wind Controllerin tavoite on maksimoida asiakkaiden omistamien tuulipuistojen energiantuotanto sekä minimoida asiakkaiden tuulivoimaloihin käytettävät huoltokustannukset.

Wind Controllerin pääasiallista toimialuetta ovat Suomi, Ruotsi ja Viro. Yrityksellä on asiakkaita myös Englannissa, Ranskassa, Espanjassa ja Tšekissä. (WindController 2015)

### 3 SCADA-JÄRJESTELMÄN TEORIA

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), suomeksi valvomojärjestelmä, on esimerkiksi laitoksessa oleva huone, jossa valvotaan ja ohjataan kyseisen laitoksen toimintaa ja prosesseja. Valvomojen suosio nousi 1960-luvulla ja niiden suosio on edelleen nousussa. Valvomoita kehitetään jatkuvasti ja nykypäivän valvomot ovatkin jo edenneet kolmanteen sukupolveen. (Pehkonen 2010, 7–8)

Valvomosovelluksella tarkoitetaan tietokoneessa toimivaa sovellusta, joka toimii erilaisissa teollisuus- tai muissa prosesseissa prosessin valvonta-, ohjaus- ja tiedonhallintajärjestelmänä. Yleisimmin valvomosovellukset toimivat Windows-käyttöjärjestelmässä, sovellukset räätälöidään prosessin tarpeiden mukaan jonkin sovellusalan tarjoamilla työkaluilla. (Pehkonen 2010, 7–8)

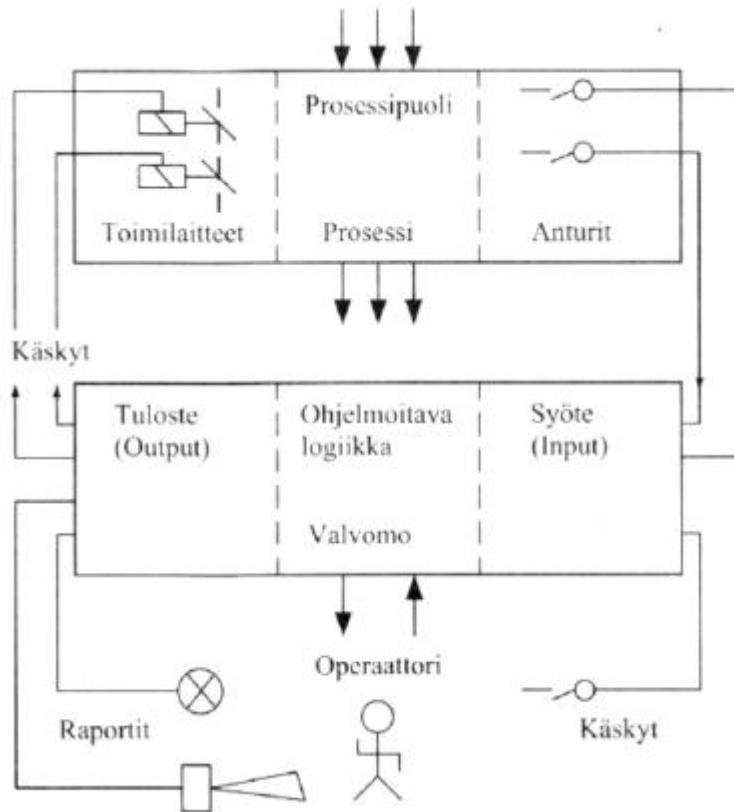
SCADA-järjestelmä kokoaa kaiken vastaanotetun tiedon tietokantaansa, prosessoi saamansa tiedon ja käskii ohjausta sen mukaan. SCADA-järjestelmän tehtäviä ovat muun muassa:

- kaukovalvonnan toteuttaminen
- kauko-ohjaus ja automaatio
- hälytysten hallinta
- mittaustiedon seuranta ja raportointi

SCADA-järjestelmä on integroitava useiden muiden järjestelmien, kuten tietoliikennejärjestelmien ja verkkotietojärjestelmän kanssa, jotta edellä mainitut toiminnot voidaan toteuttaa. (RIL 237–1 2010, 161–162)

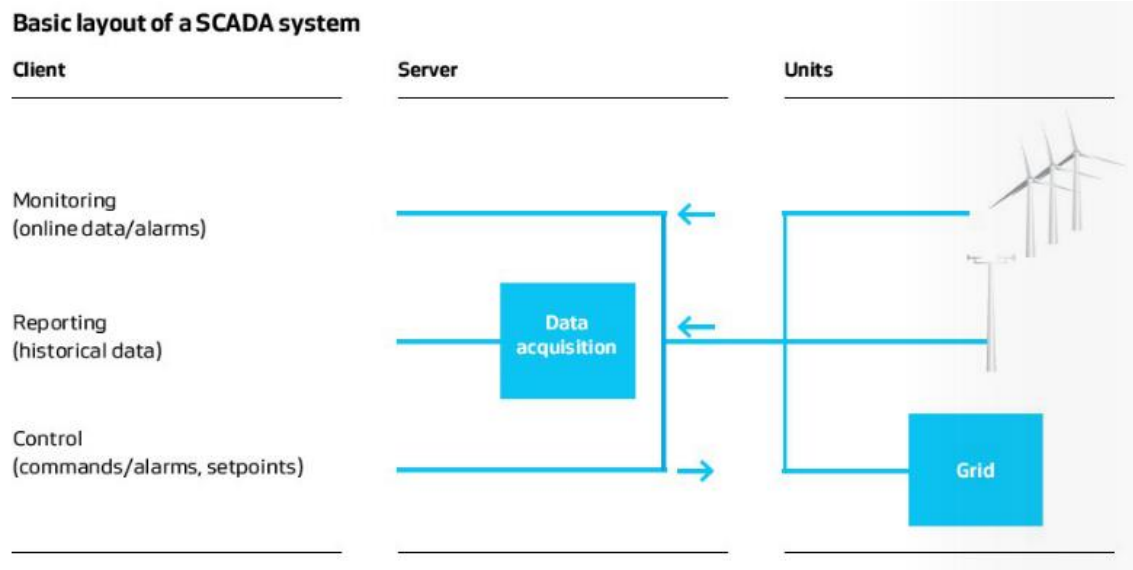
Valvontajärjestelmän kaaviossa (Kuva 1) esitetään järjestelmän perustoiminnot. Prosessi lähettää antureiden välityksellä tietoa logiikalle joka seuraa prosessin etenemistä ja antaa prosessin toimilaitteille prosessin mukaisen seuraavan toimintakäskyn. Antureiden avulla seurataan myös prosessin toimilaitteiden ja prosessin eri arvoja kuten lämpötiloja, jännitettä, virtaa ja monia muita arvoja. Ope- raattori voi seurata mitta-arvoja ja prosessin etenemistä valvomon näytöiltä. Vir-

heellisistä prosessin toimista ja toimilaitteiden vikatiloista operaattori saa hälytysilmoituksen valvomon näytölle. Operaattori voi valvomosta käsin antaa prosessille erilaisia toimintakäskyjä joilla muuttaa prosessin toimintaa.



Kuva 1. Valvontajärjestelmän toimintakaavio (RIL 124–1 2003, 301)

Tuulivoima-alan SCADA-järjestelmän toimintakaaviossa (Kuva 2) esitetään tuulivoima-alalla yleisesti käytetty toimintakaavio. Kaikkien tuulipuiston tuulivoimaloiden tiedot kootaan yhteen ja ne lähetetään serverille. Serveriltä tiedot lähetetään ajantasaisesti valvomon käyttöliittymään, jossa voidaan seurata tuulivoimaloiden toimintaa ja vastaanottaa tuulivoimaloilta tulevia toimintahäiriöstä kertovia hälytyksiä. Valvomosta käsin voidaan ottaa yhteys yksittäiseen tuulivoimalaan ja tutkia sen toimintaa sekä tehdä muutoksia tuulivoimalan ohjelmistoihin.



Kuva 2. Tuulivoima-alan SCADA-järjestelmän toimintakaavio.(Vestas, 2015)

### 3.1 SCADA-järjestelmän kehityskaari

Ensimmäisten valvomoiden tarkoitus oli kerätä laitoksessa olevan ohjattavan järjestelmän mittaustiedot yhteen paikkaan, yhdelle näytölle. Myöhemmässä vaiheessa valvomotekniikoiden kehittyessä valvomot suorittivat suurtietokoneiden avulla erinäisiä laskutehtäviä. Suurtietokoneet olivat erittäin kalliita hankkia ja niimensä mukaisesti suurikokoisia. Ensimmäisen sukupolven valvomoissa ei ollut vielä käytössä väylätekniikkaa, joten automaatiojärjestelmiä ja valvomoita ei voitu yhdistää muihin järjestelmiin. (Pehkonen 2010, 8.)

Toisen sukupolven valvomoihin tuli suuri muutos ensimmäiseen sukupolveen verraten. Valvomoista ei ainoastaan nähty järjestelmän mittaustietoja, vaan järjestelmää voitiin ohjata valvomosta. Toisen sukupolven valvomot toteutettiin suurtietokoneita halvemmilla PC-tietokoneilla. Toisen sukupolven valvomoissa järjestelmän laskutoimitukset suoritettiin useilla eri prosessiasemilla, jotka keskustelivat keskenään LAN-verkon välityksellä. Prosessiasemien laitteistotekniikat ja viestintä protokollat olivat yleensä määritelty suljetuiksi, joten järjestelmän yksittäinen osa ei ollut helposti korvattavissa toisen valmistajan vastaavalla osalla. (Pehkonen 2010, 9.)

Nykypäivänä on käytössä kolmannen sukupolven valvomot, jotka on toteutettu nykyajan tekniikalla, joissa käytetään avoimia standardeja aiemmin käytettyjen suljettujen protokollien ja järjestelmien sijasta. Avoimet standardit omaavat paremman liitettävyyden ja ovat laajemmin testattuja. Kolmannen sukupolven valvomot ovat rakenteeltaan modulaarisia, eli järjestelmä koostuu pienistä yksittäisistä osista. Järjestelmien protokollien ollessa avoimia on yksittäisen osan korvaaminen toisen valmistajan tuotteella helppoa. Avoimen järjestelmän ansiosta yhteensopivien tekniikoiden määrä on huomattavasti laajempi kuin suljetuissa järjestelmissä. Valvomot liitetään ohjelmitaviin logiikoihin, joten valvomon PC-tietokone ei ole kriittinen osa prosessia, koska sillä hoidetaan vain prosessin valvonta ja järjestelmien hallinta. (Pehkonen 2010, 8–9.)

### 3.2 SCADA-järjestelmän käyttöliittymä

Valvomoissa on tietokoneella toteutettu graafinen käyttöliittymä eri automaatiojärjestelmiin. Nykypäivänä käyttöliittymä on yleensä valvomo-ohjelma, jonka avulla prosessia valvova operaattori saa prosessista sen hetkiset tiedot prosessin tilasta hälytysten, trendien, prosessikaavioiden ja raporttien kautta. Valvomotietokone on operaattorin apuväline, jolla operaattori tarkkailee ja ohjaa prosessia. Käyttöliittymä voi olla toteutettu prosessia kuvaavilla näytöillä, josta operaattori näkee koko laitoksen prosessin ja sen toiminnan tai osan prosessista ja näiden toiminnan. Käyttöliittymässä voi olla myös positiokohtainen näyttö, josta voidaan ohjata esimerkiksi pumppujen toimintaa. Valvomosovellukset tai -tietokoneet, joissa sovellukset toimivat, eivät yleensä kommunikoi suoraan prosessin tai prosessin mitta- ja toimilaitteiden kanssa. Tällöin valvomosovellus on liitetty prosessia ohjaavaan laitteeseen, kuten ohjelmitavaan logiikkaan. Kommunikointi valvomosovelluksen ja logiikan välillä on toteutettu jonkin liikennöintiväylän avulla, esimerkiksi Modbus tai CANopen protokollan avulla. Prosessia ohjaavia laitteita ja valvomotietokoneita voi olla samassa prosessissa useita, ja näin suuremmissa prosesseissa yleensä onkin. (Aalto, 10.)

Käyttöliittymässä voi olla useita eri näyttöjä, joista voidaan tarkastella monien prosessin eri vaiheiden monia eri tietoja. Näytöiltä voidaan seurata esimerkiksi prosessia ohjaavia arvoja ja rajoja, esimerkiksi hälytys- ja pysäytysrajoja, sekä myös muuttaa näitä rajoja.

Käyttöliittymän näyttösivun tulee olla selkeä ja helppo hahmottaa. Jotta käyttöliittymä on selkeä, tulee esitettävän tiedon olla helposti luettavissa ja tunnistettavissa. Luettavuutta parantavia seikkoja ovat tiedon riittävä koko, selkeä muoto, oikea väri ja sopiva kontrasti taustaan nähden. Tiedot tulee esittää tunnistettavasti ja yhtenäisesti jokaisella näyttösivulla. Esimerkiksi symbolit, värit ja symbolien koot luovat tunnistettavuutta. Käyttöliittymän kieli tulee olla sama kuin käyttäjä on sen oppinut tuntemaan, eli sanasto ja symboliikka ovat sellaiset, joita käyttäjä on tottunut jo käyttämään. Käyttäjän ja prosessin vuorovaikutus tulee olla tehokasta ja turvallista. Parhaimmillaan vuorovaikutus on käyttäjän ja automaation välistä keskustelua. Käyttöliittymän tulee olla tarkoituksenmukainen, käyttöliittymä ei saa sisältää turhaa tai sopimatonta tietoa. (Suomen automaatioseura 2010, 103–114.)

### 3.3 SCADA-järjestelmän tietoliikennejärjestelmät

Tietoliikennejärjestelmät luovat perustan kaikelle kaukovalvonnan toiminnalle. Tietoliikennejärjestelmän toiminta pohjautuu tiedonsiirtoon, joka tapahtuu nykyään pääsääntöisesti langattomasti eri kaukokohteiden välillä. Tiedonsiirtomenetelmät ovat kehittyneet voimakkaasti, ja näin lisänneet vaihtoehtoja ja toteutusmahdollisuuksia.

Kun prosesseja ohjataan ja valvotaan etänä, on varmistuttava, ettei ulkopuoliset pääse tietoihin käsiksi. Tästä syystä tietoturvaan on syytä kiinnittää erityistä huomiota. SCADA-järjestelmään liitettyjä asemia tai pisteitä voi olla hajautettuna pitkien prosessin eri vaiheita, joten yhteyden on oltava luotettava. Moitteetonta yhteyttä voidaan edesauttaa huoltamalla ja ylläpitämällä kaikkia tietoliikennekomponentteja säännöllisesti. Paras keino suojata automaatiojärjestelmää on irrottaa

koko järjestelmä internetistä ja pitää sitä yllä ainoastaan paikallisessa verkossa. Jos pelkästään paikallisen verkon käyttö ei ole mahdollista, on yhteyksien suo-  
jaus ja salasanasuojaus välttämättömiä toimia turvata yhteys.

Vielä 1990-luvun alussa tiedonsiirtoprosesseissa tapahtui pääsääntöisesti puhe-  
linkaapeliin avulla, kunnes radiomodeemiverkko vei voiton. Radiomodeemi-  
verkko oli kustannuksiltaan ja luotettavuudeltaan puhelinverkkoa parempi tiedon-  
siirtoverkko. Tällä vuosituhatluvulla tiedonsiirtokilpailussa ovat GSM, 3G ja 4G  
matkapuhelinverkot ottaneet jalansijaa. Radiomodeemiverkkoja käytetään isom-  
pien prosessien hallinnassa, jotka keräävät runsaasti tietoa laajalta alueelta. (RIL  
237-1 2010, 162 -163) Tiedonsiirtomenetelmien jatkuvasti kehittyessä SCADA-  
järjestelmien tiedonsiirtomenetelmien vaihtoehdot lisääntyvät ja monipuolistuvat.  
Tämä luo uudenlaisia mahdollisuuksia kehittää prosessien valvontaa.

## 4 NYKYINEN SCADA-JÄRJESTELMÄ

Wind Controllerin nykyisin käytössä olevan SCADA-järjestelmän on toteuttanut ohjelmointitalo Way 4 U, joka tulee toteuttamaan myös uuden Wind Controllerin määrittelemän SCADA-järjestelmän. Järjestelmään tuulivoimaloilta tulevat tiedot on määritelty Wind Controllerin toimesta. Tuulivoimalan logiikka laskee sisäisesti datapisteistä 10 minuutin keskiarvon, minimin ja maksimin. Näitä datapisteitä ovat kaikki voimalan mittauspisteet jotka mittaavat muun muassa eri toimilaitteiden lämpötiloja, jännitettä, virtaa, virtausnopeuksia ja –paineita sekä monia muita mitattavia arvoja. Kymmenen minuutin välein logiikka luo tiedoston, sovellus lei-maa tiedoston tuulivoimalakohtaiseksi ja välittää sen FTP-palvelimelle. Tiedosto luetaan FTP-palvelimelta tietokantaan. Tietokannan dataa analysoidaan ja käsi-tellään tarpeen mukaan ja tiedot esitetään ohjelmistotalon luomalla Internetsivus-tolle luomalla käyttöliittymällä (Pitkänen 2015). Nykyisestä Wind Controllerin omassa käytössä olevasta SCADA-käyttöliittymästä ei pysty muodostamaan suoraan yhteyttä voimaloille, vaan yhteydet voimaloille muodostetaan etätyöpöy-täyhteytenä tietokoneen etätyöpöytäyhteys ohjelman kautta. Tämä on nykyisen järjestelmän suuri puute yrityksen käytön kannalta. Operaattorin kannalta olisi helpompaa ja nopeampaa, jos voimalalle voitaisiin muodostaa yhteys suoraan käyttöliittymästä tuulivoimalan nimeä klikkaamalla. Tämä lyhentäisi vasteaikaa, jolla hälytyksiin reagoidaan.

### 4.1 Asiakaskäyttöliittymä

Wind Controllerin asiakkailta on käytössään heille räätälöity käyttöliittymä, josta asiakas näkee omistamiensa tuulivoimaloiden tietoja sekä voi tulostaa erilaisia raportteja. Jokaiselle tuulivoimaloita omistavalle asiakkaalle on luotu omat tun-nukset, joilla he kirjautuvat asiakaskäyttöliittymään. Asiakkaan kirjautuessa omilla tunnuksilla käyttöliittymään, hän näkee omistamiensa tuulivoimaloiden reaaliaikaiset tuotantotiedot. Jokaisen yksittäisen tuulivoimalan kohdalla näkyy sen hetkinen tuotto niin graafisesti kuin numeerisesti, tuulivoimakkuus, voimalan tila ja viimeisimmän tilamuutoksen ajankohta. Näiden lisäksi asiakas näkee vika- tai



huoltotilassa olevan tuulivoimalan pysähdyksen aiheuttaman vian. Jokaisen voimalan kohdalta voi nähdä voimalan tilamuutokset hyvin tarkasti. Tilamuutoksista käy ilmi milloin voimalalle on tehty huoltopyyntö, milloin tuulivoimala on palautunut tuotantoon ja huonoimmassa tapauksessa, milloin tuulivoimala on poistettu tuotannosta suuremman vian tai muun syyn johdosta.

Trb	Age	Power	kW	m/s	State	Latest State Change	
T1	00:00:14		47	3,8	Run	0000-00-00 00:00:00	[ ControlPanel ]
T2	00:00:14		-3	5,0	Run	2014-04-25 21:47:26	[ ControlPanel ]
T4	00:00:14		-3	9,0	Run	2014-04-26 07:28:20	[ ControlPanel ]
T5	235:20:04		-1	0,0	Run	2014-05-04 15:10:58	[ ControlPanel ]
T6	235:14:24		-3	5,3	Run	2014-08-20 13:40:22	[ ControlPanel ]
T1	00:01:24		-15	5,4	Run	2015-01-29 14:34:44	[ ControlPanel ]
T2	00:00:24		193	3,7	Run	2015-04-20 19:48:28	[ ControlPanel ]
T3	00:00:14		249	5,6	Run	2015-04-20 19:48:15	[ ControlPanel ]
T4	00:00:14		546	6,9	Run	2015-04-20 19:46:49	[ ControlPanel ]
T5	00:00:14		241	5,0	Run	2015-04-20 19:50:32	[ ControlPanel ]
T6	00:00:14		213	4,4	Run	2015-04-20 19:50:09	[ ControlPanel ]
T7	00:00:14		283	5,6	Run	2015-04-20 19:50:24	[ ControlPanel ]
T8	00:00:24		607	6,0	Run	2015-04-20 19:48:02	[ ControlPanel ]
T9	00:00:24		788	7,6	Run	2015-04-20 19:45:34	[ ControlPanel ]
T10	00:00:14		-34	7,1	B10	2015-04-21 08:55:25	a_bOperManualStopSt [ ControlPanel ]
T11	00:00:14		744	6,5	Run	2015-04-20 19:46:05	[ ControlPanel ]
T1	00:00:14		1173	8,5	Run	2015-04-20 18:08:04	[ ControlPanel ]
T2	00:00:14		-9	10,1	B2	2015-04-21 08:17:09	a_bOperManualStopSt [ ControlPanel ]
T1	00:00:14		109	5,2	Run	2014-04-25 19:59:48	[ ControlPanel ]
T2	00:00:14		-3	3,5	Run	2014-04-29 05:12:21	[ ControlPanel ]
T3	00:00:04		-0	5,3	Run	2014-04-30 10:14:30	[ ControlPanel ]
Total Power:			5193				

Kuva 3. Asiakaskäyttöliittymä

Asiakas näkee tuulivoimaloidensa tilan nopeasti värikoodien ansiosta. Toimintakunnossa olevan tuulivoimalan nimi näkyy mustana ja käytöstä poistetun tuulivoimalan nimi punaisena. Tuotettavan tehon ja tuulivoimalan tilaa ilmaisevien sarakkeiden väri muuttuu myös tuulivoimalan tilan mukaan. Vihreä ilmoittaa tuulivoimalan olevan kunnossa ja tuottavan sähköä, keltainen väri ilmoittaa tuulivoimalan olevan kunnossa, mutta tuulen voimakkuus ei ole riittävän suuri, jotta voimala tuottaisi sähköä. Punainen väri kertoo tuulivoimalan olevan vikatilassa tai poistetun kokonaan tuotannosta pidemmäksi aikaa.

Asiakkaan käyttöliittymästä asiakas voi tutkia Control Panel -valikosta yksittäisen tuulivoimalan tilamuutoksia, sekä voi tutkia ja tulostaa jokaisen tuulivoimalan kohdalta kuukausikohtaisen tuotantoraportin (LIITE 1). Raportista ilmenee valitun tuulivoimalan kuukauden tuottama sähkön määrä ja tuulivoimalan käytettävyyssprosentti kuukausi- ja päiväkohtaisesti.

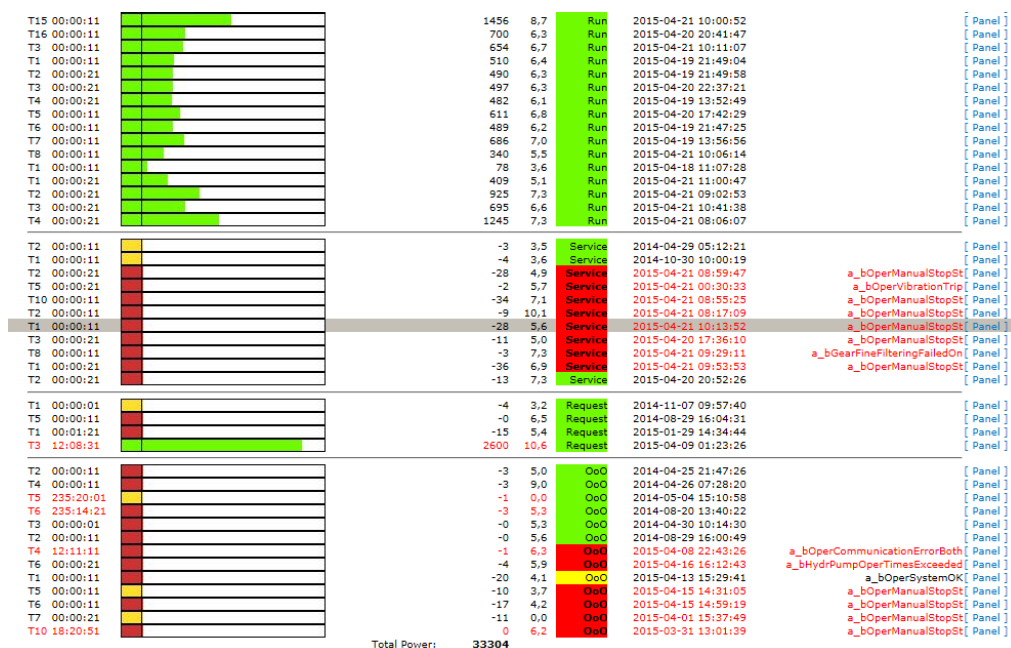
Date Time	Description	BP
2015-04-20 19:50:32.418	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-20 19:33:06.901	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-20 19:32:56.880	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-20 12:07:30.529	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-20 12:04:02.916	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-20 12:03:52.895	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-20 11:48:19.491	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-20 11:35:57.046	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-20 11:35:47.026	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 23:20:48.432	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 21:27:31.494	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 21:27:21.473	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 20:34:31.073	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 20:22:09.767	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 20:21:59.746	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 20:14:23.519	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 19:50:10.658	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 19:50:00.638	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 11:47:40.678	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 11:05:02.096	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 11:04:52.075	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 10:58:09.178	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 09:56:43.557	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 09:56:33.536	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 03:28:30.277	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 02:48:19.395	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 02:48:09.375	a_bGridAwaitingWind	B10

Show all B100 alarms  
 Trigger 16.04.2015 09:33:21  
 Turbine Running  
 Turbine Serviced  
 Service Request  
 Out Of Order  
 Not in use, to be done  
 Monthly Production report

Kuva 4. Asiakaskäyttöliittymän voimalakohtainen näkymä.

#### 4.2 Wind Controllerin käyttöliittymä

Wind Controllerin näkymä SCADA-järjestelmän yritykselle kehitetyssä käyttöliittymässä on huomattavasti laajempi kuin asiakkaan näkymä. Wind Controller näkee käyttöliittymästä kerralla kaikki sen operoinnissa olevat tuulivoimalat yhtenä pitkänä listauksena. Näkymä on muilta osin hyvin pitkälti samanlainen kuin asiakkaan näkymä. Erona asiakkaan näkymään on, että Wind Controllerin näkymässä toimintakunnossa olevat tuulivoimalat, huoltotilassa olevat tuulivoimalat, tuulivoimalat joita koskien on lähetetty huoltopyyntö ja tuotannosta poistettut tuulivoimalat näkyvät kaikki omina ryhminään. Tämä helpottaa operaattorin työtä, kun hän tarkastelee eri tiloissa olevien tuulivoimaloiden tilaa.



Kuva 5. Wind Controllerin käyttöliittymä.

Wind Controller voi muuttaa tuulivoimalan tilaa sen hetkisen tilan mukaiseksi. Esimerkiksi tuulivoimalan vikaantuessa operaattori muuttaa tuulivoimalan tilan Service Request –tilaan. Tuulivoimalan ollessa toimintakuntoinen tuulivoimala on Turbine Running –tilassa. Tuulivoimalan ollessa huollettavana tuulivoimalan tila on Turbine Serviced. Tuulivoimalan mennessä sellaiseen vikatilaa, jota operaattori ei voi etätyönä korjata, tuulivoimalan tilaksi muutetaan Service Request -tila. Samanaikaisesti operaattori lähettää tuulivoimalan omistajalle ja omistajan määrittelemälle huoltoyhtiölle ilmoituksen tuulivoimalan vikatilasta. Kun tuulivoimala joudutaan poistamaan pidemmäksi aikaa tuotannosta, tuulivoimalan tilaksi vaihdetaan Out Of Order. Näillä tilamuutoksilla operaattori muuttaa niin omaa kuin asiakkaan näkymää käyttöliittymissä.

Date Time	Description	BP
2015-04-20 19:50:32.418	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-20 19:33:06.901	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-20 19:32:56.880	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-20 12:07:30.529	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-20 12:04:02.916	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-20 12:03:52.895	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-20 11:48:19.491	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-20 11:35:57.046	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-20 11:35:47.026	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 23:20:48.432	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 21:27:31.494	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 21:27:21.473	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 20:34:31.073	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 20:22:09.767	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 20:21:59.746	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 20:14:23.519	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 19:50:10.658	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 19:50:00.638	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 11:47:40.678	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 11:05:02.096	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 11:04:52.075	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 10:58:09.178	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 09:56:43.557	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 09:56:33.536	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 03:28:30.277	a_bStTurbineStartingSt	B100

Show all B100 alarms

Trigger 16.04.2015 09:33:21

Turbine Running ▼

save add note

**Active notes**

**Active tasks**

**Show history**

10min Log report

Alarm report

Daily Production report

Monthly Production report

Monthly Production report (whole park)

Availability report

Kuva 6. Wind Controllerin tuulivoimalakohtainen näkymä.

Date Time	Description	BP
2015-04-20 19:50:32.418	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-20 19:33:06.901	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-20 19:32:56.880	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-20 12:07:30.529	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-20 12:04:02.916	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-20 12:03:52.895	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-20 11:48:19.491	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-20 11:35:57.046	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-20 11:35:47.026	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 23:20:48.432	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 21:27:31.494	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 21:27:21.473	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 20:34:31.073	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 20:22:09.767	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 20:21:59.746	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 20:14:23.519	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 19:50:10.658	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 19:50:00.638	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 11:47:40.678	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 11:05:02.096	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 11:04:52.075	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 10:58:09.178	a_bStTurbineStartingSt	B100
2015-04-18 09:56:43.557	a_bOperSystemOK	B100
2015-04-18 09:56:33.536	a_bGridAwaitingWind	B10
2015-04-18 03:28:30.277	a_bStTurbineStartingSt	B100

Show all B100 alarms

Trigger 16.04.2015 09:33:21

Turbine Running  
Turbine Serviced  
Service Request  
Out Of Order ▼

save add note

**Active notes**

**Active tasks**

**Show history**

10min Log report

Alarm report

Daily Production report

Monthly Production report

Monthly Production report (whole park)

Availability report

Kuva 7. Tuulivoimalan tilanvaihtovalikko.

Date Time	Description	BP	
2015-04-20 19:50:32.418	a_bStTurbineStartingSt	B100	<input type="checkbox"/> Show all B100 alarms
2015-04-20 19:33:06.901	a_bOperSystemOK	B100	Trigger 16.04.2015 09:33:21
2015-04-20 19:32:56.880	a_bGridAwaitingWind	B10	Turbine Running
2015-04-20 12:07:30.529	a_bStTurbineStartingSt	B100	
2015-04-20 12:04:02.916	a_bOperSystemOK	B100	
2015-04-20 12:03:52.895	a_bGridAwaitingWind	B10	
2015-04-20 11:48:19.491	a_bStTurbineStartingSt	B100	a_bGearOilHeater246FailOnWarn (B100)
2015-04-20 11:35:57.046	a_bOperSystemOK	B100	a_bGearOilLevelLo (B10)
2015-04-20 11:35:47.026	a_bGridAwaitingWind	B10	a_bGearOilReturnTempLowPowerLimit15 (B100)
2015-04-18 23:20:48.432	a_bStTurbineStartingSt	B100	a_bGearOilReturnTempLowPowerLimit50 (B100)
2015-04-18 21:27:31.494	a_bOperSystemOK	B100	a_bGearOilTankTempHi (B100)
2015-04-18 21:27:21.473	a_bGridAwaitingWind	B10	a_bGearSuctionPumpFailedOn (B10)
2015-04-18 20:34:31.073	a_bStTurbineStartingSt	B100	a_bGenAirStreamFan1FailedOn (B10)
2015-04-18 20:22:09.767	a_bOperSystemOK	B100	a_bGenAirStreamFan2FailedOn (B10)
2015-04-18 20:21:59.746	a_bGridAwaitingWind	B10	a_bGenBearingPlayNDSide (B10)
2015-04-18 20:14:23.519	a_bStTurbineStartingSt	B100	a_bGenBrakePadsWornAlarm (B100)
2015-04-18 19:50:10.658	a_bOperSystemOK	B100	a_bGenCirculatingPumpFailedOff (B10)
2015-04-18 19:50:00.638	a_bGridAwaitingWind	B10	a_bGenCirculatingPumpFailedOn (B10)
2015-04-18 11:47:40.678	a_bStTurbineStartingSt	B100	a_bGenCoolingWaterPresProb (B10)
2015-04-18 11:05:02.096	a_bOperSystemOK	B100	a_bGenWaterFlowFailure (B10)
2015-04-18 11:04:52.075	a_bGridAwaitingWind	B10	a_bGridAwaitingWind (B10)
2015-04-18 10:58:09.178	a_bStTurbineStartingSt	B100	a_bGridFreqLo (B100)
2015-04-18 09:56:43.557	a_bOperSystemOK	B100	a_bGridLowVoltage (B4)
2015-04-18 09:56:33.536	a_bGridAwaitingWind	B10	a_bGridMVBreakeOpenSt (B4)
2015-04-18 03:28:30.277	a_bStTurbineStartingSt	B100	a_bGridPdiference (B100)
2015-04-18 02:48:19.395	a_bOperSystemOK	B100	a_bHydrFastBrakeTimeExceeded (B1)
2015-04-18 02:48:09.375	a_bGridAwaitingWind	B10	a_bHydrOilPumpFailedOff (B10)
2015-04-17 23:06:47.861	a_bStTurbineStartingSt	B100	a_bHydrOilPumpFailedOn (B10)
2015-04-17 22:04:48.461	a_bOperSystemOK	B100	a_bHydrPressureLo (B10)
2015-04-17 22:04:17.021	a_bYawDirectionError	B10	a_bHydrPumpOperTimesExceeded (B10)
2015-04-17 19:54:52.132	a_bOperSystemOK	B100	a_bHydrPumpOperTimeTooLong (B10)
2015-04-17 19:54:42.111	a_bGridAwaitingWind	B10	a_bHydrPumpOperTimeTooShort (B10)
2015-04-17 19:40:25.594	a_bStTurbineStartingSt	B100	a_bHydrSlowBrakeTimeExceeded (B10)
2015-04-17 19:21:43.270	a_bOperSystemOK	B100	a_bHydrSobolnOperation (B100)
2015-04-17 19:21:33.248	a_bGridAwaitingWind	B10	a_blnv1BreakerTrip (B1)
2015-04-16 09:33:21.567	a_bOperServModeStop	B100	a_blnv1Disabled (B100)
2015-04-16 09:31:45.428	a_bStTurbineStartingSt	B100	
2015-04-16 09:31:41.592	a_bOperSystemOK	B100	
2015-04-16 09:18:55.278	a_bOperManualStoos	B10	

Kuva 8. Tuulivoimalan vianvalintavalikko.

Suurin ero asiakkaan ja Wind Controllerin näkymissä on raporttiosuudessa. Raporttiosuudessa Wind Controllerilla on huomattavan paljon laajemmat mahdollisuudet tulostaa erilaisia raportteja kuin asiakkaalla. Kun asiakas voi tulostaa vain kuukausittaisen tuotantoraportin, voi Wind Controller tulostaa:

- Tuulivoimalakohtaisen kymmenen minuutin tapahtumaraportin (LIITE 2), josta voidaan tutkia valitun/valittujen tapahtumien ajankohtia valitulta aikaväliltä. Liitteestä kaksi (2) ilmenee valittu tuulivoimala ja valittu aikaväli, päivämäärä, kellonaika, tuulennopeuden keskiarvo, tuulennopeuden minimiarvo, tuulennopeuden maksimiarvo, tuulensuunnan keskiarvo asteina, tuulensuunnan minimi- ja maksimiarvot asteina, tuotetun tehon kymmenen minuutin keskiarvo, teoreettinen teho, minimi- ja maksimiteho, laakerin keskilämpötila, laakerin minimi ja maksimi lämpötila, generaattorin kymmenen minuutin keskiarvo nopeus, sekä generaattorin minimi- ja maksiminopeus.

- Hälytysraportin (LIITE 3), josta ilmenee tuulipuiston tunnus, tuulivoimalan numero/tunnus, vikaantumispäivämäärä, hälytyksen koodi, hälytyksen nimi, hälytyksen aiheuttama jarruohjelma, vikaantumisajankohdan tuotto, tuulennopeus, generaattorin nopeus vikaantumishetkellä sekä lapojen asento asteina.
- Päivittäisen tuotantoraportin (LIITE 4), josta ilmenee päivämäärä, keskituuli, valitun tuulipuiston kokonaistuotto päiväkohtaisesti sekä yksittäisten tuulivoimaloiden tuotto päiväkohtaisesti.
- Kuukausittaisen tuotantoraportin (LIITE 5), koko tuulipuiston kuukausittaisen tuotantoraportin (LIITE 6), josta ilmenee koko tuulipuiston tuottama teho sekä käytettävyyssprosentti valitun kuukauden ajalta. Näiden lisäksi raportista ilmenee graafisesti koko tuulipuiston tuotto ja käytettävyyssprosentti päiväkohtaisesti.
- Käytettävyyssraportin (LIITE 7), josta ilmenee tuulivoimalakohtainen ja tuulipuiston kokonaiskäytettävyyssprosentti ja tuotto viimeisen neljän (4) viikon ajalta sekä viimeisen kahdentoista (12) kuukauden ajalta.

## 5 SCADA-JÄRJESTELMÄN KEHITYSTARVE

Wind Controllerilla on tarve luoda omanlaisensa tuulivoimaloiden SCADA-järjestelmä. Tutustuttuaan markkinoilla oleviin valmiisiin tuulivoimaloiden SCADA-järjestelmävaihtoehtoihin yritys päätyi kehittämään oman tuulivoimaloiden SCADA-järjestelmän, koska markkinoilla olevat valmiit järjestelmät eivät vastanneet yrityksen vaatimuksia niin ominaisuuksiltaan, laadultaan kuin hinnaltakaan. Kehittämällä oman järjestelmän yritys saa järjestelmän, joka vastaa niin yrityksen kuin yrityksen nykyisten ja tulevien asiakkaiden tarpeita. Suurin tarve tässä vaiheessa on kehittää SCADA-järjestelmän asiakaskäyttöliittymää, käyttäen hyväksi olemassa olevan SCADA-järjestelmän tuulivoimaloilta saatavia tietoja. Asiakaskäyttöliittymän kehitystä tullaan jatkamaan tulevaisuudessa. Tämän kehitystyön ohessa tullaan myöhemmässä vaiheessa kehittämään Wind Controllerin omaa käyttöliittymää vastaamaan yrityksen tarpeita (Koivikko 26.3.2015).

Kehitettävän SCADA-järjestelmän yhtenä tärkeänä ominaisuutena tulee olemaan eri valmistajien tuulivoimaloiden näkyminen yhdessä ja samassa SCADA-käyttöliittymässä. Tämä ominaisuus tulee olemaan asiakkaan näkökulmasta suuri parannus, etenkin Wind Controllerin nykyiseen SCADA-järjestelmään, jossa tätä ominaisuutta ei ole. Asiakkaan näkökulmasta ajateltuna on miellyttävämpää seurata kaikkia omistamiaan tuulivoimaloita valmistajasta riippumatta samasta SCADA-käyttöliittymästä, jossa tuulivoimalat on jaoteltu valmistajan mukaan. Tämän jaottelun avulla asiakas voi tehdä omia päätelmiään eri tuulivoimala valmistajien toimittamista tuulivoimaloista ja mahdollisesti käyttää tätä tietoa apuna seuraavia tuulivoimaloita hankkiessaan (Pietola 2015).

Asiakkaan kannalta on tärkeää, että hän voi itse valita tarvitsemansa tiedot raporttiin. On tarpeen luoda erilaisia raporttimalleja, joista asiakas voi valita tarpeitaan vastaavan raporttimallin. Raporttimalleja ei tarvitse olla montaa, mutta näitä on hyvä olla olemassa, koska valmiiden raporttimallien pohjalta asiakkaan on huomattavasti helpompi valita hänelle sopiva raporttimalli. Raportin sisällön on oltava sellainen, jonka asiakas ymmärtää ja haluaa tietää. On tärkeää säilyttää raporttimallien muokkaaminen, jotta asiakkaalle voidaan tehdä juuri hänelle sopiva raporttimalli. Osalle asiakkaista riittää raportti josta ilmenee tuulivoimaloiden

tuotto ja käytettävyys jollain ajanjaksolla. On myös asiakkaita, jotka haluavat huomattavan paljon enemmän tietoa tuulivoimaloiden toiminnasta, kuten esimerkiksi yksittäisen tuulivoimalan vikalokista, tuotosta ja käytettävyydestä. Muun muassa näitä asiakkaan tarpeita halutaan kehittää uudessa SCADA-järjestelmässä. (Pietola 2015) Asiakkaiden tarpeet ovat ilmenneet vuosien saatossa nykyisin käytössä olevan käyttöliittymän raportointiosuutta kehittäessä sekä johtohenkilöiden asiakkaiden kanssa käymissä keskusteluissa.



## 6 ASIAKASKÄYTTÖLIITTYMÄ

Tämän opinnäytetyön tärkeimpänä kohtana on SCADA-järjestelmän asiakaskäyttöliittymän kehityssuunnitelman teko. Kehityssuunnitelmassa keskitytään tarkemmin teknisten ominaisuuksien kehittämiseen, ei itse teknisen toteutuksen kehittämiseen, koska kehitystyö tullaan tekemään nykyisin käytössä olevan SCADA-järjestelmän kanssa samalle alustalle ja samaa laitteistoa käyttäen.

SCADA-järjestelmän, lähinnä asiakkaan käyttöliittymän tekninen kehitys toteutetaan yhdessä ohjelmistotalo Way 4 U:n kanssa. Way 4 U on oululainen tietoteknisten palveluiden kokonaistoimittaja, joka toimittaa moderneja, riippumattomia tietotekniikan ratkaisuja. Way 4 U:lla on vahva osaaminen internetin soveltamisessa yrityskäyttöön, tietoturvasta sekä pitkäaikainen kokemus tietotekniikan projekteista. Heidän osaamisalueitaan ovat mm. internetsovellukset, tietoturva, mobiilisovellukset, tietoliikenne, palvelinratkaisut, Linux-ympäristö ja ohjelmistoprojektien käyttöönotto. (Way4U 2015)

Way 4 U:n lisäksi kehitystyö tullaan toteuttamaan Wind Controllerin ohjelmoijan, tietojärjestelmävastaavan, operaattoreiden sekä muiden järjestelmää käyttävien kanssa yhteistyössä. Wind Controller hankkii ohjelmointiyritykselle heidän tarvitsemat tiedot, kuten esimerkiksi laskennoissa tarvittavat arvot ja tuulivoima-alalla käytetyt laskentakaavat.

Asiakaskyselyjä tullaan tekemään kehitystyötä tehdessä, joita käytetään apuna kehitystyötä tehdessä. Sekä myöhemmässä vaiheessa, kun SCADA-käyttöliittymä on ollut ensimmäisillä asiakkailla myöhemmin määritellyn ajan käytössä, tullaan asiakkaille tekemään uusia asiakaskyselyitä, joita käytetään apuna myöhemmin tehtävässä jatkokehityksessä.

## 6.1 Kotisivu

On tärkeää, että asiakkaan käyttöliittymä on mielekäs käyttää ja se miellyttää ulkonäöllisesti. Ulkonäöllisesti tylsän näköistä näkymää on epämiellyttävä katsella, vaikka se sisältäisikin kaiken tarvittavan tiedon. Käytettävyyden ollessa helppo ja miellyttävä, tulee asiakas käyttämään käyttöliittymäänsä useammin kuin käytettävyydeltään sekavaa käyttöliittymää. Näin asiakas tulee useammin seuraamaan tuulivoimaloidensa tilaa, tuotantotietoja ja muita haluamiaan tietoja. Kun asiakas itse seuraa tuulivoimaloitaan useammin ja voi tulostaa itse haluamansa raportin, tulee tämä todennäköisesti vähentämään Wind Controllerin erilaisten raporttien lähettämistä asiakkaalle.

Asiakkaan käyttöliittymän valikot tulevat olemaan selkeät ja miellyttävät käyttää, koska kaikki ylimääräinen jätetään pois, jotta käyttökokemus pysyy miellyttävänä. Asiakaskäyttöliittymästä tullaan tekemään muokattava, jotta se voidaan muokata asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Näkymän valikoita pystytään lisäämään ja poistamaan asiakkaan toiveiden mukaisesti. Asiakaan käyttöliittymä ei saa olla kovin raskastekoinen, jotta käyttöliittymää voi käyttää myös mobiililaitteilla, kuten matkapuhelimilla. Kovinkaan moni asiakas ei todennäköisesti tule tutkimaan tarkempia raportteja mobiililaitteella, mutta monia asiakkaita kiinnostaa tarkistaa aika ajoin tuulivoimaloidensa sen hetkisen tila puhelimestaan. Mobiililaitteilla käytettävä käyttöliittymä tuo järjestelmälle lisäarvoa, joka on hyvä markkinointivaltti.

Kun asiakas avaa käyttöliittymänsä, hän näkee ensimmäisenä sivun yläreunassa kolme valintapainiketta, Koti-painike, Raportti-painike, sekä Puisto & Voimala -painikkeen. Näiden valintapainikkeiden alla asiakas näkee kartan alueelta, jolla hänen omistamansa tuulivoimalat sijaitsevat. Tuulivoimaloiden sijainnit tullaan sijoittamaan karttaan koordinaattien avulla. Mikäli asiakkaalla on omistuksessaan useampia tuulivoimapuistoja, kartalla näkyvät ensin kaikki hänen puistonsa. Puiston sijaintia ilmaisevaa kuvaketta klikkaamalla kartta kohdistuu kyseiseen puistoon ja kartan skaalaus muuttuu tarkemmaksi, jotta puiston kaikki tuulivoimalat näkyvät kartalla.

Tuulivoimaloiden kuvakkeiden väri tulee muuttumaan tuulivoimalan tilan mukaan, kuten vanhassa SCADA-käyttöliittymässä sarakkeiden väri. Värit tullaan pitämään samoina, kuin vanhassa SCADA-käyttöliittymässä, vihreä ilmaisee tuulivoimalan olevan kunnossa ja tuottavan sähköä. Keltainen ilmaisee tuulivoimalan olevan odotustilassa, jolloin tuulivoimala odottaa riittävän kovaa tuulenvoimakkuutta tuottaakseen sähköä. Punainen väri ilmaisee tuulivoimalan olevan pysähdyksissä vikaantumisen tai huollon johdosta. Uutena tähän tulee sininen väri, joka ilmaisee tuulivoimalan olevan huoltopyyntötilassa, eli operaattori on lähettänyt asiakkaalle ja huoltoyritykselle pyynnön huollon tarpeesta ja tuulivoimala odottaa huoltoa. Musta tuulivoimalan kuvake ilmaisee voimalan olevan poissa tuotannosta pidempi aikaisen korjauksen tai tuulivoimalan rikkoontumisen johdosta. Yksittäisen tuulivoimalan kuvaketta klikkaamalla asiakas näkee tuulivoimalan tilan, tuoton ja voimalan ollessa vikatilassa vikatilän aiheuttajan.

Kartan alapuolelle tullaan sijoittamaan kaksi kuvaajaa. Toinen kuvaajista kertoo asiakkaalle kaikkien omistamiensa tuulivoimaloiden viimeisen kolmenkymmenen (30) päivän kokonaistuotannon päivätasolla (Kuvaaja 1). Samasta kuvaajasta asiakas tulee näkemään saman ajanjakson keskiarvoisen tuuleen voimakkuuden. Tuulen voimakkuuden ollessa samassa kuvaajassa, asiakas voi yhdellä silmäyksellä tehdä päätelmät tuulen voimakkuuden ja tuotetun tehon osalta. Alhaisen tuotannon kyseisen ajanjakson jonain päivänä selittää alhaiset tuulet, jotka näkyvät välittömästi kuvaajasta. Mikäli tuulen voimakkuutta ei näkyisi kuvaajassa, asiakas joutuisi muuta kautta selvittämään alhaisen tuotannon, joka paljastuisi matalan tuulen voimakkuuden aiheuttamaksi. Jokaiselta tuulivoimalalta saadaan erikseen tässä kuvaajassa käytettävät tiedot, joiden avulla tuotto laskeaan.

## Production MWh



Kuvaaja 1. Tuotettu teho megawatteina, sekä tuulen keskinopeus metriä sekunnissa.

Toisena kuvaajana kartan alla tulee olemaan kaikkien tuulivoimaloiden käytettävyyttä ilmaiseva kuvaaja (Kuvaaja 2). Tämä kuvaaja ilmaisee kaikkien tuulivoimaloiden käytettävyyssprosentin päiväkohtaisella tasolla. Kuvaajaan tullaan laittamaan automaattiskaalaus, joka muuttaa skaalausta alimman käytettävyyssprosentin mukaan, yläraja on aina sata prosenttia. Näin asiakas näkee heti ensisilmäyksellä, jos käytettävyydessä on ollut joitain poikkeamia. Kuvaajaan tarvittavat tiedot tulevat asiakkaan jokaiselta tuulivoimalalta, joiden mukaan asiakkaan kaikkien tuulivoimaloiden yhteenlaskettu käytettävyyssprosentti saadaan.

## Availability



Kuvaaja 2. Käytettävyys prosentteina.

Näiden kahden kuvaajan alle tullaan sijoittamaan kaksi taulukkoa. Ensimmäisestä taulukosta asiakas näkee kaikkien omistamiensa tuulivoimaloiden viikoittaisen yhteenlasketun tuotannon sekä käytettävyyden viimeisen neljän (4) viikon ajalta (Taulukko 1).

Taulukko 1. Viikkokohtainen tuotanto ja käytettävyysprosentti.

## Weekly Production

#	MWh	Availability %
Week 12	4804	91
Week 13	6580	88
Week 14	4212	87
Week 15	1416	86

Toisesta taulukosta asiakas näkee omistamiensa tuulivoimaloiden viimeisen neljän (4) viikon aikana tapahtuneiden tilamuutosten ajan tunteina (Taulukko 2). Taulukossa olevia tiloja joiden tuntimäärät ilmaistaan tulevat olemaan: käynnissä/odotustilassa oloaika, pysähdyksissä oloaika sekä huoltotilassa oloaika.

Taulukko 2. Viikkokohtaiset käyttötunnit.

## Status Breakdown

#	Running h	Waiting h	Service req. h	Out of Order h
Week 23	121	342	12	42
Week 24	121	342	12	42
Week 25	121	342	12	42
Week 26	121	342	12	42

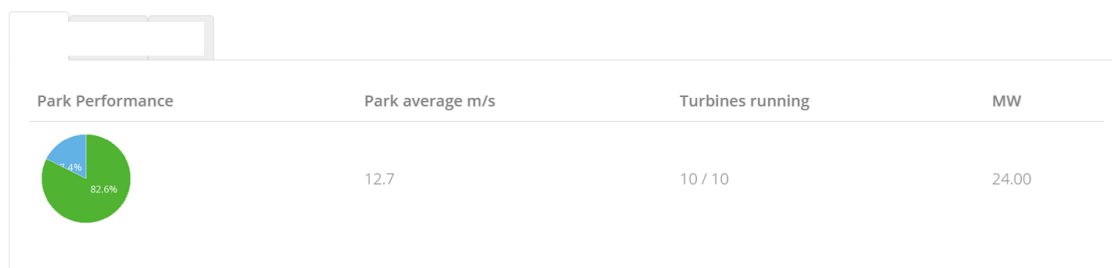
Näiden kahden taulukon alle tullaan sijoittamaan senhetkistä tuotantoa suhteessa senhetkiseen teoreettiseen tuotantohuippuun nähden osoittava taulukko (Taulukko 3). Tämä taulukon sisältää kuvaaja, joka tulee olemaan piirakkaku-

vaaja, tullaan tekemään tuulipuistokohtaisena ja asiakkaan jokaiselle tuulipuistolle tehdään oma välilehtensä. Kuvaajan vierestä näkyvät senhetkinen tuulen voimakkuus tuulipuistossa, kuinka monta tuulivoimalaa kokonaisluvusta on toiminnassa sekä senhetkinen tuulipuiston tuottama tuotto.

Taulukko 3. Tämänhetkinen käytettävyysprosentti ja tuotettu teho.

### Current Production

Current Situation



## 6.2 Raporttisivu

Asiakkaan tulee pystyä helposti tulostamaan käyttöliittymästä omistamiensa voimaloiden tuotantoraportit, niin yksittäisen tuulivoimalan, kuin koko tuulipuiston osalta. Raportista ilmenee tuotettu teho sekä tuulivoimalan/-puiston käytettävyysaste. Raporttimalleista tulee muokattavia, jotta jokaiselle asiakkaalle saadaan hänen toivomusten mukainen raportti. Raporttisivulla asiakas valitsee haluamansa kuukauden ja vuoden sekä näiden lisäksi asiakas valitsee tuulipuiston, jonka osalta hän haluaa raportin katseltavakseen ja tulostettavakseen. Nämä tiedot valittuaan asiakkaalle aukeaa uusi ikkuna, jossa raportti on kokonaisuutenaan. Mikäli asiakas haluaa tulostaa raportin, hän voi valita, tulostaako koko raportin, josta ilmenee niin tuulipuistokohtaiset tiedot kuin myös tuulivoimalakohtaiset tiedot, tai asiakas voi valita pelkän puistokohtaisen tulostuksen. Näiden lisäksi asiakas voi halutessaan tulostaa haluamiensa valitsemiensa yksittäisten tuulivoimaloiden tietoja ilman tuulipuistokohtaisia tietoja.

Raporttipohja (LIITE 8) tulee olemaan kaikille asiakkaille samanlainen, jota kuitenkin voidaan asiakkaan toivomuksesta räätälöidä asiakkaan haluamanlaiseksi. Perusraportissa tulee olemaan otsikkona asiakkaan valitseman tuulipuiston nimi alaotsikkona valittu ajankohta. Raportista ensimmäisenä ilmenee valitun tuulipuiston, valitun kuukauden, kokonaistunnit, tunnit per tuulivoimala ja tuulivoimaloiden pysähdyksissä oloaika. Pysähdyksissä oloikaan sisältyy tuulivoimaloiden vikatilassa oloaika, riittävän tuulen voimakkuuden odottamiseen käytetty aika, huoltotilassa oloaika ja poissa käytössä -oloaika. Näiden tietojen lisäksi raportista ilmenee tuulipuistotasolla puiston käytettävyyssprosentti, tuulipuiston kokonaistuotto sekä teoreettinen maksimituotto. Teoreettinen maksimituotto lasketaan tuulipuiston tuulennopeuden keskiarvon ja teoreettisen tehokäyrän avulla.

Näiden numeeristen tietojen alapuolelle sijoitetaan kuvaaja kokonaistuotannosta ja keskimääräisestä tuulen voimakkuudesta päivätasolla valitulta kuukaudelta (Kuvaaja 3).

Production MW / Daily Average Wind Speed m/s



Kuvaaja 3. Tuotettu teho ja keskimääräinen tuuli.

Toisena kuvaajana on tuulipuiston käytettävyyssprosentti päivätasolla valitulta kuukaudelta (Kuvaaja 4).

## Availability %



Kuvaaja 4. Käytettävyysprosentti.

Kuvaajien alle sijoitetaan kaksi taulukkoa ilmaisemaan viikkokohtaista tietoa. Ensimmäisestä taulukosta ilmenee viimeisen neljän viikon ajalta viikkotasolla kokonaistuotto, tuulipuiston käytettävyysprosentti sekä teoreettinen maksimituotto (Taulukko 4).

Taulukko 4. Viikkokohtainen tuotettu teho, käytettävyysprosentti ja teoreettinen tuotettu teho.

## Weekly Production

#	MWh	Availability %	Theoretical max MWh <span style="color: #0070C0;">i</span>
Week 5	2170	98	2420
Week 6	2172	97	2800
Week 7	2180	65	2960
Week 8	2170	100	2800

Toisesta taulukosta ilmenee viimeisen neljän viikon ajalta viikkotasolla tuulipuiston tuulivoimaloiden yhteenlaskettu käynnissäoloaika tunteina, yhteenlaskettu pysähdyksissä oloaika, huollon odotusaika, sekä käytöstä pois -oloaika (Taulukko 5).



Taulukko 5. Viikkokohtaiset käyttötunnit.

## Status Breakdown

#	Running h	Stopped h	Waiting for Service h	Out of Order h
Week 5	121	342	12	42
Week 6	121	342	12	42
Week 7	121	342	12	42
Week 8	121	342	12	42

Näiden kahden tuulipuistotason taulukon alle sijoitetaan yksittäisten tuulivoimaloiden raportoitavia tietoja. Raportoitavia tietoja ovat yksittäisen tuulivoimalan kokonaistuotto, käytettävyyssprosentti, käynnissäoloaika, pysähdyksissä oloaika, huollon odotusaika sekä käytöstä poissa oloaika valitulta kuukaudelta. Näiden numeeristen arvojen alle sijoitetaan jokaisen yksittäisen voimalan päivittäistä tuotantoa ja käytettävyyttä osoittava kuvaaja (Kuvaaja 5).

Turbine 1 - Daily Production Breakdown



Kuvaaja 5. Päiväkohtainen tuotettu teho ja käytettävyyssprosentti.

Koska kaikki asiakkaat eivät halua itse tulostaa raporttiaan, tulee Wind Controller lähettämään asiakkaan näin halutessa kerran kuukaudessa tuotantoraportin, joka on sisällöltään samanlainen kuin asiakkaan itse tulostama raportti. Tämä raportin lähetys tullaan automatisoimaan niin, ettei Wind Controllerin tarvitse itse lähettää raporttia, vaan SCADA-järjestelmä hoitaa raportin lähettämisen automaattisesti.

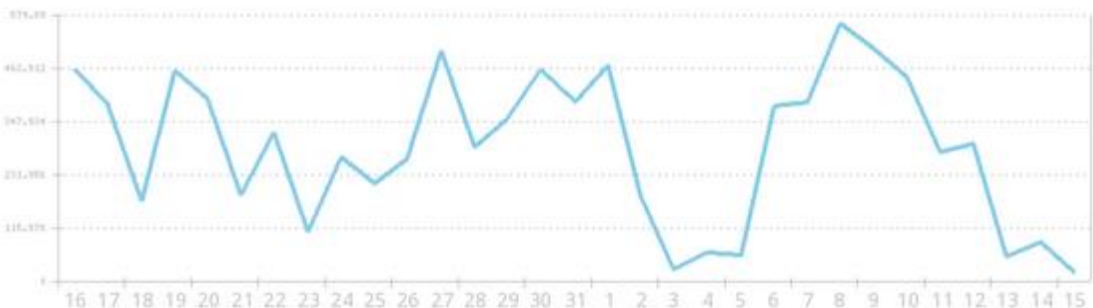
### 6.3 Puisto-/voimalakohtainen sivu

Puisto-/voimalakohtaiselta sivulta asiakas pystyy valitsemaan, tarkisteleeko hän kokonaista tuulipuistoa vai yksittäistä tuulivoimalaa. Asiakkaan jokainen omistama tuulipuisto tulee listata valikkoon, josta asiakas voi valita haluamansa tuulipuiston. Jokaisen tuulipuiston alavalikosta asiakas voi valita haluamansa yksittäisen tuulivoimalan.

Puistokohtaisella sivulla asiakas näkee kyseisen tuulipuiston tuulivoimaloiden sijainnin kartalla. Kartan tulee tarkentua automaattisesti, niin että kartalla näkyy kaikki sen tuulipuiston tuulivoimalat mahdollisimman tarkasti. Yksittäisen tuulivoimalan puistossa kartta tarkentuu vain tähän yhteen ainoaan tuulivoimalaan. Tuulivoimalan kuvakkeista asiakkaan pitää pystyä havaitsemaan jokaisen tuulivoimalan sen hetkinen tila, tämä tulee toteuttaa jo nykyisin käytössä olevan SCADA-käyttöliittymän väreillä. Tuulivoimalaa osoittavasta kuvakkeesta klikkaamalla asiakkaan tulee päästä tuulivoimalakohtaiselle sivulle, josta asiakas voi tarkastella valitsemansa tuulivoimalan tarkempia tietoja.

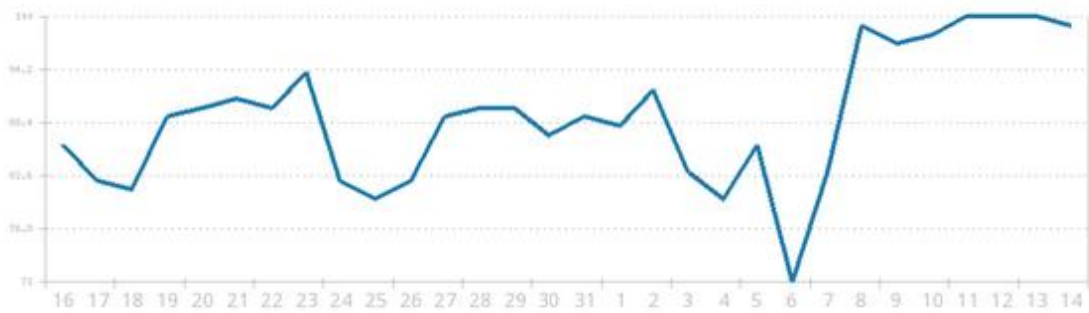
Kartan alapuolelle tullaan sijoittamaan kaksi kuvaajaa, joista toinen kuvaaja ilmaisee valitun tuulipuiston kokonaistuotannon edeltävältä kolmeltakymmeneltä (30) päivältä (Kuvaaja 6). Toinen kuvaaja taas ilmaisee valitun tuulipuiston käytettävyyden edeltävältä kolmeltakymmeneltä (30) päivältä (Kuvaaja 7).

Production MWh



Kuvaaja 6. Tuotettu teho.

## Availability



Kuvaaja 7. Käytettävyysprosentti.

Näiden kahden kuvaajan alle tullaan sijoittamaan taulukot valitun tuulipuiston tuotannosta ja tilamuutoksista edeltävältä neljältä (4) viikolta (Taulukot 6 ja 7).

Taulukko 6. Viikkokohtainen tuotettu teho ja käytettävyysprosentti.

## Weekly Production

#	MWh	Availability %
Week 13	2011	87
Week 14	1655	86
Week 15	2864	93
Week 16	158	99

Taulukko 7. Viikkokohtaiset käyttötunnit.

## Status Breakdown

#	Running h	Waiting h	Service req. h	Out of Order h
Week 13	456	36	12	0
Week 14	393	81	24	6
Week 15	300	153	36	5
Week 16	480	24	0	0

## 6.4 Ulkoasu

Ulkoasu tullaan suunnittelemaan yhteistyössä mainostoimisto Funky Monkeyn kanssa. Funky Monkey on graafisen suunnittelun ja verkkosivujen tekemisen ammattilainen. He suunnittelevat visuaalisia brändejä sisältäen logot, esitteet, käyntikortit ja nettisivut. He ovat myös sosiaalisen median mainostamisen ammattilaisia. (Funky Monkey 2015)

Ulkoasusta tulee tehdä silmälle miellyttävä, riittävän informatiivinen, mutta ei missään nimessä liian paljon kerralla tietoa sisältävä eikä liian korea. Silmäkarkkia ulkoasussa tulee kuitenkin olla sen verran, että ulkoasu miellyttää asiakasta sekä antaa ammattimaisen vaikutelman käyttöliittymän laadusta. Kyseessä on kuitenkin ammattikäyttöön tarkoitettu käyttöliittymä, joten sen tulee sisältää helposti havaittavaa tarvittavaa tietoa asiakaan tuulivoimaloista yhdellä silmäyksellä. Tietojen havainnoinnin helpottamiseksi tuulivoimaloiden tilamuutoksissa tulee käyttää jo vanhassa SCADA-järjestelmässä olemassa olevia värejä, joita ovat vihreä, keltainen, punainen ja musta. Uutena näitten lisäksi tulee sininen väri ilmaisemaan tuulivoimalan huoltoa odottavaa tilaa. Kuvajissa, taulukoissa ja kaikkialla muualla, missä on mahdollista, tulee käyttää samaa sinisen sävyä, kuin on Wind Controllerin logossa. Sinistä väriä ei tule kuitenkaan käyttää liikaa, jotta käyttöliittymästä ei tule liian sininen.

## 7 WIND CONTROLLER KÄYTTÖLIITTYMÄ

Tässä kehityssuunnitelmassa keskitytään asiakkaan käyttöliittymään, mutta ohessa käsitellään myös tulevaisuudessa kehitettävään Wind Controllerin omaa käyttöliittymää. Wind Controllerin käyttöön tulevan käyttöliittymän tulee olla selkeä, yhdellä silmäyksellä paljon kertova. Operoitavien tuulivoimaloiden listaus tulee mahtua yhdelle näytölle, toisin kuin nykyisin käytössä olevassa SCADA-käyttöliittymässä, jossa näyttöä joutuu vierittämään nähdäkseen kaikkien tuulivoimaloiden tilan. Näytöltä tulee erottua selkeästi nopealla silmäyksellä poikkeamat tuulivoimaloiden toiminnassa, ihan kuten nykyisessä SCADA-käyttöliittymässä. Värit ilmaisevat hyvin tuulivoimaloiden tilan. Wind Controllerin käyttöliittymästä tulee päästä suoraan tuulivoimalakohtaiseen käyttöliittymään. Tällä nopeutetaan ja helpotetaan voimalan käyttöliittymään yhdistämistä. Käyttöliittymästä tulee saada helposti tarvittavat raportit, niin tuulivoimala- kuin tuulipuistokohtaisesti.

Tarvittavia raportteja ovat:

- kymmenen minuutin tapahtumaloki
- hälytysraportti
- päivittäinen tuotantoraportti
- kuukausikohtainen tuotantoraportti
- kuukausittainen tuotantoraportti koko puistosta

Kymmenen minuutin tapahtumalokiin pitää pystyä valitsemaan ajankohta, miltä väliltä tapahtumia halutaan seurata, sekä voimalasta saatavat mittausarvot, joita halutaan tarkastella. Voimalan tarkasteltavia mittausarvoja voisivat olla esimerkiksi kaikki voimalan mittaus tiedot, lämpötilat, paineet, jännitteet, virrat jne. Nämä valittavat arvot määritettäisiin voimalatyypikohtaisesti.

Hälytysraportista tulee pystyä valitsemaan ajankohta sekä tutkittava hälytys. Päiväkohtaiseen tuotantoraporttiin pitää pystyä valitsemaan ajankohta, minkä päivien tuotantoa halutaan tutkia. Kuukausittaisen voimalakohtaisen

tuotantoraportin tulee sisältää valitun kuukauden tai valittujen kuukausien tuotanto/tuotannot. Kuukausittaisen puistokohtaisen tuotantoraportin tulee sisältää valitun kuukauden tai valittujen kuukausien koko puiston tuotanto/tuotannot. Käytettävyyseraportin tulee sisältää valitun tuulivoimalan, valittujen tuulivoimaloiden tai valitun tuulipuiston käytettävyyssprosentti. Samassa raportissa tulee ilmetä, myös valitun tuulivoimalan, valittujen tuulivoimaloiden tai valitun tuulipuiston tuotanto.

## 8 KAUPALLINEN KEHITYS

Kaupallisen kehityksen osalta opinnäyteyössä käsitellään uuden SCADA-järjestelmän, etenkin asiakaskäyttöliittymän osalta, erilaiset ansaintamallit, niin uuden järjestelmän osalta kuin sen ohessa ja lisäksi tarjottavien palveluiden osalta. Tuotteistamista ei vielä tässä vaiheessa kehityssuunnitelma käsitelty kovinkaan paljoa, koska kehityssuunnitelman pääpaino on toimeksiantajan pyynnöstä ollut asiakaskäyttöliittymän kehityssuunnitelman teossa.

### 8.1 Tuotteistaminen

Tuotteistamisen perusajatus on uuden tuotteen tai palvelun kehittäminen ja markkinoille tuonti. SCADA-järjestelmää kehittäessä tulee kehitysprosessin aikana kerätä tietoa, jonka avulla järjestelmä ja sen käyttöliittymät saadaan vastaamaan asiakkaiden tarpeita. Ennakkosuunnittelulla pienennetään epäonnistumisen mahdollisuutta markkinoilla. Tuotteistamisen avulla saadaan selville järjestelmän ja käyttöliittymien realistinen hinta/laatu-suhde. Järjestelmää ja käyttöliittymiä muodostaessa on huomioitava yksiselitteisyys, vertailukelpoisuus ja asiakaslähttöisyys.

Palvelun tuotteistamisprojektissa on selkeästi määriteltävä tavoitteet, eli se, mihin pyritään. Lisäksi on määriteltävä kehittämiskohteet, joita voivat olla esimerkiksi

- hinnoittelu
- palveluprosessi
- palvelutarjonta
- viestintä.

Lisäksi on esitettävä selkeästi ja konkreettisesti keinot, miten tavoitteiden mukaiseen tulokseen päästään. Tulokset pitää pyrkiä määrittelemään niin, että ne ovat mitattavissa. Palvelun tuotteistamisprosessia voidaan kuvata kokonaisuutena kuvan 9. esittämällä tavalla (Kuva 9).



Kuva 9. Palvelun tuotteistamisprojektin logiikka.

Yksi tapa tarkastella palvelun tuotteistamisprosessia, on nähdä sen etenevän seuraavien seitsemän vaiheen kautta:

1. asiakastarpeen arviointi
2. palvelun rakenteen, sisällön ja prosessin määrittely,
3. standardointiasteen määrittely ja palvelun standardointi
4. palvelun konkretisoiminen (Esitteet, kuvaukset yms.)
5. palvelun hinnoittelu
6. seuranta ja mittaaminen
7. palvelun jatkuva kehittäminen

(Jaakkola 2009, 7–40.)

Palvelun ylläpidon tulisi olla tuotteen jatkuvaa parantamista, kehittymistä koko sen elinkaaren ajan, eikä vain järjestelmän toiminnan varmistamista ja järjestelmästä huolehtimista, ylhäällä pitoa.

## 8.2 Ansaintamallit

Jo olemassa oleville asiakkaille perusversio uudesta SCADA-käyttöliittymästä tulee tarjota ilmaiseksi. Uusille asiakkaille perusversiosta tulee maksullinen. Lisämaksusta asiakkaan käyttöliittymään tarjotaan erilaisia lisäosia, kuten esimerkiksi raportointi, raportoinnin seuranta, rahallisen tuoton laskuri, tuuliennustepalvelu, raporttimallin muokkaus, tarkempia tietoja niin voimala- kuin puistokohtaisesti



sekä monia muita myöhemmässä vaiheessa kehitettäviä lisäosia. Lisäosapaketteja tulee tehdä valmiiksi muutama erilainen versio, joista asiakas voi valita itselle parhaiten sopivan. Toki kaikkia lisäosia tulee voida hankkia erikseenkin, mutta lisäosan hinta tulee tällöin olla korkeampi kuin valmiin lisäosapaketin. (Koivikko 2015.)

Uusille asiakkaille tulisi markkinoida SCADA-käyttöliittymää yhdessä operointipalvelun kanssa. Operoinnin ja SCADA-käyttöliittymän avulla markkinoidaan muita yrityksen palveluita, joita ovat:

- resurssien hallinta
  - tuulivoimaloiden kustannustehokas systemaattinen käyttö ja huolto
  - yksittäisten tuulivoimalan välttämättömien ja suositeltujen huoltojen sekä päivitysten määrittely
  - palvelujen kilpailutus, neuvottelut, sopimusten teko, koordinointi, valvonta ja tarkastus
  
- kunnonvalvonta
  - online-kunnonvalvonta
  - endoskooppitutkimukset
  - värähtelymittaukset
  - voitelutekniikka
  
- tarkastukset
  - vastaanottotarkastus
  - tarkastus takuuajan loppuessa
  - vuositarkastukset

- tarkastus huoltosopimuksen päättyessä
- asiantuntijapalvelut
  - voimaloiden päivitykset
  - vianetsintä
  - ennakoivan kunnossapidon ohjeistukset
  - tiedot säännöksistä ja paikallisista poikkeuksista
  - simulaatiot ja lujuuslaskelmat
- varaosapalvelut
  - toimitusketjun optimointi
  - varaosastrategia
  - varaosien myynti
- siipien laaduntarkastus
  - laaduntarkastus tehtaalla
  - laaduntarkastus kohteessa
  - siipien tarkastukset, käyttöikästrategia ja korjaussuunnitelma
- huoltohissien huolto
  - huoltohissien asennus ja huolto
  - huoltohissien tarkastus ja huoltosuunnitelmat
- työturvallisuuspalvelut
  - henkilökohtaisten turvavälineiden tarkastukset
  - konsultointi

(Wind Controller 2015.)

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kehityssuunnitelma Wind Controller JV Oy:lle koskien SCADA-järjestelmän asiakaskäyttöliittymää. Opinnäytetyön aikana tutustuttiin nykyisin käytössä olevaan SCADA-järjestelmään ja sen käyttöliittymiin. Kirjallisuutta ja teoksia apuna käyttäen tutustuttiin SCADA-järjestelmien ja käyttöliittymien teoriaan ja kehitykseen. Kehityssuunnitelmaa tehdessä tutustuttiin markkinoilla jo oleviin järjestelmiin ja käyttöliittymiin. Tulevat kehitystyön toteuttavat yritykset oli valittu jo yrityksen toimesta, ennen opinnäytetyön aloittamista. Näiden jo valittujen kehitystyön toteuttavien yritysten kanssa keskusteltiin useasti kehityssuunnitelmasta ja sen sisällöstä, niin sähköpostin kuin palavereiden muodossa.

Kehityssuunnitelmassa keskityttiin suurimmaksi osaksi asiakaskäyttöliittymän kehittämiseen, mutta myös tulevaisuudessa kehittävän Wind Controller JV Oy:n omaan käyttöön tulevaa käyttöliittymää ideoitiin pienissä määrin. Kehityssuunnitelmaan saatiin kirjattua melko tarkka kuvaus asiakaskäyttöliittymän sisällöstä ja ulkonäöstä. Asiakaskäyttöliittymä tehtiin ihan uusien ideoiden mukaan käyttäen vanhasta SCADA-järjestelmästä saatavaa tietoa. Suurimpia muutoksia asiakaskäyttöliittymään kehitettiin käyttöliittymän ulkonäköön, sisältöön ja raportointiin liittyen.

Kehityssuunnitelmaa tehdessä keskusteltiin paljon asiakkaiden vaatimuksista ja mieltymyksistä, joita yritys oli jo tiedustellut ennen opinnäytetyön aloittamista. Kehityssuunnitelman edetessä keskusteltiin niin nykyisten kuin mahdollisten uusien asiakkaiden tarpeista käyttöliittymän osalta. Suunnitelman edetessä kehitettiin myös erilaisia ansaintamalleja käyttöliittymän lisäksi.

Opinnäytetyön aihe oli aika vaativa, koska yritys ei halunnut opinnäytetyöhön kirjattavan mitään tarkkoja tietoja, kuinka asiat tullaan mahdollisesti toteuttamaan. Tämä on ymmärrettävää, koska kyseessä on uuden tuotteen kehityssuunnitelma, eikä yritys halua kilpailevan yrityksen saavan valmista kehityssuunnitelmaa asiakaskäyttöliittymän kehittämiseen.

Lopputuloksena voidaan todeta, että työ onnistui hyvin ja yritys sai kehityssuunnitelman, jollaista he halusivat. Kehitystyö tulee edelleen jatkumaan tulevaisuudessa, ja tämän kehityssuunnitelman avulla yritys saa kehitettyä ensimmäisen version yrityksen omasta asiakaskäyttöliittymästä.

## 10 LÄHTEET

Aalto M. 2010. Videokuvan kaappaus valvomo-sovelluksesta. Metropolia ammattikorkeakoulu. Tietotekniikka. Insinöörityö.

Funky Monkey. 2015. Funky Monkey About. Viitattu 14.4.2015. [www.funkymonkey.fi](http://www.funkymonkey.fi)

Jaakkola, E., Orava, M. & Varjonen V. 2009. Palvelujen tuotteistamisesta kilpailuetua. Opas yrityksille. Tekes. Helsinki. Viitattu 5.5.2015.  
[http://www.tekes.fi/Julkaisut/palvelujen\\_tuotteistamisesta\\_kilpailuetua.pdf](http://www.tekes.fi/Julkaisut/palvelujen_tuotteistamisesta_kilpailuetua.pdf)

Koivikko K. 2015. Wind Controller JV Oy. Account Managerin haastattelu 9.4.2015.

Pehkonen J. 2010. ClearSCADA-valvomojärjestelmän dokumentointi. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma, automaatiotekniikka. Opinnäytetyö.

Pietola P. 2015 Way4U. Omistaja, Pernu T. Funkey Monkey. Omistaja, Koivikko K. Wind Controller JV Oy. Account Manager, Pitkänen M. Wind Controller JV Oy. Senior Technical Specialist keskustelu 26.3.2015.

Pitkänen M. 2015 Wind Controller JV Oy. Senior Technical Specialistin haastattelu 8.4.2015.

RIL 237-1. 2010. Vesihuoltoverkostojen suunnittelu. Helsinki; Suomen Rakennusinsinöörien liitto.

RIL 124-1. 2003. Vesihuolto I. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto.

Suomen automaatioseura 2010. Valvomo, suunnittelun periaatteet ja käytännöt. Helsinki.

Vestas Online. Business SCADA system. Viitattu 21.4.2015  
<http://nozebra.ipapercms.dk/Vestas/Communication/Productbrochure/Power-PlantSolutions/VestasOnlineSCADA/>

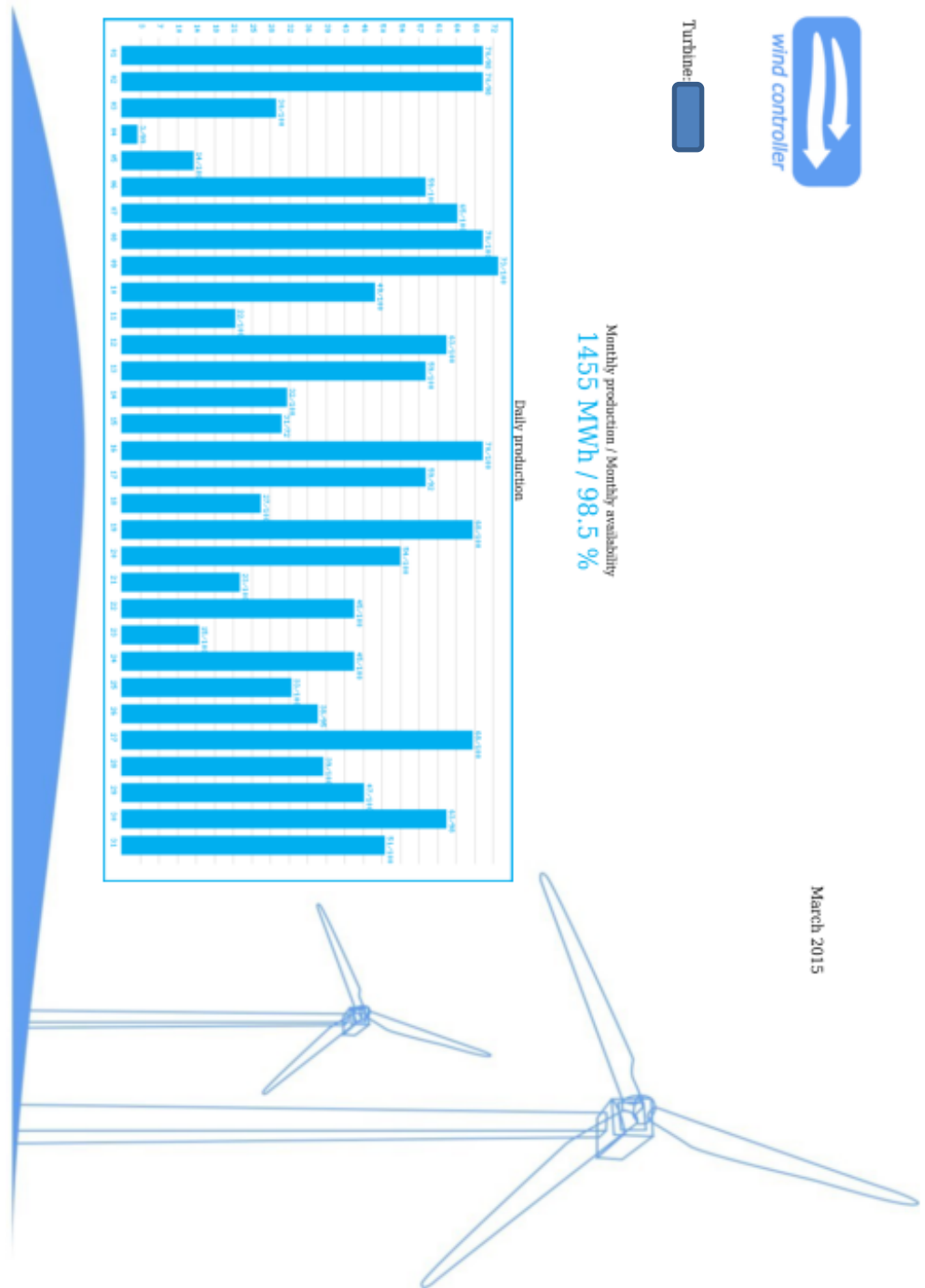
Way4U. 2015. Way4U Way4U Tietotekninen ystäväsi. Viitattu 14.4.2015. [www.way4u.fi](http://www.way4u.fi)

Wind Controller. 2014. Wind Controller Palvelut Viitattu 15.5.2015. [www.wind-controller.fi](http://www.wind-controller.fi)

## LIITTEET

- Liite 1 Asiakkaan tulostama kuukausiraportti
- Liite 2 Kymmenen minuutin tapahtumaloki
- Liite 3 Hälytysraportti
- Liite 4 Tuulivoimalakohtainen päivittäinen tuotantoraportti
- Liite 5 Wind Controllerin voimalakohtainen kuukausikohtainen tuotantoraportti
- Liite 6 Tuulipuistokohtainen kuukausiraportti
- Liite 7 Tuulipuiston käytettävyyseraportti
- Liite 8 Hahmotelma uudesta kuukausiraportista

Liite 1. Asiakkaan tulostama kuukausiraportti.



## Liite 2. Kymmenen minuutin tapahtumaloki.

24h log between 21.04.2015 and 21.04.2015																
Date	Time	Wind m/s	Wind m/s (min)	Wind m/s (max)	Direction (min)	Direction (max)	Power kW	Theor Power kW	Power kW (min)	Power kW (max)	Generato r D Bearing Temp	Generato r D Bearing Temp (min)	Generato r D Bearing Temp (max)	Generato r Rpm	Generato r Rpm (min)	Generato r Rpm (max)
21.4.2015	23:50:00	12,38	9,76	13,89	277,78	272,91	2 648,23	2 900,00	2 470,49	2 795,61	60,04	59,8	60,2	400,76	397,09	404,01
21.4.2015	23:40:00	11,84	10,29	13,48	274,27	266,75	2 366,02	2 800,00	2 206,98	2 560,78	59,54	59,1	60	396,79	393,53	400,63
21.4.2015	23:30:00	12,77	9,74	14,64	281,18	273,99	2 624,96	2 900,00	2 453,21	2 781,76	58,74	58,3	59,2	400,43	396,93	403,86
21.4.2015	23:20:00	12,12	8,28	14,15	279,31	271,73	2 400,15	2 900,00	2 205,40	2 683,43	57,95	57,5	58,4	397,27	393,22	402,78
21.4.2015	23:10:00	11,64	8,39	13,8	277,68	263,7	2 094,53	2 800,00	1 971,21	2 286,74	57,17	56,8	57,6	392,83	389,69	396,93
21.4.2015	23:00:00	11,21	8,28	13,63	280,68	273,57	2 081,76	2 800,00	1 857,10	2 383,88	56,47	56,1	57	392,52	387,69	398,16
21.4.2015	22:50:00	11,23	7,75	12,91	280,72	272,47	1 751,96	2 800,00	1 642,48	2 040,33	55,85	55,5	56,2	382,02	374	393,22
21.4.2015	22:40:00	10,22	7,51	12,03	278,44	270,31	1 674,57	2 500,00	1 441,42	1 890,51	55,35	55,1	55,6	376,95	368,46	390,76
21.4.2015	22:30:00	10,42	8,2	11,96	282,78	271,22	1 477,56	2 000,00	1 314,77	1 753,01	54,87	54,6	55,2	362,17	348,16	384,15
21.4.2015	22:20:00	9,68	7,55	11,67	285,13	276,07	1 068,55	2 000,00	825,97	1 343,91	54,5	54,2	54,8	326,15	300,61	352,16
21.4.2015	22:10:00	8,75	6,08	11,24	288,22	279,12	790,91	1 700,00	574,48	1 164,30	54,07	53,7	54,5	294,91	267,23	336,16
21.4.2015	22:00:00	9,84	7,77	11,67	292,38	280,26	299,54	2 000,00	998,3	1 412,40	53,61	53,3	53,9	337,3	318,16	358,15
21.4.2015	21:50:00	9,02	5,93	11,9	294,62	284,42	304,99	2 000,00	591,93	1 625,86	53,2	53	53,5	321,22	270	374,61
21.4.2015	21:40:00	8,73	6,29	10,36	296,16	290,5	301,55	1 700,00	678,36	988,8	52,92	52,7	53,1	307,56	281,07	317,7
21.4.2015	21:30:00	7,9	6,04	9,87	295,78	285,35	305,83	1 200,00	604,68	884,1	52,76	52,6	53	285,73	271,69	308,3
21.4.2015	21:20:00	7	4,41	9,1	306,66	292,51	316,83	1 200,00	276,55	815,45	52,67	52,5	52,9	251,35	225,99	300,46
21.4.2015	21:10:00	7,85	5,48	10,57	310,31	289,18	320,87	1 200,00	458,49	1 204,34	52,62	52,5	52,8	287,31	249,24	340
21.4.2015	21:00:00	6,9	4,82	8,56	312,78	268,77	321,55	800	283,88	724,01	52,75	52,6	53	249,16	226,14	289,23
21.4.2015	20:50:00	4,92	3,17	7,68	326,08	268,71	341,31	200	51,62	508,96	52,79	52,6	53	160,85	140,14	260,31
21.4.2015	20:40:00	5,78	3,12	7,92	323,26	283,4	344,24	300	136,7	413,87	52,61	52,5	52,8	225,67	212,15	243,24
21.4.2015	20:30:00	5,78	4,28	7,75	328,68	313,98	341,38	300	148,89	427,87	52,42	52,2	52,6	225,76	216,3	243,24
21.4.2015	20:20:00	6,06	3,6	8,65	322,06	301,75	334,23	800	154,44	729,82	52,25	52,1	52,5	237,08	215,84	289,84
21.4.2015	20:10:00	5,94	4,05	7,49	319,58	302,09	335,87	300	215,14	368,35	52,28	52,1	52,4	227,58	221,84	234,3
21.4.2015	20:00:00	5,95	4,39	7,32	326,39	308,45	343,45	300	131,05	358,15	52,38	52,2	52,5	225,29	208,3	232,91
21.4.2015	19:50:00	5,42	3,64	6,96	324,72	311,43	340,39	300	104,5	253,74	52,74	52,5	53	189,95	147,37	225,68
21.4.2015	19:40:00	4,89	3,38	6,14	317,44	303,99	329,95	200	101,7	158,53	53,17	53	53,5	151,04	146,91	158,31



## Liite 3. Hälytysraportti

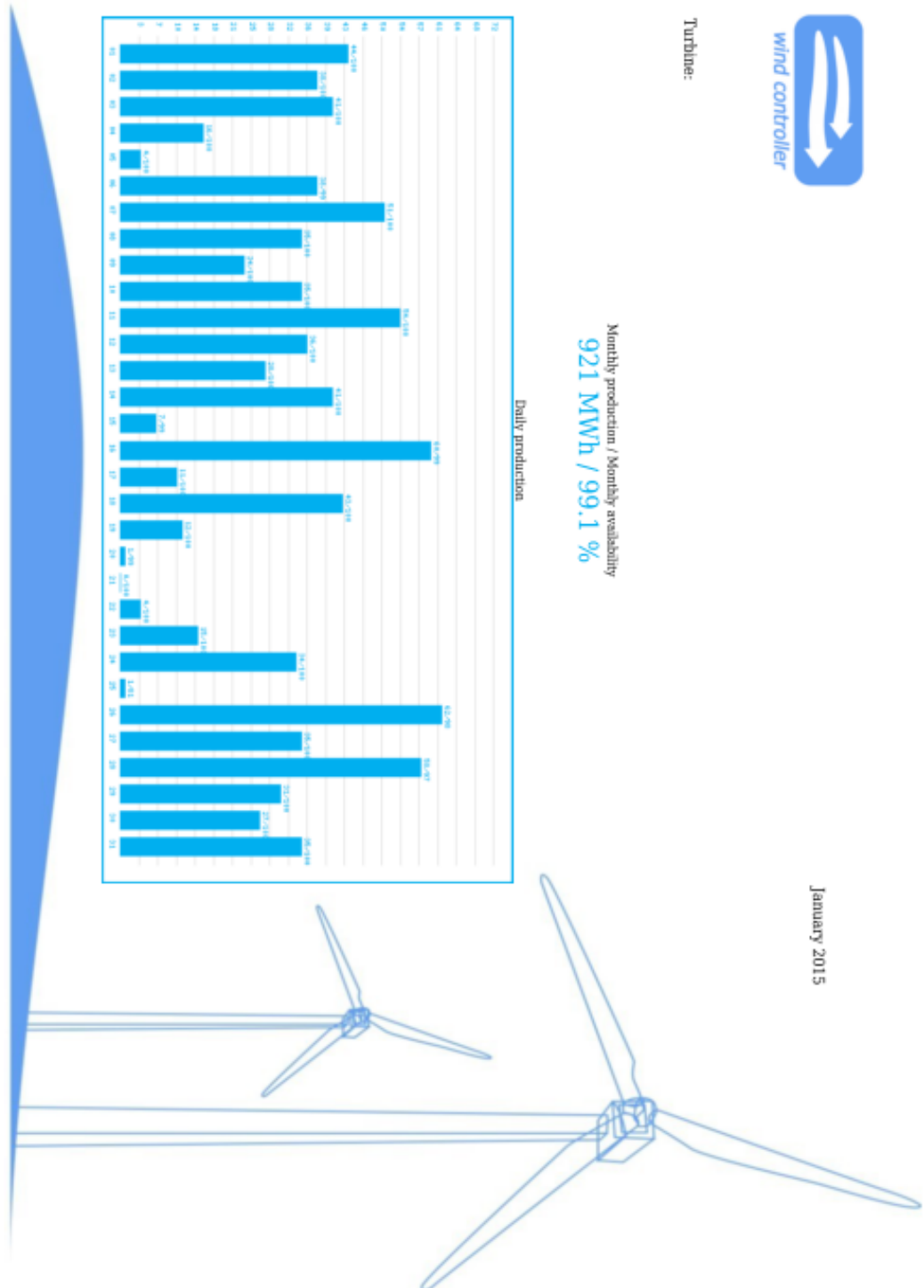
Puisto	Trtb	Date Time	Code	TrigKey	BrakeProgram	GeneratorPower	WindSpeed	GeneratorSpeed	PitchAngle
3005	9	2015-04-08 15:45:39.528	6161	a_bOperVibrationWarning	B100	2987.37	17.75	413.04	20.01
3005	9	2015-04-07 18:24:30.722	6096	a_bOperPitchCrIActiveSt	B100	3042.29	13.23	408.11	7.53
3005	9	2015-04-07 07:21:01.642	6097	a_bOperPitchCrIINorActiveSt	B100	1649.68	9.17	376.73	2.04
3005	9	2015-04-06 17:42:25.174	6096	a_bOperPitchCrIActiveSt	B100	2797.19	11.74	407.58	7.88
3005	9	2015-04-06 17:39:28.935	6091	a_bStTurbineStartingSt	B100	-27.93	9.12	0.00	83.19
3005	9	2015-04-06 17:37:26.939	6092	a_bOperSystemOK	B100	-27.95	8.93	0.00	83.12
3005	9	2015-04-06 17:12:40.553	6091	a_bOperManualStopSt	B10	-27.96	8.76	0.00	83.19
3005	9	2015-04-06 16:56:00.183	6169	a_bGridPdifference	B100	1357.06	9.70	242.69	30.18
3005	9	2015-04-06 16:55:54.382	6097	a_bOperPitchCrIINorActiveSt	B100	3050.00	11.44	408.76	7.38
3005	9	2015-04-06 16:55:54.352	2040	a_bGenBearNDTempHiHi	B10	3050.00	11.65	409.35	7.38
3005	9	2015-04-06 11:35:12.806	6096	a_bOperPitchCrIActiveSt	B100	3084.76	11.48	414.47	7.53
3005	9	2015-04-06 11:32:16.836	6091	a_bStTurbineStartingSt	B100	-29.27	8.54	0.00	83.05
3005	9	2015-04-06 11:30:15.411	6092	a_bOperSystemOK	B100	-29.40	9.49	0.00	83.12
3005	9	2015-04-06 11:14:49.604	6169	a_bGridPdifference	B100	1762.26	9.40	276.75	27.79
3005	9	2015-04-06 11:14:44.304	6097	a_bOperPitchCrIINorActiveSt	B100	2860.19	12.96	407.06	7.03
3005	9	2015-04-06 11:14:44.273	2040	a_bGenBearNDTempHiHi	B10	2860.19	12.96	406.70	7.03
3005	9	2015-04-06 04:39:58.041	6096	a_bOperPitchCrIActiveSt	B100	3052.04	12.14	407.52	7.53
3005	9	2015-04-05 21:31:26.351	1017	a_bGearOilHeater1357FailOnWarn	B100	169.41	4.14	166.80	1.92
3005	9	2015-04-05 21:01:48.481	6091	a_bStTurbineStartingSt	B100	-35.61	3.39	0.00	83.16
3005	9	2015-04-05 14:10:19.878	6092	a_bOperSystemOK	B100	-42.43	2.57	0.00	41.40
3005	9	2015-04-05 14:10:09.847	3016	a_bGridAwaitingWind	B10	12.77	3.22	125.07	2.10
3005	9	2015-04-05 13:34:31.939	6091	a_bStTurbineStartingSt	B100	-37.90	4.26	0.00	83.00
3005	9	2015-04-05 13:32:26.323	6092	a_bOperSystemOK	B100	-37.18	4.74	0.00	88.18
3005	9	2015-04-05 13:19:22.333	8017	a_bYawUnwistRequired	B10	126.37	3.49	214.72	2.04

## Liite 4. Tuulivoimalakohtainen päivittäinen tuotantoraportti.

01.03.2015: 31.03.2015:

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	m/s	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
31.03.2015	9,6	392272	48654	34330	34751	53920	54739	36258	56081	50828	22969	-258
30.03.2015	11,7	462087	61507	28290	34448	65009	65428	55679	66278	62658	23055	-266
29.03.2015	10,2	354687	42312	26855	29260	47052	47757	47986	48290	47155	18279	-257
28.03.2015	8,7	292964	33727	23204	24333	38852	39096	38780	39572	38550	17118	-269
27.03.2015	12,5	502886	65533	33423	35087	69646	70234	70223	70570	68393	20062	-283
26.03.2015	9,1	268895	33924	7898	24850	36844	35698	33839	39997	38054	18076	-285
25.03.2015	8,9	213028	31482	-288	19026	32406	27780	22910	33519	33009	13483	-298
24.03.2015	8,9	270018	36117	8492	27628	37111	27679	38262	31189	45062	18777	-298
23.03.2015	5,8	108293	8928	10527	12979	10989	11938	12660	16007	15095	9437	-268
22.03.2015	9,4	325184	37222	25663	26232	44231	39368	44543	45283	44730	18210	-296
21.03.2015	7,0	187448	20001	17088	21060	21351	21814	23729	22988	23259	16483	-325
20.03.2015	10,3	396277	48587	30530	34829	47431	45794	55703	56689	53899	23157	-342
19.03.2015	13,1	457785	59750	35510	35277	63105	54350	50494	68577	67799	23240	-315
18.03.2015	7,5	173648	16733	16549	19900	19306	11484	23621	24837	27142	14269	-192
17.03.2015	11,8	386093	49453	29870	29823	55930	47854	37716	56594	58876	20107	-130
16.03.2015	12,6	461671	61297	35380	35288	59995	43881	62713	70661	69522	23309	-375
15.03.2015	9,4	253762	33189	23494	25819	39968	196	41123	41867	31043	17417	-354
14.03.2015	8,4	194194	26552	16878	17361	28870	-56	29609	31722	31611	12015	-367
13.03.2015	12,5	405293	51901	32525	33361	57095	31107	58402	59424	58874	22983	-377
12.03.2015	13,2	412828	58692	32692	32695	39568	38817	62161	63405	62653	22522	-375
11.03.2015	6,8	143347	16444	3948	18939	4438	18675	22521	21409	22052	15296	-374
10.03.2015	9,8	298369	39069	24498	30134	18389	40845	47208	48896	48551	1153	-375
09.03.2015	16,0	440073	71234	35610	35121	22868	58111	71908	73258	72601	-267	-372
08.03.2015	14,5	423136	64287	35583	35222	22606	56970	68782	70571	69725	-244	-367
07.03.2015	15,9	398975	60835	32945	34071	20161	52541	64700	65109	64795	4191	-372
06.03.2015	10,9	370392	45393	32587	34645	12904	48108	54867	60247	58987	23022	-368
05.03.2015	5,9	93441	12158	8263	9385	3211	11316	14235	13433	13756	8037	-351
04.03.2015	4,3	28079	2931	3126	3533	3758	2447	3734	3856	2566	2521	-393
03.03.2015	8,2	223061	24048	22974	23721	20257	21699	31842	32346	30328	16312	-466
02.03.2015	13,2	484529	70040	35528	35175	11538	50734	60789	72257	70008	23181	55279
01.03.2015	12,8	502535	68852	35452	35016	-532	57914	70877	71680	69547	23058	70671

Liite 5. Wind Controllerin voimalakohtainen kuukausikohtainen tuotantoraportti.



## Liite 6. Tuulipuistokohtainen kuukausiraportti.



2015-03-09

1(1)

**Monthly report      wind park**

February 2015

Total hours: 672 h/turbine

Total hours (wind park): 10 752 h

Total production (wind park): 8 652 MWh    Availability (wind park): 94.6 %    Downtime (wind park): 580 h

TURBINE	PRODUCTION	AVAILABILITY	DOWNTIME
1	506 MWh	93.5 %	43.7 h
2	535 MWh	98.7 %	8.7 h
3	576 MWh	98.6 %	9.4 h
4	566 MWh	98.9 %	7.4 h
5	559 MWh	99.2 %	5.4 h
6	569 MWh	97.8 %	14.8 h
7	455 MWh	95.8%	28.2 h
8	589 MWh	98.6 %	9.4 h
9	475 MWh	78.0 %	147.8 h
10	557 MWh	96.9 %	20.8 h
11	660 MWh	99.4 %	4 h
12	531 MWh	78.6 %	143.8 h
13	649 MWh	99.1 %	6 h
14	411 MWh	97.0 %	20.2 h
15	519 MWh	89.0 %	73.9 h
16	495 MWh	95.3 %	31.6 h

## Liite 7. Tuulipuiston käytettävyyseraportti.

**Availability**

	<b>Last 4 weeks</b>		<b>Last 12 months</b>	
	<b>Availability %</b>	<b>kWh</b>	<b>Availability %</b>	<b>kWh</b>
<b>WT 2</b>	99,71	877 436	98,36	8 787 359
<b>WT 3</b>	79,34	483 616	93,43	5 844 095
<b>WT 4</b>	99,92	655 100	95,67	7 426 553
<b>WT 5</b>	97,62	941 590	93,63	8 246 369
<b>WT 6</b>	93,65	847 282	93,71	7 648 986
<b>WT 7</b>	97,26	922 760	84,99	7 968 869
<b>WT 8</b>	99,90	1 005 311	97,12	9 686 191
<b>WT 9</b>	99,00	984 706	93,13	9 049 807
<b>WT 10</b>	97,41	444 486	86,97	5 780 044
<b>WT 11</b>	54,43	382 756	86,97	7 920 541
<b>All</b>	91,82	7 545 043	92,40	78 358 814

Liite 8. Hahmotelma uudesta kuukausiraportista.

27.4.2015

8760 Control



## Wind Park - Park 1 Production Report on February 2015

### Monthly Performance Summary

Total Hours	Hours/Turbine	Down Time h
10 752	672	580
Availability %	Total Production MWh	Theoretical Max MWh
94,6	8652	9145

### Production MW / Daily Average Wind Speed m/s



### Availability %



27.4.2015

8760 Control

## Weekly Production

#	MWh	Availability %	Theoretical max MWh ⓘ
Week 5	2170	98	2420
Week 6	2172	97	2800
Week 7	2180	65	2960
Week 8	2170	100	2800

## Status Breakdown

#	Running h	Stopped h	Waiting for Service h	Out of Order h
Week 5	121	342	12	42
Week 6	121	342	12	42
Week 7	121	342	12	42
Week 8	121	342	12	42

Turbines

#	Production MWh	Availability %	Running Time h	Stopped Time h	Serviced Time h	Out of Order Time h
Turbine 1	506 MWh	93,5 %	157 h	10 h	1 h	0 h

Turbine 1 - Daily Production Breakdown



Turbine 2	506 MWh	93,5 %	157 h	10 h	1 h	0 h
-----------	---------	--------	-------	------	-----	-----

Turbine 2 - Daily Production Breakdown



Turbine 3	506 MWh	93,5 %	157 h	10 h	1 h	0 h
-----------	---------	--------	-------	------	-----	-----

Turbine 3 - Daily Production Breakdown



Turbine 4	506 MWh	93,5 %	157 h	10 h	1 h	0 h
-----------	---------	--------	-------	------	-----	-----

Turbine 4 - Daily Production Breakdown



Turbine 1	506 MWh	93,5 %	157 h	10 h	1 h	0 h
-----------	---------	--------	-------	------	-----	-----