



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

WAPICE IOT-TICKET.COM -VAL- VOMOALUSTA KIINTEISTÖAUTO- MAATIOKÄYTÖSSÄ

Joonas Vehmaanperä

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2016
Talotekniikan koulutus
Sähköinen talotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
Sähköinen talotekniikka

VEHMAANPERÄ, JOONAS:
Wapice IoT-Ticket.com -valvomoalusta
kiinteistöautomaatiokäytössä

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Huhtikuu 2016

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Wapice Oy:n IoT-Ticket.com -valvomoalustan soveltuvuutta kiinteistöautomaation valvontaan ja Enermix Oy:n tarpeisiin. Työssä käsiteltiin IoT-Ticket.com -alustan ominaisuuksia ja toimintoja vertailemalla niitä nykyisin Enermix Oy:n käytössä olevaan valvomoalustaan. Vertailutasona käytettiin nykyisellä valvomoalustalla toteutettua poistoilman lämmöntalteenotto kohteen valvomoa. Opinnäytetyössä tärkeimpinä vertailtavia seikkoja valvomoalustojen välillä olivat työssä valvomografiikan luonti, hälytykset, trendit ja raportointi. Työssä käsiteltiin lisäksi kiinteistö- ja rakennusautomaatiojärjestelmien käyttöliittymiä niiltä osin kuin ne vaikuttavat graafisten valvomoiden suunnitteluun.

IoT-Ticket.com on Cloud/Big Data -pohjainen valvomoratkaisu, jonka käyttöliittymä perustuu HTML5-tekniikkaan, jolloin valvomopalvelua voidaan käyttää Windows-laitteiden lisäksi myös iOS- ja Android-laitteilla. Valvomon käyttöliittymän muokkaus voidaan tehdä suoraan selaimessa. IoT-Ticket.com -alustalla yhteyden luontiin kenttälaitteille voidaan käyttää Wapice Oy:n WRM 247+ -laitetta tai muita tiedonkeruulaitteita. IoT-Ticket.com tukee suoraan erilaisia protokollia, joita ovat esimerkiksi Modbus, OPC-DA/UA, BACnet.

IoT-Ticket.com -valvomoalustalla ei voida luoda täysin samankaltaista valvomoa kuin nykyisin Enermixin käytössä olevalla alustalla. IoT-Ticket.com -alustassa on tällä hetkellä Enermixin tarpeisiin liittyen puutteita muun muassa hälytyksien käsittelyssä ja valvomon käyttöliittymän luonnissa. Käyttöliittymien osalta Enermixin tarpeet ovat erityisesti prosessikaavioiden piirto. Alustan jatkuvan kehityksen johdosta työnteon aikana käytössä olleen version puutteet tulevat poistumaan tulevaisuudessa. Tämän jälkeen voidaan arvioida uudelleen alustan soveltuvuus. IoT-Ticket.com -alusta on nykyisellään käyttökelpoinen alusta raportointiin ja erilaisten tunnuslukujen esittämiseen. Jatkotutkimuksina voidaan tutkia esimerkiksi loppukäyttäjien valvomokäyttöliittymien luontia IoT-Ticket.com -alustalla, koska IoT-Ticket.com mahdollistaa valvomon käyttämisen helposti myös iOS- ja Android-laitteilla.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in building service engineering
Option of Electrical services

VEHMAANPERÄ, JOONAS:
Wapice IoT-Ticket.com -Platform
In Building Automation Use

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 0 pages
April 2016

The purpose of this thesis is to explore the suitability of Wapice Oy's IoT-Ticket.com platform for building automation control for Enermix Oy. The characteristics and functionalities of IoT-Ticket.com platform are identified in this study. Characteristics of IoT-Ticket.com platform are compared against the platform that is currently used by Enermix Oy. Existing customer case with an exhaust air heat recovery remote monitoring and control interface is used as reference for comparison. The focus of the study was to create remote monitoring graphics, alarms, trending and reporting and to analyze the benefits and deficiencies of IoT-Ticket.com against currently used platform. The thesis deals also with the graphical user interfaces of building automation systems remote monitoring and control.

IoT-Ticket.com is cloud/Big data platform based on HTML5 technology, so that the service and interfaces can be used also for iOS and Android devices. Interface editing can be done using the same website as the surveillance. To create a connection to field devices by Wapice the WRM 247+ device or other data acquisition devices can be used. IoT-Ticket.com platform is supported by multiple protocols for example Modbus, OPC-DA/UA, BACnet.

IoT-Ticket.com platform cannot completely be created similar to the interface that existing platform has. There are at this moment few defects in the IoT-Ticket.com platform for example in the alarm operations and graphical user interfaces. IoT-Ticket.com platform is useful for reporting and the presentation of various key performance indicators. Platform could also be used create a customer interface. IoT-Ticket.com is easy to use also iOS and Android devices.

Key words: iot-ticket.com, building automation

SISÄLLYS

1	Johdanto.....	7
2	Kiinteistöautomaatio	8
	2.1 Käyttöliittymä	9
	2.2 Graafinen valvomo	9
3	IoT-Ticket.com -palvelu.....	10
	3.1 Tiedonkerääminen järjestelmään	11
4	IoT-Ticket.com palvelun vertailu nykyiseen valvomo alustaan.....	12
	4.1 Yhteyden luonti.....	12
	4.2 Valvomon ja grafiikan luonti.....	13
	4.2.1 Prosessikaavion luonti.....	14
	4.2.2 Valikoiden luonti.....	15
	4.3 Pisteiden luonti	17
	4.4 Tiedon skaalaus.....	19
	4.5 Tiedontallennus.....	19
	4.6 Hälytyksien luonti.....	20
	4.7 Hälytyksien välitys	21
	4.8 Kieliasetukset ja lokalisointi	22
	4.9 Trendien luonti ja hyödyntäminen.....	22
	4.9.1 Trendien luonti nykyisessä ohjelmistossa.....	23
	4.9.2 Trendien luonti IoT-Ticket.com -ohjelmistossa.....	24
	4.10 Käyttäjien lisäys.....	25
	4.11 Roolit/oikeuksien hallinta	26
	4.12 Kohteiden/laitteiden lisäys.....	27
	4.13 Raportointi	28
	4.14 Ajastetut toiminnat.....	29
	4.15 Tietoturvallisuus	29
	4.16 Järjestelmään kirjautuminen ja sen käyttäminen	30
5	Päätelmät	32
	5.1 Ehdotukset	33
	LÄHTEET.....	34

LYHENTEET JA TERMIT

1-Wire	1-Wire on digitaalinen väyläratkaisu, jossa väylälle riittää yksi johdin.
API	Application Programming Interface, jonka avulla määritellään ohjelmistojen välistä tiedonvaihtoa
CAN	Controller Area Network on välyä ratkaisu, jota käytetään mm. ajoneuvoissa ja teollisuuslaitteissa. Tiedonsiirtoon käytetään kahta johdinta.
CANopen	CAN-väylän sovelluskerroksen protokolla
HTML5	HyperText Markup Language version 5
IEC	International Electrotechnical Commission eli kansainvälisen sähköalan standardointiorganisaation
iOS	iPhone operating systems on Applen kehittämä käyttöjärjestelmä, joka on käytössä Applen iPhone-, iPod touch-, iPad- ja Apple TV-laitteissa
ISO	International Organization for Standardization eli kansainvälinen standardisoimisjärjestö
JSON	JavaScript Object Notation. Avoimen standardin tiedostomuoto tiedonvälitykseen
Modbus	Sarjaliikenneprotokolla ja master-slave tyyppinen väylä
Modbus TCP	Modbus protokollan muunnelma tcp/ip yhteyksille
MQTT	Message Queue Telemetry Transport, joka on tarkoitettu muun muassa verkossa olevien laitteiden etävalvontaan
OBD	On-Board Diagnostics eli ajoneuvon itsediagnostiikka
OPC	Object linking and embedding for Process Control on tiedonsiirto rajapinta esimerkiksi valvomon ja ohjelmoitavan logiikan välille.
OPC-UA	OPC Unified Architecture on kehittyneempi versio OPC rajapinnasta
REST	Representational State Transfer on HTTP-protokollaan perustuva arkkitehtuurimalli web-palvelujen rajapintojen toteuttamiseksi
SNMP	Simple Network Management Protocol, jota käytetään TCP/IP verkkojen hallinnassa

SSL	Secure Sockets Layer on http yhteyksien salaamiseen kehitetty protokolla
SQL	Structured Query Language on standardoitu kyselykieli tietokanta kyselyiden toteuttamiseen.
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol on tietoverkko liikennöinnissä käytettävien protokollien yhdistelmä
USB	Universal Serial Bus on sarjaväylä, jota käytetään laajasti oheislaitteiden liittämiseen tietokoneeseen
XML	Extensive Markup Language. Merkintäkielien standardi

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Enermix Oy:n toimeksiannosta. Työssä tutustuttiin IoT-Ticket.com -palveluun ja vertailtiin sekä analysoitiin palvelun soveltuvuutta Enermix Oy:n liiketoiminnan tarpeisiin. IoT-Ticket.com -palvelu on Wapice Oy:n kehittämään verkkoon kytettyjen laitteiden valvonta-, seuranta- ja ohjauspalvelu. Tehtävänä oli selvittää voitaisiinko IoT-Ticket.com -palvelua hyödyntää kiinteistöautomaation valvonnassa. Tarkoituksena oli selvittää saadaanko IoT-Ticket.com -palvelulla luotua valvomo, jossa on esitetty vähintään samat tiedot ja kulutusseurannat kuin nykyisellä valvomoalustalla luodussa valvomossa. Sekä tutkia onko IoT-Ticket.com -palvelulla nopeampi luoda valvomo sekä onko sen käyttäminen tehokkaampaa.

Vertailussa pohjana käytettiin jo aiemmin luodun poistoilman lämmöntalteenotto kohteen valvomoa, joka on luotu nykyisin Enermix Oy:ssä käytössä olevalla valvomoalustalla. Tarkoituksena on käyttää kenttälaitetasolla samoja laitteita ja siirtää tietoa OPC-UA rajapinnan kautta, jota kohteeseen ei tarvitse tehdä mitään lisäasennuksia. Tähän oli valmiudet sillä käytössä on OPC-UA palvelin, mutta IoT-Ticket.com -palvelun evaluaatioversiossa OPC-UA toiminnallisuudet eivät ole aktivoituna. Kun todellisen datan liittämistä ei päästy testaamaan, päätettiin käyttää IoT-Ticket.com -palvelussa virtuaalisia datapisteitä, joka lisäsi hieman työmäärää, kun jokaiselle mittaukselle luotiin simulointi ja aseteltiin simuloitavien arvojen välit vastamaan todellista skaalaa. Esimerkiksi kaukolämmön meno lämpötilan arvot simuloitiin väliltä $+30^{\circ}\text{C}$ – $+120^{\circ}\text{C}$.

Taustana työn aiheelle oli opiskeluiden aikana herännyt kiinnostus valvomo-ohjelmistoihin. Opiskeluiden aikana on tullut käytettyä useita erilaisia palveluita, jota voidaan käyttää kiinteistöautomaation valvontaan, joten myös uusien valvomoalustojen testaukseen oli kiinnostusta.

2 KIINTEISTÖAUTOMAATIO

Kiinteistöautomaatio käsitteenä kattaa laajemman kokonaisuuden kuin rakennusautomaatio. Kiinteistöautomaatio käsittää rakennusautomaation lisäksi kiinteistön muita valvonta ja ohjausjärjestelmiä. Kiinteistöautomaatioissa eri järjestelmät on integroitu yhteen. Rakennusautomaatio käsitteenä mielletään yksittäiseksi järjestelmäksi, kuten ilmanvaihtojärjestelmäksi tai lämmitysjärjestelmäksi. Kiinteistöautomaatiojärjestelmään voi olla yhdistetty esimerkiksi paloilmoin-, kulunvalvonta-, lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmä tai osa näistä.

Kiinteistö- ja rakennusautomaatio jaetaan kenttälaitetasoon, alakeskustasoon ja valvomotasoon. Kenttälaitetasoon kuuluvat toimilaitteet, mittarit ja anturit. Alakeskustasoon kuuluvat keskkukset, joihin tieto siirretään kenttälaitteilta. Lisäksi kohteissa, joissa on esimerkiksi useita ilmanvaihtokoneita ovat alakeskkukset yhteydessä toisiinsa. Valvomotassolla toimii kiinteistöautomaatiojärjestelmien yhteinen käyttöliittymä.

Rakennusautomaatio kiinteistössä, joka on liitetty kaukolämpöverkkoon, koostuu usein vain kaukolämmön alajakokeskuksesta, jossa on säädin lämmitysverkostoa ja käyttövesi verkostoa varten. Mahdollisesti lämmönjakohuoneessa on myös paikallinen paneeli, josta huoltomies näkee onko järjestelmässä esimerkiksi pumpuissa hälytyksiä. Ilmanvaihto on toiminut pääosin ½ teholla ja se on ohjattu tehostustilaan 1/1 nopeudelle paikallisella kellokytkimellä. Automaation lisääntyessä on muun muassa kaukolämmönsäätimiin tullut mahdollisuus asettaa esimerkiksi lämpötilahälytyksiä. Säätimien kehittyttyä hälytykset voidaan välittää eteenpäin sähköpostilla tai tekstiviestillä. Ilmanvaihtojärjestelmiin kello-ohjaukset on saatu toteutettua alakeskukusten logiikkayksiköissä, jolloin pystytään määrittelemään esimerkiksi eri päiville eri tehostusajat tai tehostuksen lämpötilarajat.

Nykypäivänä kiinteistöautomaatioon liitettävien järjestelmien määrä on kasvanut. Kiinteistöissä saattaa olla kaukolämmön lisäksi lämmönlähteinä lämpöpumppuja ja uusiutuvan energian ratkaisuja. Huonoimmassa tapauksessa näillä kaikilla järjestelmillä on oma automaatiikkansa eikä ne ole yhteydessä keskenään. Parhaassa tapauksessa kaikki nämä järjestelmät toimivat yhdessä automaattisesti ja niiden toimintaa voidaan seurata yhteisestä valvomosta ja ohjata yhteisestä käyttöliittymästä.

2.1 Käyttöliittymä

Käyttöliittymä voi olla graafinen näyttö paikallisesti, yksinkertainen on/off- kytkin tai etävalvomo. Yleisesti käyttöliittymällä tarkoitetaan ihmisen ja laitteen välistä rajapintaa. Käyttöliittymät voidaan kiinteistövalvomoissa jaotella osa- ja kokojärjestelmäkohtaisiksi. Käyttöliittymä tulee suunnitella sellaiseksi, että sitä on helppo käyttää ja siinä ei ole liika tietoa. (Bamberg, Jussila, Laaksonen, Piikkilä, Sahala, Sahlstén, Spangar & Sulku 2008, 11, 15-22.)

Esimerkiksi graafiseen valvomoon, jonka käyttäjiä ovat järjestelmäasiantuntija, huoltomies ja asukas, tulisi jokaiselle suunnitella oma käyttöliittymä. Käyttöliittymien eriyttämisellä pystytään luomaan jokaiselle käyttäjäryhmälle käyttöliittymä, josta tarvittava tieto löytyy nopeasti. Tällöin myös järjestelmän käyttäminen on tehokasta. Asukkaan käyttöliittymässä voisi olla energian-, sähkön- ja vedenkulutustiedot sekä asunnon lämpötila ja asetusarvo. Huoltomiehellä voisi näkyä kulutustietojen lisäksi, käyttöveden ja lämmityksen asetusarvot, mittausarvot ja pumppujen tilatiedot sekä järjestelmän hälytykset ja huoltokirja. Järjestelmäasiantuntijalle voisi näkyä huoltomielelle näkyvien tietojen lisäksi muita järjestelmästä saatavia lämpötilatietoja.

2.2 Graafinen valvomo

Nykyisin valvomoihin on mahdollista liittää joko yksittäisiä mittauksia, ohjauksia tai erilisiä järjestelmiä kuten kaukolämmön säätimiä ja lämpöpumppuja. Valvomoihin olisi hyvä liittää myös kiinteistöjen sähkön-, kaukolämmön- ja vedenkulutustiedot. Etenkin vedenkulutusta seuraamalla päivä tai viikko tasolla voidaan nopeasti havaita kulutuksen muutokset ja selvittää onko syynä mahdollisesti putkivuoto tai vuoto vesikalusteessa. Mikäli kiinteistössä on lämpöpumppuja tai uusiutuvan energian järjestelmiä voidaan niiden tuottamaa energiaa mitata ja esittää valvomossa. Näiden tietojen esittämiseen graafiset valvomot tarjoavat havainnolliset mahdollisuudet erilaisten kaavioiden muodossa. Lisäksi kaavioihin voidaan lisätä näkyviin kulutuksien lisäksi hälytyksien raja-arvot.

Taloteknisten järjestelmien käyttöliittymien luomiseen ja värien käyttöön kaavioiden luonnissa on annettu ohjeita ST-kortissa 721.01 Talotekniikan tietojärjestelmien käyttöliittymät. Tämän ST-kortin sisältöä ei tässä työssä käsitellä, sillä kyseinen ST-kortti antaa varsin kattavat ja selkeitä ohjeita hyvästä käyttöliittymästä ja värien käytöstä. (Talotekniikan tietojärjestelmien käyttöliittymät 2007, 7.)

3 IOT-TICKET.COM -PALVELU

IoT-Ticket.com on HTML5- pohjainen pilvipalvelu alusta, jonka tarjoaa Wapice oy. Alustan on kehitetty vuodesta 2005 asti Wapice Remote Management -alusta (WRM platform) nimellä, vuoden 2015 alussa palvelu sai nimen IoT-Ticket.com (IoT-Ticket – Tausta 2015). Kuvassa 1 on esitetty Wapicen näkemys IoT-Ticket.com palvelun eduista.

IoT-Ticketin edut

✔ IoT-Ticket lyhyesti

- Etäseuranta ja -hallinta
- Nykyaikainen, helppokäyttöinen selainpohjainen käyttöliittymä
- Tehokas raportoinnin hallinta ja analytiikka
- Big data yhteensopiva ja turvallinen

✔ Käyttöesimerkkejä

- Säännelty raportointi
- Valvottu seuranta ja hallinta
- Toiminnallinen tehokkuus ja KPI-seuranta
- Kunnonvalvonta

✔ Kokonaisratkaisu

IoT-Ticket on kaiken kattava etähallintajärjestelmä, joka sisältää elektroniikkaa, ohjelmiston ja palvelimen.

✔ Joustava

Käytä koko IoT-Ticket alustaa tai osaa siitä. Käytä IoT-Ticket tarjoamaamme WRM247+ laitetta, tai omaa elektroniikkaasi.

✔ Helppo aloittaa

Voit käyttää IoT-Ticketiä palveluna (SaaS tai Paas) tai ottaa sen käyttöösi omalle palvelimillesi.

✔ Integroitava

IoT-Ticket on integroitavissa tietojärjestelmiisi.

✔ Ajan tasalla

IoT-Ticketiä kehitetään jatkuvasti.

✔ Luotettava

IoT-Ticketin on kehittänyt Wapice, joka on teollisuusyritysten luotettava kumppani.

✔ Kustomoitavissa

IoT-Ticket voidaan kustomoida omiin tarpeisiisi sopivaksi ja jopa tuotteen ulkoasu voidaan muokata sopimaan yrityksesi brändiin.

✔ Helppokäyttöinen

Tarvitset ainoastaan verkkoselaimen käyttäaksesi IoT-Ticket alustaa.

KUVA 1. IoT-Ticket.com palvelun edut (IoT-Ticket - Hyödyt 2016.)

3.1 Tiedonkerääminen järjestelmään

Järjestelmään voidaan kerätä tietoa Wapice Oy:n WRM 247+ -tiedonkeruulaitteella tai jollain muulla tiedonkeruulaitteella. WRM 247+ -laite on Wapicen mukaan suunniteltu yhteensopivaksi alustan ominaisuuksien kanssa. Laite sisältää fyysisiä liityntöjä erilaisille antureille ja toimilaitteille, joten sillä voidaan sekä lukea että kirjoittaa tietoa kenttälaitteille. Laitteessa on ohjelmistotasolla tuki muun muassa seuraaville tavoille: 1-Wire, CAN, IEC 61850, ISO 11783, OPC UA sekä mA ja V tuloille ja lähdöille. Toinen tapa liittyä IoT-Ticket.com -järjestelmään on käyttää RestAPI rajapintaa, jonka avulla voidaan liittää lähes mikä tahansa laite osaksi kokonaisuutta. Kolmas vaihtoehto on käyttää suoraan IoT-Ticket.com -palvelimen kommunikointi rajapintoja. Palvelin voi kommunikoida suoraan OPC- DA/UA järjestelmien kanssa sekä käyttää Modbus, MQTT ja SNMP protokollia.

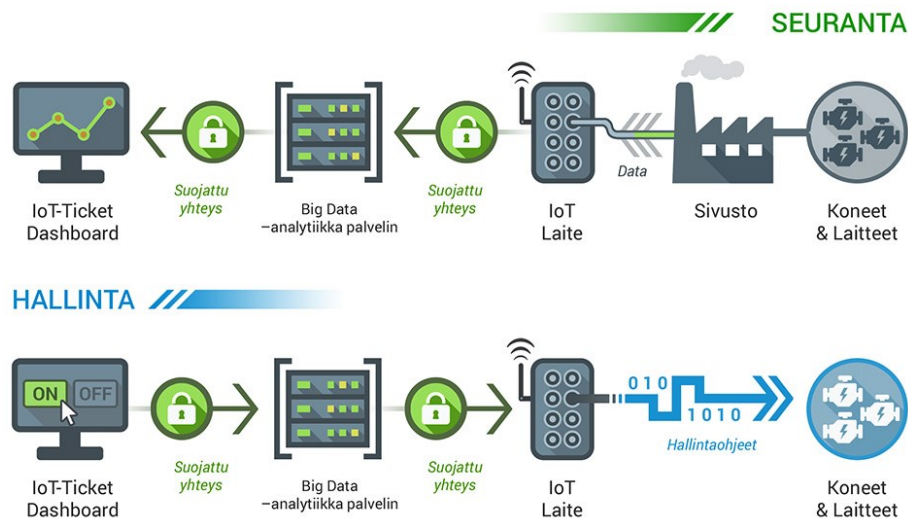
4 IOT-TICKET.COM PALVELUN VERTAILU NYKYISEEN VALVOMO ALUSTAAN

Valvomoalustojen vertailuun on valittu valvomon luonnin ja käytön kannalta oleellisia toimintoja. Vertailu on toteutettu pääasiassa esittelemällä kyseessä olevan toiminnon toiminta molemmissa järjestelmissä. Osin on myös pohdittu, mitä kyseiseltä toiminnolta vaaditaan, jotta sen käyttäminen ja hyödyntäminen olisi tehokasta. Vertailua tehdessä on esitetty ohjelmien toimintojen nimiä myös englanniksi selkeyden vuoksi, koska molemmat valvomoalustat ovat käyttöliittymänsä osalta englanninkielisiä.

4.1 Yhteyden luonti

Nykyisessä valvomossa yhteys alakeskustasolle luodaan OPC-UA palvelimen avulla. Koska nyt tarkoituksena oli luoda testin vuoksi toinen valvomo kohteeseen, johon oli jo tehty nykyisellä alustalla valvomo ja OPC-palvelin yhteys. Päätettiin hyödyntää olemassa olevaa rajapintaa. Tällä tavalla olisi nopein ja yksinkertaisin luoda yhteys kohteesta myös IoT-Ticket.com -alustalla luotuun valvomoon, koska kohteeseen ei tarvitse viedä erillisiä laitteita. Alakeskuslaitteet sijaitsevat lisäksi erillisessä verkossa, joten liittymän tekeminen tästä verkosta IoT-Ticket.com -alustan palvelimille olisi vaatinut muutoksia muun muassa palomuurien asetuksiin.

IoT-Ticket.com -valvomoon on mahdollista luoda yhteys kenttälaitteilta myös suoraan Wapicen WRM 247+-laitteiden avulla. Käytettäessä WRM-laitteita IoT-Ticket.com käyttää omaa rajapintaa tiedon välittämiseen tiedontallennuspalvelimelle. WRM-laite kykenee myös kommunikoimaan myös OPC-UA rajapintaa käyttäen. WRM-laitteita käytettäessä voidaan kerättyä tietoa hyödyntää esimerkiksi muissa valvomoissa muodostamalla yhteys IoT-Ticket.com -järjestelmän OPC-UA palvelimeen. WRM-laitteeseen voidaan kytkeä väylälaitteita sekä määritelty määrä digitaalisia tuloja ja lähtöjä sekä analogisia mittaustuloja. Käytettäessä WRM-laitteita yhteys alakeskustasolta valvomoon on SSL-suojattu. SSL-salaus on salausprotokolla, jota käytetään TCP-yhteyksien suojaamiseen. Kuvassa 2 on esitetty IoT-Ticket.com -järjestelmän tiedon kulku. (IoT-ticket.com, Tiedonkerääminen 2015.)



KUVA 2. IoT-Ticket.com tiedonsiirto (IoT-ticket.com, Tiedonkerääminen 2015)

4.2 Valvomon ja grafiikan luonti

Valvomosivuja ja prosessikaavioita luotaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, että tärkeä tieto korostuu esiin eikä katoa muun informaation joukkoon. Esimerkiksi, jos valvottavassa järjestelmässä on poistopuhaltimia. Olisi kätevää, että puhaltimen symboli näyttäisi pyörivän järjestelmän toimiessa oikein ja pysähtyy, kun järjestelmään tulee häiriö. Häiriötilanteissa symboli ei näyttäisi pyörivän, joka helpottaa häiriön havaitsemista. Toisaalta on pidettävä huoli, että käytettävät tehosteet eivät kiinnitä liikaa huomiota. Häiriötilanteissa tulisi pyrkiä korostamaan se osa laitteistosta, joka ei toimi oikein. Tähän voidaan käyttää eri värejä esimerkiksi vaihtamalla laitteiston osan väriä valvomossa.

Nykyisessä järjestelmässä on mahdollista toteuttaa edellä esitettyjä toimintoja käyttöliittymään monipuolisesti. Mittausarvon esityksessä voidaan muun muassa muuttaa fontin väriä, taustaväriä, piste voidaan piilottaa tai määrittää onko piste aktiivinen. Esimerkiksi mittaustulos voidaan asettaa aktiiviseksi, kun yhteys laitteeseen toimii. Pisteeseen liittyvän hälytyksen tullessa aktiiviseksi voidaan muuttaa fontin väri punaiseksi tai määrittää tausta vaihtamaan väriä.

IoT-Ticket.com -järjestelmässä voidaan hälyttävän pisteen viereen aktivoida kuvake joka kertoo hälytyksen olevan päällä. IoT-Ticket.com -järjestelmässä voidaan Dashboardille sijoittaa päällekkäin kuvia ja määrittellä näiden aktivointiin raja-arvot. Tällä toiminnolla voidaan esittää esimerkiksi pumpun symboli vihreänä, kun pumppu käy ja harmaana sen ollessa seis-tilassa.

Pisteen fontin värin tai taustavärin vaihtaminen pisteen arvon mukaan ei ole tällä hetkellä mahdollista, mutta ominaisuus on tulossa tulevaisuudessa. IoT-Ticket.com -järjestelmässä on mahdollista käyttää 3d-malleja valvomografiikassa. Tällä hetkellä 3d-mallejen voi järjestelmään tuoda vain Wapice, mutta tulevaisuudessa mahdollisesti myös valvomonkäyttäjänkin.

4.2.1 Prosessikaavion luonti

Nykyisessä järjestelmässä valvomo ja grafiikat luodaan erillisellä designer- työkalulla ja valvomoa käytettäessä avataan erillinen ohjelmisto. Designer-työkalussa on valmiina useita kuvia, joita voi käyttää hyödyksi prosessikaavioiden luonnissa. Valittavana on muun muassa erilaisia venttiilejä, putkia ja moottoreita. Lisäksi kuvia saa tuotua lisää JPEG-, GIF- ja PNG- tiedostomuodoissa. Työkalussa on valmiina myös erillinen komponentti putkien piirtoon, jolla voidaan lisätä mutkia ja haaroja sekä suoraa putkea. Putken kokoa voidaan muuttaa, lisäksi voidaan muuttaa putkien ulkoreunan ja keskustan värejä sekä ulkorajoja, joten pystytään monipuolisesti ja havainnollisesti esittämään esimerkiksi prosessin eri osien lämpötilat suhteessa toisiinsa. Mahdollista on myös lisätä ohjelmakoodia, joilla voidaan muuttaa kokoa ja väriä esimerkiksi putkessa kulkevan nesteen lämpötilan mukaan tai puhaltimen symbolin väriä sen mukaan onko puhallin päällä vai ei.

IoT-Ticket.com -palvelussa muokkausta voi tehdä samasta näkymästä kuin missä itse valvomon käyttökin tapahtuu eli selaimessa. Varsinainen muokkaus tapahtuu valvomossa valitsemalla editointi hiiren oikealla näppäimellä halutun sivun päällä. Tämän jälkeen avautuu Interface designer -sivu, jossa voidaan lisäillä kuvia, trendejä, tekstejä ja muita elementtejä valitulle sivulle. IoT-Ticket.com -järjestelmässä ei ole valmiina kattavia piirtotyökaluja ajatellen esimerkiksi ilmanvaihtokoneen prosessikaaviota. Valmiit piirtotyökalut löytyvät viivalle, suorakulmiolle ja ympyrälle. Järjestelmään voidaan liittää kuvia JPEG-, GIF- ja PNG- tiedostomuodoissa, jolloin voidaan tuoda esimerkiksi iv-koneen puhaltimien symboleita tai järjestelmän kytkentäkaavio.

Prosessikaavioiden luonnin osalta IoT-Ticket.com -järjestelmän hyvänä puolena on, että ei tarvitse olla useita ohjelmia avoinna, kun haluaa muokata valvomoa ja tarkastella miltä valvomo näyttää muutoksien jälkeen. Toisaalta prosessikaavioissa käytettävien symbolien puuttumisen vuoksi kaavioista ei tällä hetkellä saa tehtyä visuaalisesti yhtä näyttäviä tai ainakin joutuu tekemään prosessikaaviosta visuaalisesti näyttävän, jollain muulla ohjelmistolla. Wapicen kanssa käytyjen keskusteluiden perusteella tuki symbolikirjastojen käyttämiselle on, mutta kirjastoja ei ole vielä kuin peruskäyttöliittymäelementtien muodossa. Wapicen mukaan symbolikirjastojen komponenttien luonti onnistuu tarvittaessa. Esimerkiksi puhaltimen tai pumpun tilaa voidaan indikoida nykyisessä järjestelmässä laittamalla kaavioon näiden symbolit pyörimän. Tämä ei onnistu tällä hetkellä IoT-Ticket.com -järjestelmässä kirjastojen puuttumisen vuoksi, mutta tilaa toki voidaan indikoida esimerkiksi tilaan mukaan väriä vaihtavilla ympyröillä tai tilatekstillä.

4.2.2 Valikoiden luonti

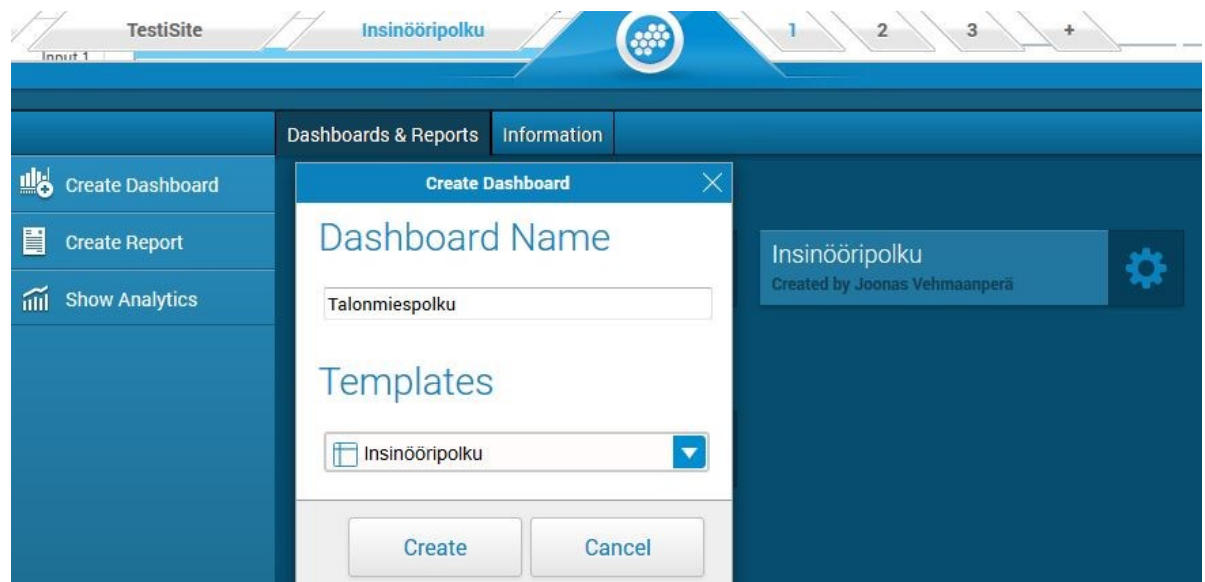
Valikoiden osalta on tärkeää, että valikon rakenne on looginen ja valikossa oleva teksti kertoisi valvomon käyttäjälle mitä tietoa tai mistä järjestelmästä kyseiseltä sivulta löytyy tietoa. Päävalikko voi olla näkyvillä, jokaisella sivulla valitussa kohdassa. Vaihtoehtoisesti jokaisella sivulla voi olla painikkeet, joilla pääsee liikkumaan sivuilla eteen- ja taaksepäin sekä palaamaan päävalikkoon. Kiinteistö- ja rakennusautomaatio valvomoissa käyttölogiikkana on usein niin sanotut insinööri- ja talonmiespolut. Insinööripolulla valikot ja käyttöliittymät perustuvat järjestelmien tekniseen lajitteluun. Talonmiespolussa valikot ja käyttöliittymät esitetään järjestelmien sijaintiin ja niiden vaikutusalueisiin. (Bamberg, ym. 2008, 11, 28.)

Nykyisin yhä useammin myös loppuasiakkaat saattavat haluta pääsyn valvomoon, joten olisi tarpeen määritellä myös loppukäyttäjäpolku. Loppukäyttäjille laaditun käyttöliittymän rakenne pohjautuisi laitteiden ja järjestelmien sijaintiin. Loppukäyttäjiä ei välttämättä kiinnosta ollenkaan järjestelmän teknisen toiminnan analysointi vaan ennemmin järjestelmän toiminnasta tuotetut raportit. Loppukäyttäjä saattaa olla maalikko, joka ei tiedä järjestelmän toiminnasta juuri mitään tai sitten hän saattaa olla alan asiantuntija. Loppukäyttäjäpolun joutuu usein käyttöliittymän tekijä määrittelemään tapauskohtaisesti.

Nykyisellä alustalla navigointivalikon sijainnin ja koon voi määrittellä haluamaansa kohtaan näytöllä. Valikkoja varten on olemassa valmis komponentti, jolla voidaan luoda linkitykset sivuille sekä nimetä valikossa näkyviä sivuja. Vaihtoehtoisesti valikon voisi luoda erillisistä painikkeista, jolloin voidaan helpommin estää tai sallia sivujen käytön käyttäjäröolien mukaan. Insinööri- ja talonmiespolku voitaisiin luoda kahdella erillisellä valikolla, jotka voisivat olla tarvittaessa näkyvissä samaan aikaan. Valikoiden lisäksi saattaa olla tarve luoda lisää sivuja. Nämä toimenpiteet ovat helppoja sekä nopeita tehdä, mikäli lisäsivuja ei tarvita useita.

IoT-Ticket.com -järjestelmässä navigointivalikko on sivun alareunassa kiinteästi ja sivut nimetty järjestyksessä numeroilla, mutta sivut on mahdollista uudelleen nimetä. Sivuille pääseviä käyttäjiä ei ole mahdollista rajata navigointipalkin asetuksista. IoT-Ticket.com alustalla käyttäjäoikeuksien hallinta tapahtuu käyttäjäryhmien ja käyttäjäprofiilien avulla.

Taulukkoa käytettäessä insinööri- ja talonmiespolku voidaan toteuttaa luomalla omat Dashboard-ikkunat. Sivut voidaan muokata suhteellisen pienellä vaivalla vastaamaan käyttölogiikkaa, koska jonkin muun Dashboardin mallipohjana onnistuu. Kuvassa 3 on esitetty Dashboard-ikkunan luonnissa esiintyvät valinnat.



KUVA 3. Dashboard-ikkunan luonti

4.3 Pisteiden luonti

Nykyisessä järjestelmässä piste luodaan ensimmäisenä OPC-UA -palvelimelle ja tämän jälkeen luodaan yhteys valvomon puolella tähän pisteeseen. Designer-ohjelmassa pisteen luonti tapahtuu valitsemalla New OPC Tag, jonka jälkeen avautuu kuvassa 4 esitetty ikkuna.

The screenshot shows a software interface for creating an OPC Tag. On the left, there is a sidebar with a tree view containing 'General', 'Numeric', 'Metadata', 'Permissions', 'History', 'Alarming', and 'Tag Events'. The main window is titled 'General Properties' and contains the following fields:

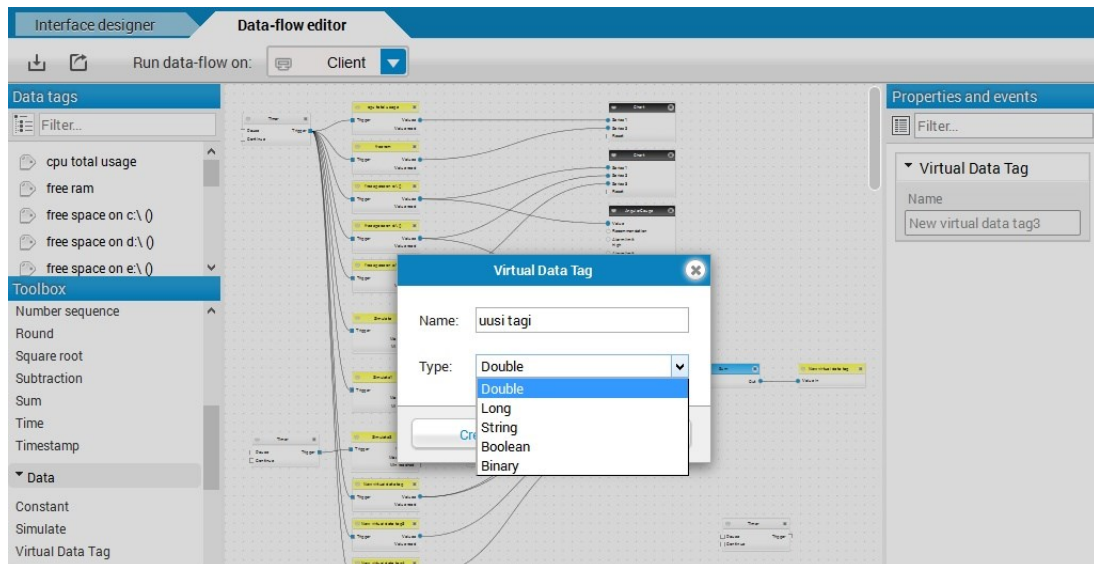
- General Properties**
 - Name:** New Tag
 - Data Type:** Integer
 - Enabled:** Yes
 - Access Rights:** Read/Write
- OPC Properties**
 - OPC Server:** (empty dropdown)
 - OPC Item Path:** (empty text field)
 - Source Data Type:** <Automatic>
- Scan Class**
 - Scan Class:** Default

KUVA 4. OPC Tagin luonti nykyisellä alustalla

Tämän jälkeen valitaan käytettävä OPC-UA -palvelin ja tämän alta käytettävä laite ja sieltä valitaan haluttu piste. Lisäksi pisteen luonti ikkunassa määritellään pisteen tyyppi: kokonaisluku, reaaliluku, teksti, boolean eli totuusarvo. Näiden lisäksi määritellään tiedonpäivitysväli. Samalla voi luoda hälytykset, historian tallennusasetukset, näitä käsitellään tarkemmin myöhemmin. Laitteisiin yhdistettyjen pisteiden lisäksi voidaan luoda kiinteän arvon sisältävä Memory Tag tai Expression Tag, joka sisältää laskutoimituksia ja loogisia funktioita. Näiden lisäksi voidaan luoda Query Tag, joilla voidaan hakea pisteen arvo tai tieto SQL-komennolla tietokannasta. SQL eli structured query language on amerikkalaisen IBM:n kehittämä standardoitu kyselykieli, jota käytetään hakemaan tietoa tietokannasta tai lisäämään sitä sinne.

IoT-Ticket.com -järjestelmässä pisteitä voi luoda laitetta liitettäessä järjestelmään. Esimerkiksi testiversiossa oli mahdollista asentaa tietokoneelle ohjelmisto joka välittää tietokoneen prosessorin ja muistin käyttötiedot valvomoon ja luo näille automaattisesti pisteet. Olemassa olevaan OPC-palvelimeen yhdistettäessä järjestelmä hakee automaattisesti pistelistan ja antaa valita, mitkä pisteet tuodaan.

Tällä tavalla tuotaessa pisteet tulevat suoraan Data tags -valikkoon. WRM-laitteista tietoa tuotaessa järjestelmä luo automaattisesti WRM-laitteeseen määritellyt pisteet Data tags -valikkoon. Järjestelmään luodut pisteet saa näkyviin sivun muokkaustilassa Data tags -valikosta. Tässä näkymässä näkyy laitepisteet sekä Data-flow editor -sivun kautta luodut pisteet. Kuvassa 5 näkyy virtuaalisen pisteen mahdolliset tyypit sekä pisteen nimeäminen. Pisteiden tietojen käsittely ja muun muassa laskutoimituksien ja funktioiden luonti tapahtuu Data-flow editor -sivulla.



KUVA 5. IoT-Ticket.com pisteiden luonti

Pisteiden luonti tapahtuu vertailtavissa järjestelmissä hieman eri tavalla, mutta suurta eroa näiden välillä ei ollut. Molemmissa järjestelmissä virtuaalisen ja staattisen arvon sisältävien pisteiden luonti oli nopeata ja helppoa. Toiminnallisuus, jolla IoT-Ticket.com -alustalla saatiin tuotua tietokoneen muistin ja prosessorin käyttötiedot järjestelmään oli helppo ja nopea käyttää. Toiminto loi pisteet suoraan järjestelmään, jolloin niiden käyttäminen oli todella helppoa.

4.4 Tiedon skaalaus

Tiedon skaalaus vaihtoehtoja on lineaarinen, logaritminen sekä eksponentiaalinen. Yleisimmin käytetty on lineaarinen, jota voidaan käyttää esimerkiksi lämpötilatietojen skaalaukseen. Jos alakeskuslaitteelta tuleva lukema on esimerkiksi 2000,0 ja tilassa on mitattu +20°C, skaalataan arvoa siten että tuleva arvo 1000,0 vastaa arvoa 10,0°C. Tietojen skaalausmahdollisuudesta on hyötyä etenkin silloin, kun integroidaan eri järjestelmiä samaan valvomoon eikä ole mahdollista tehdä skaalausta alakeskustason laitteissa - tai jos se on työlästä. Valvomoon voidaan liittää suoraan joitakin laitteita ilman varsinaista alakeskustasoa, missä skaalausta voidaan tehdä. Näissä laitteissa on hyvin usein eripisteillä erilainen skaala, joten mikäli valvomoalustassa ei ole skaalausmahdollisuutta siellä näkyvät tiedot eivät näy oikein.

Nykyisessä valvomossa tietojen skaalaus tehdään pistettä luotaessa määrittelemällä järjestelmään tulevan arvon asteikko esimerkiksi 4-20 mA viestille minimiarvo 4 ja maksimi 20. Tämän jälkeen määritellään minimi- ja maksimiarvot valvomossa näytettävälle skaalatulle arvolle. Esimerkiksi lämpötilan minimi- ja maksimiarvot 0°C ja +100°C, jotka vastaavat mitattuja arvoja 4mA ja 20mA. Tässä on se hyvä puoli, että ei tarvitse luoda erillistä pistettä, jossa skaalataan tietoa kerto tai jakolaskun avulla.

IoT-Ticket.com alustalla tietojen skaalaus voidaan tarvittaessa tehdä Data-flow editor sivulla kerto- ja jakolasku toiminnoilla tai matemaattisella lausekkeella. Perusajatuksena IoT-Ticket.com järjestelmässä on, että datapisteiden skaalaus asetetaan oikeaksi pistettä luotaessa tiedonkeruulaiteen asetuksista tai pääkäyttäjän näkymästä mittapiste valikosta.

4.5 Tiedontallennus

Nykyisessä järjestelmässä tietojen tallennus esimerkiksi raportteja varten SQL-tietokantaan tapahtuu erillisellä toiminnolla. Tällä toiminnolla voidaan ajastaa tiedon tallennus pisteistä monipuolisesti, esimerkiksi aloitushetkestä lähtien valitulla aikavälillä. Tai niin, että valittuna kellonaikana tarkistetaan onko tiedon tallennuksen liipaisuun käytettävä pisteen arvo muuttunut halutuksi, jolloin määritellyt tiedot tallennetaan. Ohjelmisto luo pisteen nimen mukaisen sarakkeen tietokantaan, kun pisteitä lisätään tallennustoimintoon. Vaihtoehtoisesti tietokannan sarakkeen nimi voidaan määrittää tallennusohjelmiston kautta halutuksi. Lisäksi voidaan määritellä tietokannan taulun nimi, sekä poisteaanko esimerkiksi 3 vuotta vanhat tiedot automaattisesti tietokannasta.

Tällä toiminnolla luotua tietokantaa voidaan tarvittaessa tutkia ja katsella myös erillisellä tietokannan käsittelyohjelmalla.

IoT-Ticket.com -järjestelmässä tiedontalennusasetukset määrittellään luotaessa pistettä, jonka jälkeen pisteen tieto tallentuu analytiikkapalvelimen tietokantaan. Tämän tiedon avulla IoT-Ticket.com -palvelussa luodaan trendejä raportteja varten. Tietokantaan tallentuvan tiedon rakenteeseen ei pääse vaikuttamaan vaan järjestelmä luo sen automaattisesti. Testiversiossa tietokanta sijaitsee Wapicen palvelimilla. Tuotantokäytössä voidaan IoT-Ticket.com -järjestelmä asentaa asiakkaan laitteelle, jolloin tietokanta voidaan määrittää samalle tai eri laitteelle. On myös mahdollista käyttää järjestelmää siten, että tietokanta sijaitsee Wapicen palvelimilla. Järjestelmässä käytetään Apache Cassandra tietokantaa. Cassandra on avoimen lähdekoodin hajautettu tietokanta, jossa tieto hajautetaan useille palvelimille ja tämän myötä sen käytettävyys on korkea. Tietokannasta voidaan hakea tietoa myös http-kyselyillä Rest-arkkitehtuurilla toteutetun rajapinnan kautta.

4.6 Hälytyksien luonti

Nykyisessä järjestelmässä hälytykset voi luoda samalla, kun luodaan piste valvomoon. Tärkeimpiä kohtia hälytyksien luonnissa on hälytyksen nimeäminen sekä kohdetiedon liittäminen hälytykseen. Näiden lisäksi määrittellään viive ja asetusarvo. Hälytys voidaan määrittää tulemaan aktiiviseksi, pisteen arvo nousee asetusarvon yli tai asetusarvon alle tai arvon poistuessa asetusarvojen välistä. Muita määritettäviä asetuksia on välitettävän viestin otsikko ja sisältö, jolloin voidaan esimerkiksi sähköpostiin lähetettävän viestiin hälytyksestä lisätä toimintaohjeet mukaan. Samalle pisteelle voidaan luoda useita eri hälytyksiä. Hälytyksistä voidaan esittää valvomossa hälytyslogi, johon voidaan määrittää esimerkiksi eri väreillä havaitut, kuitatut ja aktiivisena olevat hälytykset.

IoT-Ticket.com -alustalla hälytykset luodaan data-folw editor -ikkunassa if-then-else ja notification -blokeilla, johon määrittellään tyypiksi hälytys. Description eli selite kohtaan täytetään hälytyksen nimi ja Alarm group -kohtaan laitetaan kohteen tai laitteen tunniste, josta hälytys tulee. Samalle pisteelle voidaan luoda useita hälytyksiä, mutta se vaatii jokaiselle hälytykselle erilliset if-then-else ja notification -blokit. IoT-Ticket.com -järjestelmään liitettäessä WRM 247+ -laitteita on itse tiedonkeruulaitteeseen mahdollista määrittää hälytysrajoja, joilla voidaan asettaa laite keräämään tietoa useammin hälytystilan-

teessa kuin normaalissa toiminnassa. IoT-Ticket.com -alustan nykyisessä versiossa pystyy seuraamaan vain juuri aktiivisena olevia hälytyksiä, eli ei ole mahdollista nähdä hälytyslogia. Hälytyksien välittämistä eteenpäin ei voi määritellä suoraan hälytykseen nykyisessä versiossa, mutta Wapicelta saadun tiedon mukaan tähän on tulossa useita eri tapoja lähiaikoina.

Hälytyslogin puuttuminen vaikeuttavat esimerkiksi satunnaisesti toistuvien hälytyksien syiden selvittämistä, kun ei pystytä analysoimaan missä tilanteissa hälytys toistuu. Wapicen kanssa käydyssä keskustelussa tuli esiin, että hälytysjärjestelmään on tulossa muutoksia tulevaisuudessa. Hälytyslogin kehitys on Wapicella loppusuoralla, mutta sitä ei julkaistu vielä opinnäytetyön teon aikana.

4.7 Hälytyksien välitys

Kiinteistöautomaatiojärjestelmissä hälytyksien välittämiseen eteenpäin yleisimpiä tapoja ovat sähköposti ja tekstiviesti. Hälytyksien välittämistä varten käyttäjän asetuksiin määritetään usein, millä tavalla hälytykset välitetään. Vaihtoehtoisesti käyttäjä voidaan lisätä erilliseen hälytyksiä välittävään toimintoon, johon määritellään hälytyksen välitystapa. Hyvässä valvomojärjestelmässä pystytään määrittelemään eri ajankohdille ja hälytysluokille tarvittaessa eri käyttäjät, joille hälytykset välitetään. Mahdollisuus määrittää eri välitystavoille eri ajankohdat esimerkiksi siten, että kello 8-16 hälytykset lähtevät sähköpostilla ja kello 16-08 tekstiviestillä, on tärkeä ominaisuus. Näin voidaan toimistoaikana välittää hälytykset työnjohdolle sähköpostilla ja illan tai yön aikana tulleet hälytykset tekstiviestillä suoraan huoltomiehelle tai päivystäjälle.

Nykyisellä alustalla voidaan hälytyksiin määrittää erilaisia hälytysputkia, joissa voidaan määritellä lähtekö hälytys eteenpäin sähköpostilla vai tekstiviestillä. Hälytyksestä voidaan määritellä tulevan myös äänimerkki. Hälytysputkiin voidaan määritellä millä aikavälillä hälytykset lähtevät eri henkilöille, jos listalla on useampia henkilöitä. Vaihtoehtoisesti voidaan määritellä hälytyksen prioriteetin mukaan henkilö tai henkilöt, joille kyseinen hälytys lähtee. Mahdollista on lisätä myös poikkeuksia esimerkiksi lomien ajaksi.

IoT-Ticket.com -järjestelmässä hälytyksiä voidaan välittää tällä hetkellä eteenpäin luomalla hälytyksestä raportti. Tässä tapauksessa raporttiin tulee määrittää asetus, että hälytyksen tullessa raportti lähetetään sähköpostilla henkilölle, joka vastaa hälytyksistä. Tullevaisuudessa IoT-Ticket.com –alustalla hälytyksien käsittely tulee uudistumaan.

4.8 Kieliasetukset ja lokalisointi

Nykyisessä järjestelmässä on käännöstyökalu, mutta mitään kieliä ei ole oletuksena tehty valmiiksi. Käännöstyökalun käyttäminen on suhteellisen työlästä, koska kaikki valvomossa esiintyvät sanat tulee lisätä käsin ensin pääkielellä joka yleensä englanti ja tämän jälkeen lisätä sanoille muun kieliset vastineet. Käännöstyökalu ei myöskään toimi suoraan esimerkiksi raporteissa, joten muun muassa niissä joudutaan käännökset lisäämään suoraan käytettäviin teksteihin tai luomaan raporttipohjat valmiiksi eri kielillä. Kun lista kaikista valvomossa esiintyvistä sanoista pääkielellä saadaan kerättyä, se voidaan lähettää käännöstoimiston, jolloin saadaan helposti uusia käännöksiä ja tämän jälkeen viedään vain käännökset järjestelmään.

Designer-ohjelmistolla voidaan määritellä valvomoon kohteelle oletuskieli, jolla sanat näytetään, mikäli sanoja ei ole käännetty käyttäjän tietoihin asetetulle kielelle. Tämän vuoksi oletus- eli pääkielenä kannattaa käyttää englantia, mikäli on todennäköistä, että jossain vaiheessa järjestelmä on monikansallisessa käytössä. Valvomoon voidaan myös lisätä kielen valinta, jossa käyttäjä voi valita ja vaihtaa kielen kirjautuessaan valvomoon tai käyttäessään sitä.

Lokalisointi IoT-Ticket.com -järjestelmässä perustuu mahdollisuuden luoda kieliversioituiden Dashboardit ja raportit. Peruskäyttöliittymän tekstit on mahdollista kääntää myös muille kielille. IoT-Ticket.com -järjestelmässä on mahdollista jo määrittää käyttäjää luodessa käyttäjälle kieliasetus. Tämän asetuksen pohjalta voidaan jatkossa yksinkertaistaa käyttöliittymän kieliversioiden hallintaa.

4.9 Trendien luonti ja hyödyntäminen

Tallennettuihin historiatietoihin perustuvia trendejä kutsutaan historiatrendeiksi. Historiatrendejä käytetään etenkin häiriöiden ja hälytyksien analysointiin. Historiallisissa trendeissä esitettävät tiedot on talletettu etukäteen, kuten nimityskin kertoo.

Toinen yleisesti käytetty trendi tyyppi on dynaaminen trendi, jonka avulla voidaan seurata mittaustietoja reaaliaikaisesti. Dynaaminen trendi on käyttökelpoinen prosessin optimoinnissa, sekä toimintakokeissa. (Bamberg, ym. 2008, 44–45.)

Trendien käytettävyyden ja hyödyntämisen kannalta on tärkeää, että tallennettavat mitaus ja ohjaustiedot on valittu huolellisesti ja niiden tallennusvälit ovat järkeviä. Harvemmin trendejä varten tallennettuja pisteitä on liika, mutta lähtökohtana voidaan pitää, että kaikki prosessin keskeiset mittaukset tallennetaan. Tallennusvälejä kannattaa pohtia seurattavan prosessin mukaan siten, että seurattaessa pääosin esimerkiksi ilmanvaihtokoneen toimintaa. Ilmanvaihtokoneeseen liittyviä mittauksia tallennetaan esimerkiksi minuutin välein ja kiinteistön lämmitysverkoston lämpötilaa esimerkiksi tunnin välein. (Bamberg, ym. 2008, 44–45.)

4.9.1 Trendien luonti nykyisessä ohjelmistossa

Nykyisessä järjestelmässä on mahdollista luoda dynaamisia trendejä, historiatrendejä sekä näiden yhdistelmä. Historiatrendiä varten tulee halutuista pisteistä olla asetettu historia tallennus päälle ja tallennusväli määritetty. Chart-komponenttia käytettäessä pisteiden historiatiedon tallennus tietokantaan tulee määrittää manuaalisesti. Chart-komponentilla x-akselin ei tarvitse olla aika-akseli. Chart-komponentissa voidaan esitystapana käyttää viivaa, pisteitä, pisteet ja viiva -yhdistelmää, alueenpeitto sekä pylväät. Tallennetun tiedon tuonti Chart-komponenttiin tapahtuu SQL-komennoilla, joilla voidaan määritellä vain halutut tiedot tuotavaksi tietokannasta. Mikäli Chart-komponentilla esitetään aikasidonnaista tietoa, voidaan sivulle lisätä päivämäärävalitsin tai aika-asteikko, jolloin valittavan esitettävän ajan jakson pituutta voidaan helposti muuttaa.

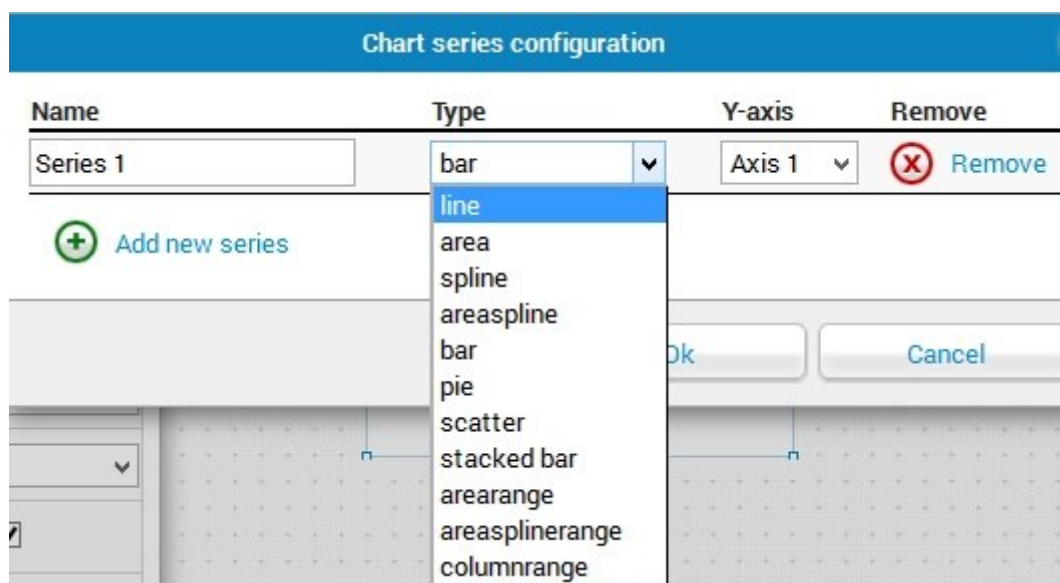
Toinen käytetty historiatrendi-komponentti on Easy chart -komponenttia, johon voi vetää pistelistasta pisteet suoraan. Tässä tapauksessa ohjelmisto määrittää itse trendiviivan värin ja käyttää oletus akselia automaatti skaalauksella sekä esitystyylinä viiva. Trendipisteiden asetuksia voi muuttaa trendi-komponentin asetuksista. Trendissä voidaan muuttaa väriä, viivan tai pisteen kokoa, trendin esitystyylä. Pylväsesitystapaa ei voi käyttämään Easy chart -komponentilla. Asetuksista voidaan lisätä trendipisteitä myös tietokantaan muuten tallennetusta tiedosta, sekä laskennallisia trendejä trendissä esillä olevista pisteistä. Esimerkiksi meno ja paluu lämpötilojen Δt -arvosta voidaan lisätä trendi.

Asetusvalikosta voidaan muuttaa myös y-akselin asetuksia ja lisätä akseleita ja määrittää akseleiden sijainti. Mahdollista on jakaa trendi-ikkuna pienempiin osiin, jolloin samassa trendissä voidaan esittää useita tietoja ilman, että trendistä tulee epäselvä.

Easy chart -komponentilla voidaan luoda myös reaaliaikaisia trendejä. Reaaliaikaisissa trendeissä tiedot päivittyvät jatkuvasti. Nykyisen järjestelmän reaaliaikaisiin trendeihin voidaan lisäksi ottaa mukaan historiatietoa. Voidaan esimerkiksi valita 6 tunnin aikajakso, jolloin näkyy edellisen 6 tunnin trendi ja se päivittyy jatkuvasti määritetyllä aikavälillä.

4.9.2 Trendien luonti IoT-Ticket.com -ohjelmistossa

Trendi näkymien luonti tapahtuu chart-komponentilla. Ominaisuudet valikosta voidaan määrittää halutun värin eri trendipisteille. Oletuksena trendiin saa lisättyä yhden pisteen, mutta ominaisuus valikosta voidaan lisätä trendisarjoja sekä useampi y-akseli. Trendisarjaa lisätessä voidaan määrittellä trendisarjan tyyppi, valittavana on kuvassa 6 näkyvät trendityypit. Käytettäviä trendityyppejä on useita, joka mahdollistaa monipuolisen tietojen esityksen trendi-ikkunoissa. Huonona puolena trendi-ikkunassa on, että lisättäessä useampia y-akseleita ne tulevat automaattisesti kaikki trendi-ikkunan vasempaan reunaan. Esimerkiksi kahta akselia käytettäessä olisi hyvä, että toisen akselin saisi määriteltävä vasemmalle puolelle ja toisen oikealle. Lisäksi olisi kätevää, mikäli trendin voisi luoda vain vetämällä pisteitä Data tags-ikkunasta trendiin.



KUVA 6. IoT-Ticket.com trendien tyypit

Mikäli IoT-Ticket.com alustalla halutaan lisätä trendi-ikkunaan aika-akseli, täytyy data flow -ikkunassa trendiin liitettävien pisteiden time periodiksi -määrittellä custom, jonka jälkeen voidaan päivämäärä valitsimilla määrittellä trendin alku- ja loppupäivämäärä. Time periodi määrittelyn avulla trendi-komponentti hakee automaattisesti valitun ajan trendin. Oletuksena valinta on curent moment, jolloin trendi toimii dynaamisena trendinä.

4.10 Käyttäjien lisäys

Nykyisessä järjestelmässä käyttäjien lisäyksessä täytetään kuvassa 7 näkyvät kohdat. Roles kohdasta valitaan, mihin kohteisiin käyttäjälle annetaan oikeus.

User Properties

Username ! Password !

First Name Last Name

Schedule Language

Notes

Roles

- A:
- A:
- A:
- A:
- A:
- A:
- A:
- A:
- A:
- A:
- A:
- A:

Contact Info

Type

Schedule Modifications

Start	End	Available?

Kuva 7. Käyttäjän lisäys nykyisessä järjestelmässä

IoT-Ticket.com alustalla käyttäjän lisäys tapahtuu Enterprise manager -valikon kautta. Jossa täytetään kuvassa 8 näkyvät käyttäjätiedot.

Authentication Method
Username / Password ▾

User ID *
testi käyttaja

First Name *
Testi

Last Name *
Käyttäjä

Set password by email

Email * ▲
etunimi.sukunimi@yritys.fi

Enterprise *
Joonas' Enterprise ▾

Country *
FI ▾

Language *
fi ▾

Time zone *
Europe/Helsinki ▾

KUVA 8. IoT-Ticket.com alustalla käyttäjän lisäys

4.11 Roolit/oikeuksien hallinta

Käyttäjä roolit ovat tärkeässä roolissa valvomo ympäristöissä. Käyttäjäroolien avulla määritetään mitä ja millaisia oikeuksia käyttäjällä on valvomossa. Rajatuimmillaan oikeudet ovat katseluoikeus vain osaan tiedoista. Esimerkiksi taloyhtiön asukkaalla voi olla oikeus nähdä kulutusraportteja ja lämpötiloja. Seuraavalla tasolla on katseluoikeus kaikkiin tietoihin. Tällainen rooli voi olla vaikka taloyhtiön hallituksella tai isännöitsijällä. Kolmannella tasolla on katseluoikeuksien lisäksi oikeus muuttaa rajattuja arvoja esimerkiksi ilmanvaihdon tehostus aikoja tai lämmityskäyrän arvoja. Tämä rooli voi olla, vaikka huoltoyhtiöllä. Seuraavalla tasolla on oikeus katsoa kaikkia tietoja ja muuttaa kaikkia arvoja tämä rooli voi olla laitteiston ja valvomon toimittajalla. Käyttäjien lisäämiseen ja käyttäjien roolien hallintaan oikeuttava rooli on esimerkiksi valvomon toimittajalla tai valvomon ylläpitäjällä.

Nykyisessä järjestelmässä rooleja lisätään Manage roles -valikosta. Roolin lisäyksessä annetaan vain roolin nimi. Roolin oikeus projektiin määritellään projektia luotaessa designer-työkalussa. Käyttäjien oikeudet projektin sisällä oleville sivuille määritellään roolien avulla valikkotyökalussa. Esimerkiksi ohjauksia sisältäviä sivujen avaus voidaan asettaa vaatimaan tietty rooli.

IoT-Ticket.com palvelussa roolien luonti on jaettu kolmeen vaiheeseen. Ensimmäisenä määritellään profiilin nimi ja mihin kohteeseen on oikeus. Toisessa vaiheessa määritellään, mitä järjestelmätason oikeuksia rooliin sisältyy. Kuvassa 9 on esitettyä profiilin luonnin toinen vaihe. Kolmannessa vaiheessa määritellään, mihin laitteisiin roolilla on oikeus muodostaa yhteys.

Permissions	Access Granted
Access Enterprise Manager	<input checked="" type="checkbox"/>
Access Dashboard	<input type="checkbox"/>
Access REST API	<input type="checkbox"/>

Kuva 9. Profiilin luonnin toinen vaihe

4.12 Kohteiden/laitteiden lisäys

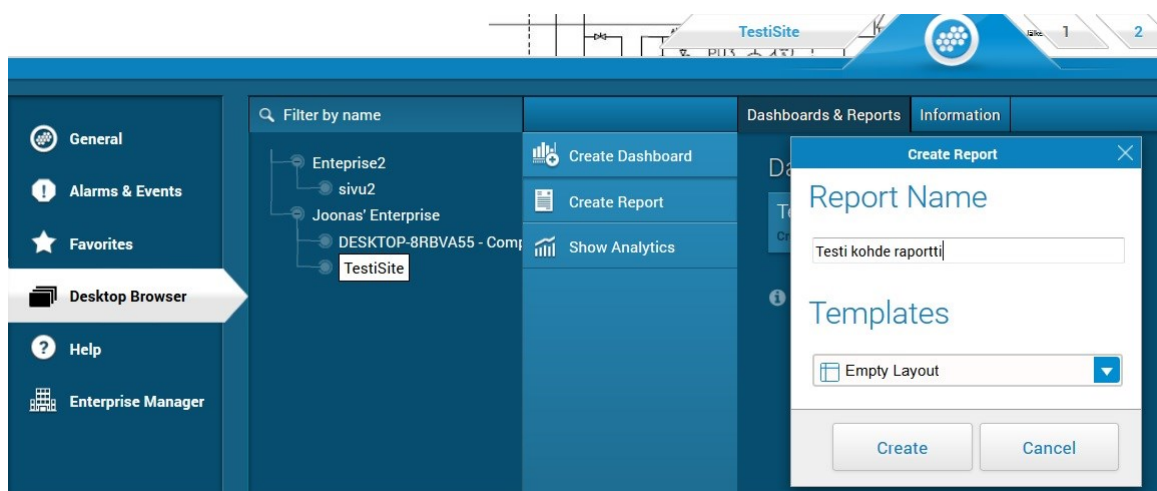
Nykyisessä järjestelmässä uuden kohteen lisäys tapahtuu luomalla kohteelle tietokanta yhteys ja tag provider. Tag provider sisältää tiedon projektiin luoduista pisteistä sekä niiden asetuksista. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää aiemmin luotua tag provideria tai tietokanta yhteyttä. Näiden vaiheiden jälkeen luodaan varsinainen projekti kohteelle, johon määritellään käytettävä tietokanta ja tag provider. Seuraavaksi lisätään laite valitsemalla käytettävä protokolla ja määritellään laitteelle nimi. Tämän jälkeen luotuu laitteeseen lisätään osoitteet, joista tietoa halutaan lukea tai kirjoittaa. Järjestelmässä on mahdollista lisätä myös pelkästään laite. Samaan projektiin voidaan myös liittää useampi laite, koska valinta mistä laitteesta projektiin luetaan tietoa, tapahtuu designer-ohjelmassa.

IoT-Ticket.com järjestelmässä uuden kohteen tai laitteen lisäys tapahtuu Enterprise manager -valikosta. Uudelle yritykselle luodaan ensin uusi Enterprise ja tämän jälkeen lisätään Site, joka Enermix Oy:n tapauksesta olisi yksittäinen kiinteistö tai yksittäinen laite. Edellä esitetty rakenne riippuu, siitä kuinka valvomo halutaan rakentaa. Vaihtoehtona on, että jokainen kiinteistö tai laite on oma Enterprise, jolloin voidaan luoda helposti site-toiminnolla eri käyttäjille eri käyttöliittymät.

4.13 Raportointi

Nykyisessä järjestelmässä raportteja varten tarvitsee tietoa tallettaa erikseen SQL-tietokantaan, mikäli sitä ei jo siellä ole. Esimerkiksi, jos tallennetaan energiankulutusmittareiden lukemat kerran tunnissa, tarvitsee luoda erillinen tallennusryhmä laskemaan vuoro-kausi, viikko, kuukausi ja vuositason kulutustiedot. Nämä voidaan sitten tuoda SQL-kyselyillä näkyviin raporttiin. Raporttiin voidaan luoda taulukoita, trendejä, pylväs- tai piirakka-diagrammeja. Raportteihin voidaan tuoda myös kuvia tai logoja. Nykyisessä järjestelmässä raporttien luonti on melko haastavaa ja niiden luonnissa käytettävissä olevilla työkaluilla ei helposti saa yhtä hienoa visuaalista ilmettä, kuin muuten valvomoalustalla.

IoT-Ticket.com -alustalla raportin luonti aloitetaan kuvassa 10 näkyvästä kohdasta IoT-Ticket.com sivuston päänäköymästä Create Report -kohdasta, jossa voidaan valita tyhjä pohja tai jokin aiemmista raporteista pohjaksi. Raporttien luonti tapahtuu vastaavalla tavalla kuin Dashboardien luonti ja siinä on käytössä samat toiminnot. Raporttia luodessa ensimmäisenä suunnitellaan raportin ulkoasu ja sen jälkeen toteutetaan toiminnallisuus Data-flow -editorilla.



KUVA 10. Raportin luonnin aloitus

Asiakkaille kannattaa tarjota raportteja ainakin kuukausi- ja vuositasolla. Kiinteistöautomaatiojärjestelmissä on hyvä raportoida sähkönkulutus, kaukolämmönkulutus sekä energiantuotto järjestelmäkohtaisesti. Lisäksi kulutustietojen avulla voidaan laskea kyseisen ajanjakson euromääräiset kustannukset. Esimerkiksi huoltoyhtiölle näkyvissä raporteissa voidaan esittää lisäksi hälytyshistoria ja huoltokirja osana raporttia. Toteutuneiden energiankulutuksien lisäksi kannattaa esittää normeeratut kulutukset.

Lämmitystarveluvun avulla normeerataan toteutuneita lämmitysenergian kulutuksia, jotta voidaan verrata toisiinsa saman rakennuksen eri kuukausien tai vuosien lämmitysenergian kulutuksia sekä eri kunnissa olevien rakennusten ominaiskulutuksia (Rakennusten lämmitystarpeen normeeraaminen muuttuu 2013).

Valvomoa käyttävälle asiantuntijalle kannattaa tarjota käyttöön asiakkaille tarjottujen raporttien lisäksi viikkotason raportteja. Viikkotason raportissa voitaisiin esittää energiankulutus ja tuottotietoja sekä laitteiden käyntiaikoja tai käynnistymiskertoja päivätasolla. Näin raportista näkee onko jokin päivä selkeästi poikennut keskiarvosta.

4.14 Ajastetut toiminnat

Nykyisessä järjestelmässä voidaan ajastaa raporttien lähettäminen ja hälytyksien lähettäminen valitulla viiveellä. Lisäksi voidaan ajastaa pisteiden tietojen tallennuksia raportteja, trendejä ja taulukoita varten.

IoT-Ticket.com alustalla voidaan ajastaa raporttien ajoja esimerkiksi siten, että kuukausi raportti luodaan kuukauden vaihteessa ja samalla lähetetään valituille vastaanottajille. Lisäksi sillä voidaan ajastaa järjestelmä lähettämään raportti aktiivisina olevista hälytyksistä esimerkiksi joka aamu kello 8.

4.15 Tietoturvallisuus

Tietoturvan kannalta on tärkeää, että käyttäjätunnusten salasanat ovat riittävän pitkiä. Yksi suositus on, että salasanan tulisi sisältää yli kahdeksan merkkiä ja sisältävät vähintään isoja ja pieniä kirjaimia sekä numeroita. Tärkeä ominaisuus on myös salasanojen vanhenemisen määrittäminen, jolloin salasanat tulisi pakottaa vaihdettavaksi 6-12 kuukauden välein. Käyttäjien kirjautumiset sekä kirjautumisyriytykset tulee tallettaa lokitiedostoon. Kirjautumislokiä tulee seurata säännöllisesti, jotta voidaan havaita mahdolliset murtautumisyriytykset. Lisäksi valvomo-ohjelmistossa tulisi olla mahdollisuus lukita käyttäjätunnus, mikäli salasana on syötetty kirjautumisen yhteydessä väärin esimerkiksi 5 kertaa. Tietoturvaa lisäävä ominaisuus on myös toiminto, joka kirjaa käyttäjän ulos tai lukitsee yhteyden, mikäli valvomoa ei käytetä ennalta määritettynä aikana. Tietoturvan kannalta on tärkeää pitää valvomo-ohjelmisto, tietokantaohjelmistot ja mahdolliset muut tarvittavat ohjelmistot päivitettyinä viimeiseen versioon.

Nykyinen valvomojärjestelmä on toteutettu Java ohjelmistoalustaan, joka on laitteisto-riippumaton ja yksi maailman suosituimmista ohjelmointikielistä. Java-alusta on käytössä miljardeissa laitteessa muun muassa matkapuhelimissa, televisioissa ja tietokoneissa. (Learn About Java Technology. Oracle corporation. Luettu 29.3.2016.) Suuren suosion seurauksena Javaan on kohdistunut vuosikymmenien aikana myös eniten tietoturvaohjelmia. Java ohjelmia voidaan ajaa tietokoneessa kahdella eri tavalla. Ohjelmaa voidaan ajaa joko tietokoneen selaimen ladattavana Java-sovellus eli Java Applet tai verkon yli ladattavana erillisenä sovelluksena Java Web Start. (Java Security and Ignition-video). Pääasiassa tietoturvaohjelmat ovat liittyneet selaimessa ajettaviin Java-sovelluksiin. Juuri tietoturvasyistä useimmat selainvalmistajat ovat estäneet Java-sovelluksien ajamisen selaimissa.

Nykyistä valvomo-ohjelmistoa käytetään verkon yli ladattavana sovelluksena, joka on tietoturallinen ratkaisu. Tämä käytötapa on verrattavissa esimerkiksi PDF-tiedoston avaamiseen verkon yli. IoT-Ticket.com -järjestelmä perustuu vuonna 2014 julkaistuun HTML5 ohjelmointikielen. Koska kyseessä on uudehko kieli ja sillä tehtyjen sovellusten määrä on vielä suhteellisen pieni, niin erityisiä tietoturvaan liittyviä haavoittuvuuksia ei ole juurikaan raportoitu. Käyttäjän tulee kuitenkin pitää huoli, että tietoturvapäivitykset on asennettu käytössä oleville tietokoneille. Lisäksi IoT-Ticket.com järjestelmässä käytetään muita moderneja Web- ja Java-teknologioita, joiden kautta voidaan hyödyntää standardeja tapoja toteuttaa tietoturallinen palvelu. Wapicelta saadun IoT-Ticket.com -alustassa HTML5 on käytössä vain esityskerroksessa ja tietoturvasta huolehditaan palvelinpuolella. Varmistamalla, että kaikki kutsut ovat oikean muotoisia, jotta niitä palvellaan.

Yhteenvedon voidaan sanoa, että molemmat valvomojärjestelmät ovat tietoturvan kannalta turvallisia ratkaisuja. Kunhan käyttäjä pitää huolen, että tietoturva päivitykset on asennettu.

4.16 Järjestelmään kirjautuminen ja sen käyttäminen

Nykyisessä järjestelmässä käyttäjä käynnistää Java Web Start -sovelluksen työpöydältä, jonka jälkeen käyttäjälle avautuu kirjautumisikkuna. Käyttäjätunnuksen ja salasanan syöttämisen jälkeen käyttäjälle näkyvät projektit, joihin käyttäjälle on annettu oikeudet. Java-sovelluksen aiheuttaa sen, että järjestelmää ei voi käyttää iOS- tai Android-laitteilla suoraan.

Nykyisessä järjestelmässä on mahdollisuus käyttää erillistä moduulia valvomon käyttämiseksi iOS- ja Android-laitteilla. Moduulilla suoritetaan Java-sovelluksen palvelimen päässä, jolloin mobiililaitteelta ei vaadita Java tukea. Tämä toisaalta lisää huomattavasti palvelimen kuormitusta. Nykyisessä järjestelmässä on mahdollista asentaa palvelimeen erillinen SSL-sertifikaatti, jolloin liikenne palvelimen ja käyttäjän välillä on SSL-suojattu.

IoT-Ticket.com -järjestelmään kirjaudutaan SSL-suojatun my.IoT-Ticket.com -nettisivun kautta. Nettisivulle syötetään käyttäjätunnus ja salasana. Avautuvan näkymän kautta päästään näkemään aktiiviset hälytykset ja tapahtumat sekä näkemään projektit, joihin käyttäjällä on oikeudet. Samalla voidaan tarkastella projektin sivuja sekä muokkaaman niitä. Koska IoT-Ticket.com perustuu HTML-5 tekniikkaan, sitä voidaan käyttää suoraan kaikilla laitteilla, jotka tukevat HTML-5 tekniikka eli myös Android- ja iOS-laitteilla.

5 PÄÄTELMÄT

Työn pääasiallisena tarkoituksena oli tutkia soveltuuko IoT-Ticket.com -alusta Enermix Oy:n liiketoiminnan tarpeisiin sekä kiinteistöautomaation valvontaa. IoT-Ticket.com soveltuu käytettäväksi kiinteistöautomaation valvonnassa ja kulutusraportoinnissa. Tämän hetkisiä Enermix Oy:n liiketoiminnan tarpeita tai nykyistä valvomoalustaa vastaavaa valvomoa sillä ei kuitenkaan saa täysin tehtyä, koska aivan kaikkien samojen tietojen esittäminen ei onnistu. Esimerkiksi kumulatiivisen lukeman lisäksi saman mittaustiedon edellisen vuorokauden tai kuukauden viimeisen lukema esitys valvomongrafiikassa ei onnistunut. Trendeissä ei ole yhtä laajoja mahdollisuuksia muuttaa valvomossa trendissä esitettävää aikaväliä ja analysoida järjestelmän toimintaa trendin avulla. IoT-Ticket.com -palvelussa myöskin prosessikaavioiden esitys on tällä hetkellä haastavaa, koska esimerkiksi putkien piirtotyökalujen symbolikirjastoa ei ole vielä julkaistu, vaan kytkentä pitäisi tuoda taustalle kuvana. Suurin osa edellä esitetyistä puutteista on jatkossa poistumassa, kun Wapice saa näiden osalta kehityksen siihen vaiheeseen, että ominaisuudet tulevat käyttöön. Hälytyksien käsittelyssä ja seurannassa sekä järjestelmän lokalisoinnissa havaittiin myös puutteita. Hälytyksien käsittely on uudistumassa IoT-Ticket.com -alustalla lähes kokonaan lähiaikoina. IoT-Ticket.com -alusta on arkkitehtuuriltaan modulaarinen, jolloin sitä voidaan kehittää osissa ja alustaan voidaan lisätä tarpeellisiksi katsottuja ominaisuuksia. Alustan kehityksessä pystytään tuomaan yhdelle asiakkaalle kehitetty ominaisuus helposti myös muiden käyttöön.

IoT-Ticket.com -alusta soveltuu mainiosti esimerkiksi tilatietojen esitykseen ja erilaisten mittausten esitykseen. Joten IoT-Ticket.com -järjestelmää voidaan käyttää esimerkiksi kiinteistön ovien tilatietojen esitykseen sekä energiankulutuksien tai hyötysuhteiden esityksiin sekä raportointiin. Lisäksi IoT-Ticket.com -alustalla pystyttiin käyttämään 3d-malleja, jolloin on mahdollisuus kehittää valvontaa ja sen visuaalista ilmettä aivan uudelle tasolle. IoT-Ticket.com -alustalla ei ole aiemmissa projekteissa tarvittu prosessikaavioiden symbolikirjastoja, joita Enermix Oy:n valvomoalustalla on totuttu käyttämään, mutta alustalle voidaan päivityksillä tuoda lisäominaisuuksia. Työtä tehdessä selvisi, että molemmilla alustoilla on nopea luoda useita samankaltaisia valvomoita sillä molemmissa on mahdollisuus käyttää aiemmin luotuja sivuja ja projekteja pohjana uudelle valvomoprojektille. Suurta eroa valvomon luonnin helppoudessa tai nopeudessa ei työn aikana löydetty kummankaan ohjelmiston eduksi.

5.1 Ehdotukset

Varsinaiseen valvontaan Enermix Oy:n nykyisten tarpeiden mukaisesti IoT-Ticket.com -alusta soveltuu nykyisellä versiolla huonommin kuin nykyinen alusta. Mutta tulevaisuudessa tilanteeseen tulee muutosta, sillä IoT-Ticket.com -alustaa päivitetään ja kehitetään jatkuvasti lisää. Jatkotutkimusta voitaisiin tehdä sitä, voiko IoT-Ticket.com -palvelua käyttää muun muassa asiakasraporttien toteuttamiseen eli käyttää sitä täydentämään nykyistä järjestelmää. Toinen laajempi vaihtoehto olisi käyttää IoT-Ticket.com -alustaa loppukäyttäjän tai asiakkaan käyttöliittymän luomiseen ja toteuttaa nykyisellä alustalla insinööri- ja talonmiespolut. Tällä vaihtoehdolla saataisiin loppukäyttäjille mahdollisuus helposti päästä käyttämään järjestelmää myös iOS- ja Android-laitteilla. Tämän toteuttamiseen voitaisiin käyttää API-rajapintaa tai OPC-UA rajapintaa. OPC-UA:ta käytettäessä toinen alusta olisi palvelin ja toinen asiakas, jolloin voidaan siirtää tiedot alakeskuksilta molemmille alustoille.

LÄHTEET

Bamberg H., Jussila T., Laaksonen T., Piikkilä V., Sahala A., Sahlstén T., Spangar T. & Sulku J. 2008. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. ST-käsikirja 22. Espoo: Sähköinfo Oy

IoT-Ticket - Hyödyt. WapiceOy. Luettu 9.3.2016.
<https://www.iot-ticket.com/fi/yrityksesta/19-finnish/about/43-iot-ticket-hyodyt>

IoT-Ticket - Tausta. Wapice Oy. Luettu 31.10.2015.
<https://www.iot-ticket.com/fi/yrityksesta/19-finnish/about/44-iot-ticket-tausta>

IoT-Ticket.com Tiedonkerääminen. Wapice Oy. Luettu 4.1.2016.
<https://www.IoT-ticket.com/fi/tiedon-kerääminen>

Java Security and Ignition-video. Inductive Automation. Katsottu 24.3.2016. <https://inductiveautomation.com/video/java-security-and-ignition>

Learn About Java Technology. Oracle corporation. Luettu 29.3.2016.
<https://www.java.com/en/about/>

Rakennusten lämmitystarpeen normeeraaminen muuttuu. Motiva Oy. Luettu 28.2.2016.
http://www.motiva.fi/ajankohtaista/motivan_tiedotteet/2013/rakennusten_lammitystarpeen_normeeraaminen_muuttuu.5623.news

Talotekniikan tietojärjestelmien käyttöliittymät. ST-kortti 721.01. Sähköinfo ry. 2007..Espoo: Sähköinfo Oy