



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Toni Liikamaa

IoT-alustan käyttöönotto ja hyödyntäminen Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Staralla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto ja viestintäteknikka

Insinöörityö

30.5.2022

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Toni Liikamaa IoT-alustan käyttöönotto ja hyödyntäminen Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Staralla 34 sivua 30.5.2022
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tieto- ja viestintätekniikka
Ammatillinen pääaine	Verkot ja pilvipalvelut
Ohjaajat	Lehtori Marko Uusitalo Kehityspäällikkö Paavo Lehmonen
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa IoT-palvelu projektimuodossa, joka hyödyntää Thingworx-alustaa sekä trusted-paikantimia sekä myös muita staran käytössä olevia palveluita. Muut palvelut yhdistettiin Thingworx-alustaan hyödyntäen API-rajapintoja, joilla mahdollistettiin palveluiden keskustelu keskenään. Projektin tarkoituksena oli ymmärtää, miten tällaista teknologiaa olisi mahdollista käyttää ja hyödyntää logistiikkapalveluissa Helsingin kaupungin rakentamislaitos Staralla.</p> <p>Tämän opinnäytetyön osatavoitteena oli tutustua Thingworx-alustaan sekä siihen liitettyjen antureiden ja API-rajapintojen käyttöön ja hyödyntämiseen.</p> <p>Opinnäytetyön valmistuttua sen on tarkoitus jäädä Saralle dokumentoinniksi nyt tehdystä IoT-projektista, jolloin sitä voidaan hyödyntää myös tulevissa projekteissa.</p>	
Avainsanat	IoT, Thingworx, Internet of Things, API

Author Title	Toni Liikamaa IoT-platform deployment and exploitation in Helsinki City construction services Stara
Number of Pages Date	34 pages 30 May 2022
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information and Communications Technology
Professional Major	IoT and Cloud Computing
Instructors	Marko Uusitalo, Senior Lecturer Paavo Lehmonen, Development Manager
<p>The aim of the final year project was to implement an IoT service in a utilizing the Thingworx platform and trusted locators as well as other services that have been used in the City of Helsinki construction company Stara.</p> <p>The other services were integrated into the Thingworx platform utilizing API interfaces, which allowed the services to interact with each other. The purpose of the project was to understand how this kind of technology could be utilized at Stara.</p> <p>In the end, the project exceeded the set goals. The final outcome is more beneficial than what was expected. In addition, the IoT service has many more features than what was originally designed.</p> <p>The thesis is to serve as a documentation of the IoT project at Stara and, therefore, it can benefit projects in the future as well.</p>	
Keywords	IoT, Thingworx, Internet of Things, API

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tekniikka	4
2.1	Thingworx	4
2.2	Materiaalin luominen Thingworx-ohjelmassa	6
2.2.1	Thing	6
2.2.2	Thing template	7
2.2.3	Mashup	7
2.2.4	Project	8
2.2.5	Media	8
2.2.6	Model tag	8
2.2.7	Gadget	8
2.2.8	Application key	8
2.2.9	New user	9
2.2.10	User group	9
2.2.11	Style definition	9
2.3	Trusted-paikantimet	10
2.3.1	T7+-paikannin	12
2.3.2	T9-paikannin	13
2.3.3	Paikantimien elinkaaren optimointi	14
2.3.4	Paikantimien yhteys	14
2.4	API, Application programming interface	15
3	Projektin toteutus	15
3.1	Kalustorekisterin tarpeellisuus	16
3.2	Kalustorekisterin suunnittelu	16
3.2.1	Automaster	17
3.2.2	Labkonet	18
3.2.3	Paikantimet	18
3.2.4	Polttoaineet	20
3.2.5	Ajoneuvot	20

3.3	Kalustorekiseri ohjelman valmistaminen	21
4	Testaus ja tulokset	22
5	Pohdinta	25
	Lähteet	28

Lyhenteet

IoT	Internet of Things eli esineiden internet.
API	Application Programming Interface eli ohjelmointirajapinta.
Stara	Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Stara.
Geofence	Virtuaalinen aita tai parametri fyysisen paikan ympärillä.
AD	Active Directory. Microsoft-käyttöjärjestelmän tietokanta käyttäjistä, laitteista ja verkon resursseista.
SSO	Single sign-on eli kertakirjautuminen.
NB-IoT	Narrow Band IoT on globaali verkkoteknologia.

1 Johdanto

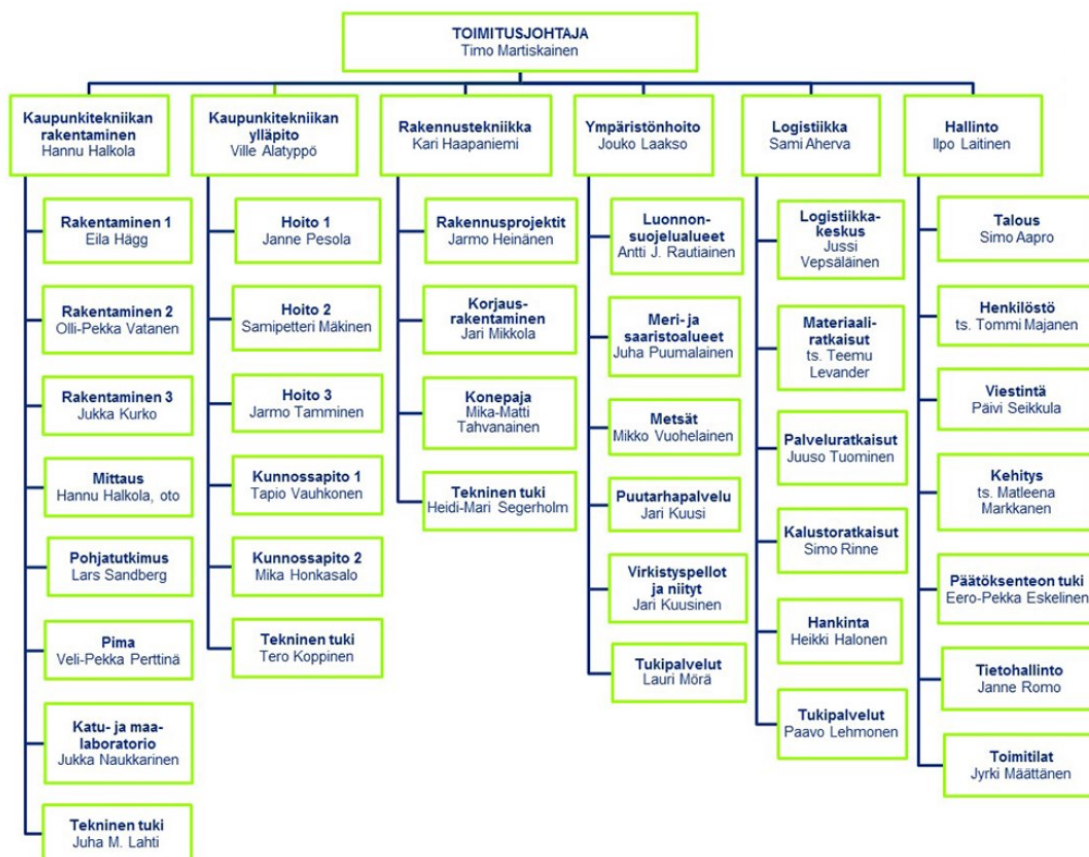
Helsingin kaupungin pormestari on kaupunkistrategiassa linjannut, että Helsingin tavoite on olla parhaiten digitalisaatiota hyödyntävä kaupunki maailmassa [1]. Pormestarin linjauksen johdosta tämän opinnäytetyön toimeksiantaja Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Staran logistiikkaosasto aloitti oman IoT-projektinsa, jonka tarkoituksena on hyödyntää logistiikan eri toimintojen ohessa kehittyvää dataa ja tämän datan avulla tehostaa työntekoa. [2.]

Tämän projektin tarkoituksena on tehdä Staran logistiikkaosastolle kalustorekisteriohjelma, jonka avulla on mahdollista seurata erinäisten laitteiden ja irtaimiston liikkeitä ja kustannuksia, jolloin laitteiden ja irtaimiston ylläpitoa ja seurantaa saadaan tehostettua. Kalustorekisteriä pystyy myös tulevaisuudessa hyödyntämään laitehankinnoissa, koska sen avulla voi tutkia eri laitteiden kustannuksia niiden elinkaaren aikana. Lisäksi kalustorekisteristä pystyy seuraamaan ajoneuvojen polttoainekustannuksia ja sitä voidaan hyödyntää myös päästölaskelmien tekemiseen.

Irtaimiston seurannalla voidaan myös tehostaa Stara-logistiikan kuljetuspalvelujen palvelusuoritteita, kun ajoreittejä voidaan optimoida kalustorekisterin avulla, koska sieltä voidaan katsoa, mitä ja mistä pitää noutaa tai vaihtoehtoisesti, mitä ja mistä pitää toimittaa vaadittuun paikkaan. Tämä asia realisoitui jo ennen kuin projekti saatiin edes alkuun, koska vaihtolavojen kartoitukseen ja paikannukseen meni aikaa kuusi kuukautta. Vasta kuin vaihtolavat oli paikallistettu, voitiin niihin alkaa suunnitella paikantimien asennuksia.

Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos on Helsingin kaupungin oma palveluntuottaja, joka tuottaa kaupunkiympäristön rakentamisen ja hoidon sekä logistiikan palveluja. Vuodesta 2009 Stara on toiminut itsenäisenä virastona, mutta sen juuret ovat 1878 perustetussa rakennuskonttorissa. Vuonna 2010 sen nimi on vakiintunut nykyiseen muotoonsa ja vuonna 2017 Starasta tuli liikelaitos. Vuonna 2018 Starassa työskenteli 1366 henkilöä kausiluonteisissa töissä, ja kesällä henkilöstömäärä nousee lähes kahteen tuhanteen [3].

Vuoden 2018 liikevaihto oli 232 miljoonaa euroa, jonka lisäksi liiketoiminnan muita tuotteja kertyi 4 miljoonaa euroa [4]. Staran organisaatio vuodelta 2019 on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Staran organisaatio [3]

Staran palveluita ostaa julkisen sektorin eri organisaatiot. Vuoden 2018 liikevaihdosta 93,3 prosenttia koostuu Helsingin kaupungin liikelaitosten ja virastojen tilauksista. Liikevaihdon jakautuminen eri virastojen ja liikelaitosten välille on esitetty kuvassa 2.

ASIAKKAAT 1.1.-31.12.2018		
ASIAKAS	1 000 €	% LV
Kaupunkiympäristön toimiala	220 386	93,3
Sosiaali- ja terveystoimi	3 238	1,4
Kulttuuri ja vapaa-aika	1 541	0,7
Kasvatus ja koulutus	945	0,4
Liikennelaitos (HKL)	1 768	0,7
Muut Helsingin kaupunki	762	0,3
Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY)	2 246	1,0
Helen	897	0,4
Helsingin Satama	368	0,2
Palmia	94	0,0
Muut kaupunkikonsernin tytäryhteisöt	599	0,32
Kaupungin ulkopuoliset	2 836	1,20
Valtio	460	0,20
	236 141	100

Kuva 2. Liikevaihdon jakautuminen [4]

Staran logistiikan tukipalvelut perustettiin vuonna 2018 logistiikan muiden yksiköiden tueksi, se toimii logistiikan tuotantoyksikön alaisuudessa. Vuonna 2018 logistiikan tukipalveluiden henkilöstömäärä oli 20.

Logistiikan tukipalvelut tuottavat logistiikan tuotantoyksikön muille osastoille seuraavia palveluita:

- taloudenhallintapalvelut
- käyttäjätuki korjaamon toiminnanohjausjärjestelmään
- kaluston vuokraus ja hankinta
- projektit ja tutkimushankkeet
- data-analytiikka.

2 Tekniikka

Tässä luvussa käsitellään opinnäytetyössä käytettyjä työkaluja ja tekniikoita, jotka eivät ole kaikille välttämättä tuttuja. Luvussa käydään läpi, mitä opinnäytetyössä käytetyillä työkaluilla voi tehdä ja mihin niitä voi hyödyntää. Osa tässä osiossa käsiteltävistä asioista on fyysisiä, mutta suurin osa on ohjelmistoon liittyviä työkaluja tai tekniikoita.

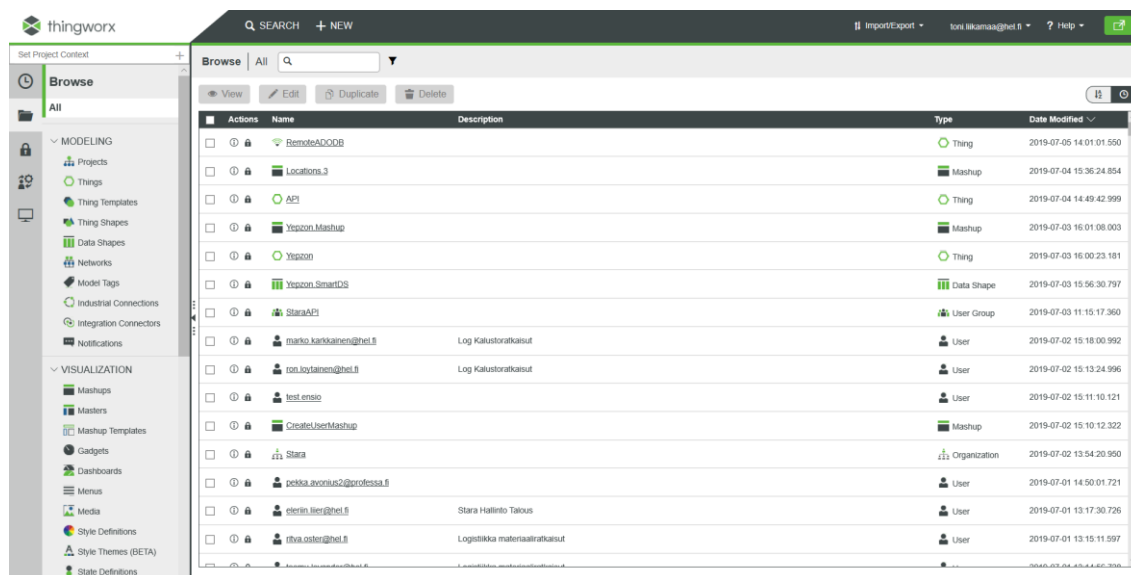
2.1 Thingworx

Thingworx on PTC:n kehittämä IoT-alusta ja tuli mukaan tähän projektiin Staran verkkopalvelujen toimittajana toimivan Elisa Oyj:n toimittamana. Samalla Elisa Oyj:n kautta mukaan projektiin liitettiin henkilöitä Professa Oy:stä, jotka toimivat Elisa Oyj:n kumppaneina tässä projektissa.

IoT-alustaan kerätään tietoa fyysisistä sensoreista ja useista eri ohjelmista ohjelmointirajapintoja hyödyntäen. Näillä tiedoilla saadaan luotua sisältöä valmistettavaan ohjelmistoon. Thingworxiin päätyvää tietoa voidaan käsitellä ja analysoida ohjelmassa itsessään. Tietoa tai dataa voidaan myös esittää graafisesti ohjelmassa mashup-visualisoinnilla.

Thingworx:n käyttöliittymän käyttö on myös tehty helpoksi ja nopeaksi, jonka johdosta sen käyttäminen on tehokasta [5, s. 23]. Ohjelman kotisivulla on kaikki tarpeellinen valmiina ja ohjelmassa pystyy tekemään useita samanaikaisia tehtäviä, koska eri tehtävät jäävät aukinaisiksi erillisille välilehdille, jolloin niihin palaaminen on tehty helpoksi ja nopeaksi.

Kuvassa 3 ohjelman kotisivulla vasemmassa laidassa sijaitsevassa valikossa löytyvät kaikki välineet, joilla voidaan luoda materiaalia ohjelmaan. Kaikki välineet on sijoitettu omiin ryhmiinsä, jolloin aina tarvittava väline löytyy valikosta helposti. Ohjelman kotisivun keskiosiossa näkyy ohjelmassa olevat tiedostot ja keskiosion yläpuolella on myös haku-kenttä, jolla tiedostojen haku ohjelmasta on helppoa.



Kuva 3. Thingworx-ohjelman kotisivu

Thingworx on tehty juuri sovellusten luontiin ja hallintaan, mutta sillä on myös mahdollista Axeda- ja Coldlight-lisäosilla tehdä muitakin toimenpiteitä. Axeda-lisäosa pohjautuu ohjelmistohallintaan ja pilvipalveluihin, kun taas Coldlightin avulla voidaan hallita erilaisia koneoppimiseen liittyviä asioita.

Thingworx:n laajamittainen käyttö vaatii selvästi enemmän ohjelmointiosaamista kuin sen kanssa kilpailevat IoT-alustat, kuten esimerkiksi Microsoft Azure. Tämän johdosta

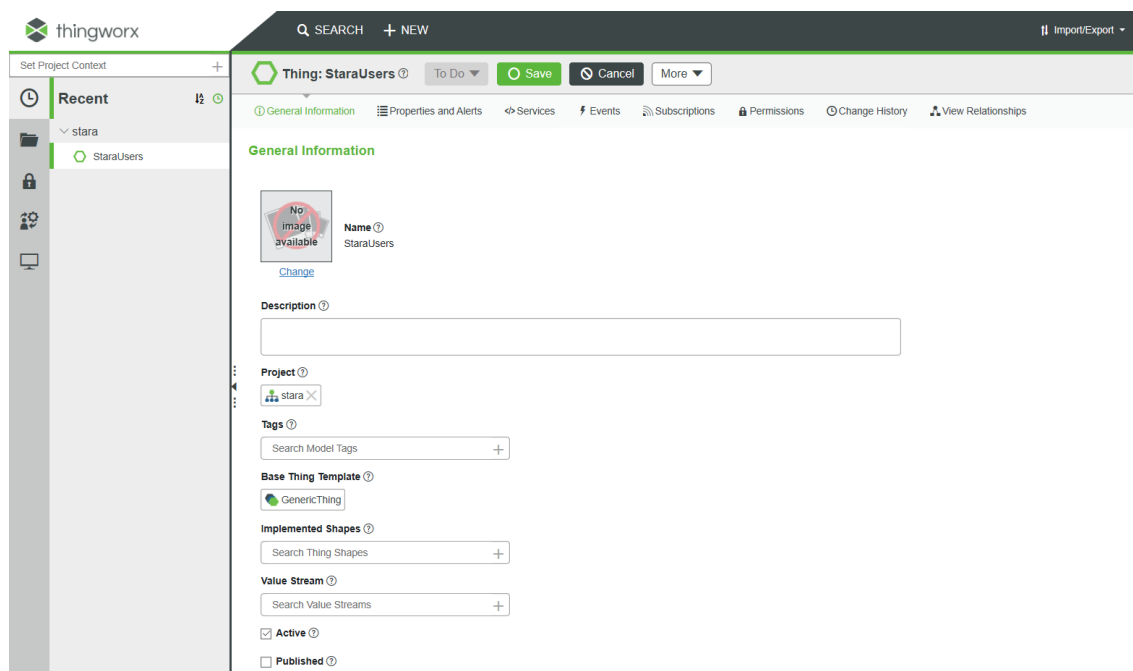
se ei ole kokemattomalle käyttäjälle paras vaihtoehto, mutta se ei kuitenkaan tarkoita, että se olisi huono ohjelmisto. Käyttöliittymän osalta Thingworx on kuitenkin selkeä, toimiva ja kilpailijoitaan nopeampi käyttää. [6, s. 27-28.]

2.2 Materiaalin luominen Thingworx-ohjelmassa

Thingworx-ohjelmassa on monia eri vaihtoehtoja materiaalin luomiseen. Näillä useilla eri vaihtoehdoilla pärjätään niin isommissa kuin pienemmissäkin projekteissa. Tässä opinäytetyön osassa käydään läpi osa Thingworx-ohjelman tarjoamista vaihtoehdoista. Vaikka tässä projektissa ei kaikkia tarjolla olevia toimintoja käytetäkään, voi niistä olla hyötyä opinäytetyön jälkeen muissa projekteissa.

2.2.1 Thing

Thingworx-ohjelmassa thing tarkoittaa esinettä virtuaalisessa muodossa. Esineillä voi olla erilaisia arvoja ja, ne voivat kuulua erilaisiin esineiden ryhmiin. Esineiden ominaisuudet riippuvat siitä, millaisiksi ne on määritelty thing templatien avulla. Kuvassa 4 esitetään käyttäjistä luodun thingin yleiset tiedot.



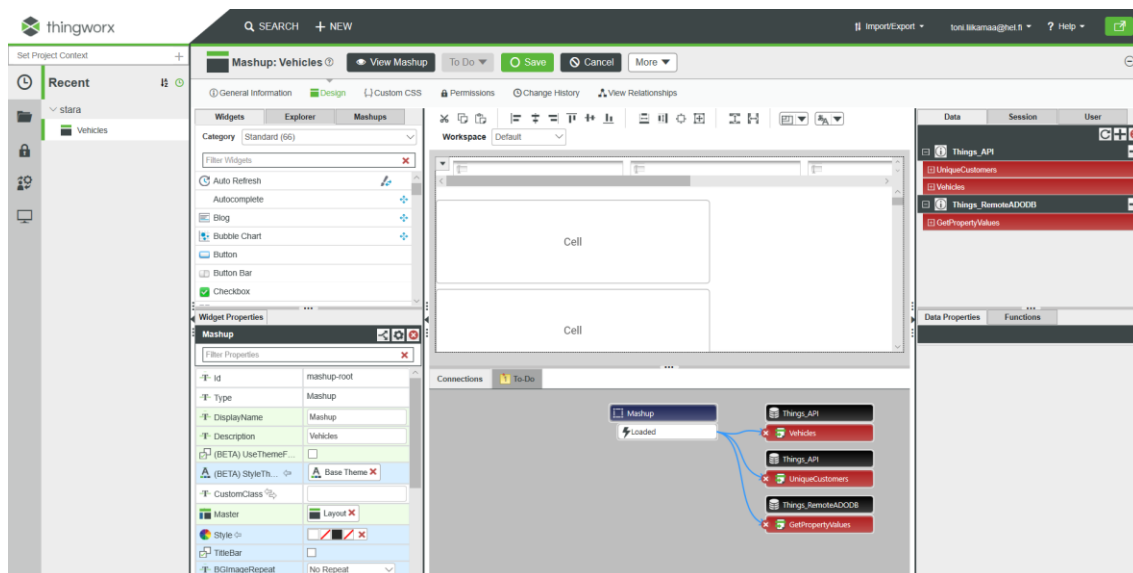
Kuva 4. Thingworx thingin käyttäjät

2.2.2 Thing Template

Thing Template on pohja, jota käytetään esineiden luontiin. Pohjista on myös valmiita versioita, jotka nopeuttavat esineiden tekoa, jos tarvitsee tehdä useampia samanlaisia esineitä. Valmiita erilaisia pohjia on myös ladattavissa internetistä, jos valmiiksi ohjelmassa tarjolla olevista ei sopivaa pohjaa tarvittavaan tarkoitukseen löydy.

2.2.3 Mashup

Mashup on näkymä, jonka avulla voidaan visualisoida esineitä ja niiden arvoja. Tämän avulla arvojen luku on helpompaa ja selkeämpää. Mashupilla voidaan luoda esineiden datasta erilaisia kuvaajia, joista voidaan tarkastella arvojen muuttumista aina tilanteen mukaan. Tässä projektissa tätä ominaisuutta käytettiin muun muassa polttoainekulutuksen ja polttoaineiden tankkauksen seurantaan ja sen kautta myös ajettujen kilometrien seurantaan. Kuvassa 5 esitetään ajoneuvoista tehty mashup.



Kuva 5. Ajoneuvot mashup

2.2.4 Project

Jos tehdään yksi kokonaisuus, joka sisältää mediaa, visualisointia ja esineitä, luodaan silloin project eli projekti. Kun projektiin on syötetty halutut tiedot, voidaan siihen lisätä esineitä. Tällä tavalla projektin esineitä on helppo hallita.

2.2.5 Media

Jos mashupiin halutaan liittää kuva, niin siitä täytyy tehdä oma mediatiedosto Thingworx-ohjelmaan. Kuvaa ei siis voi vain vetää työpöydältä palveluun. Kuvaa voi mediatiedoston luomisen jälkeen käyttää monta kertaa ja tarvittaessa sitä voidaan myös muuttaa.

2.2.6 Model tag

Model tageilla voidaan esineille antaa lyhyitä kuvauksia, jotka helpottavat kategorioimaan esineitä. Ne helpottavat myös esineiden hakua. Tageilla voidaan esimerkiksi lajitella esineitä.

2.2.7 Gadget

Gadgetit ovat pieniä ohjelmia, joita voidaan luoda itse masupissa. Gadgeteilla voidaan esittää graafisesti haluttua dataa. Näitä voi olla useaan eri käyttötarkoitukseen. Se voi olla esimerkiksi kalenteri, nappi tai lähes mikä vain tarvittava pieni ohjelma.

2.2.8 Application key

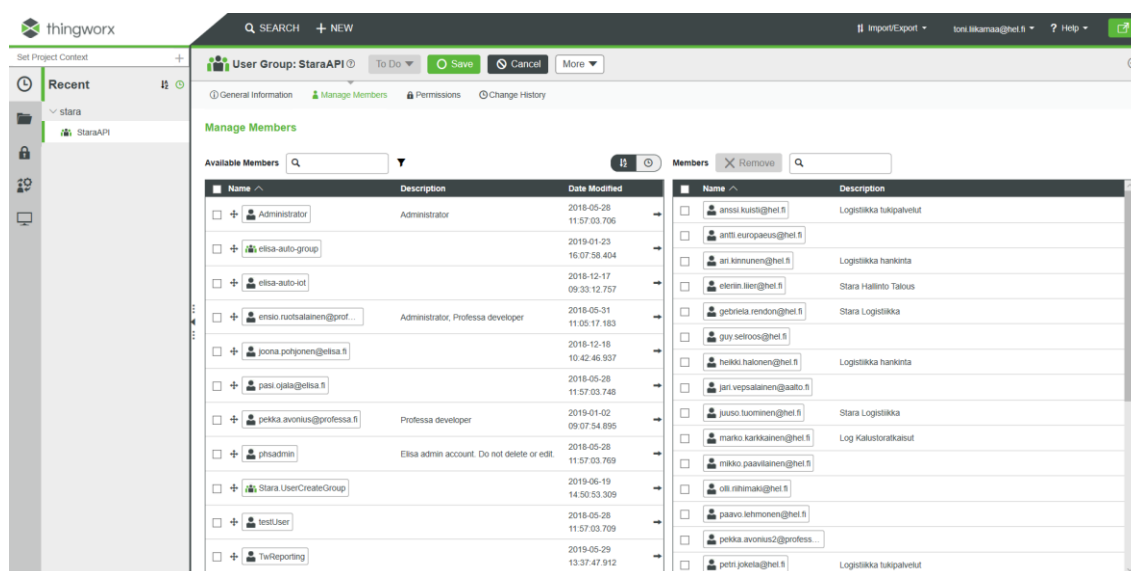
Kun on ulkopuolinen ohjelma, joka haluaa toimia Thingworx-ohjelman kanssa, niin sille tarvitaan oma Application key. Application key on avain, jonka avulla ulkopuolinen ohjelma saa oikeuden olla yhteydessä palvelimeen. Kaikkiin ohjelmistorajapintoihin tarvitaan oma yksilöity avain, jolloin ne voivat toimia Thingworx-ohjelman kanssa yhteistyössä.

2.2.9 New user

Käyttäjä, jolla on käyttöoikeudet lisätä uusia käyttäjiä, voi tällä luoda uusia käyttäjiä ohjelmaan. Uudet käyttäjät voivat luoduilla käyttäjätunnuksilla ja salasanoilla kirjautua ohjelmaan. Kaikille käyttäjille on kannattavaa luoda omat tunnukset ohjelmaan, jolloin pystytään seuraamaan sisällöntuottoa paremmin.

2.2.10 User group

Mikäli käyttäjiä on useita, voidaan ohjelman käyttäjiä lajitella sijoittamalla heidät käyttäjäryhmiin. Käyttäjäryhmän pystyy liittämään myös projektiin ja sille voidaan antaa omia pieniä kuvauksia. Käyttäjäryhmien tiedoista voidaan myös seurata ryhmien jäsenmääriä. Kuvassa 6 on esiteltynä user groupin jäsenten hallintasivu.

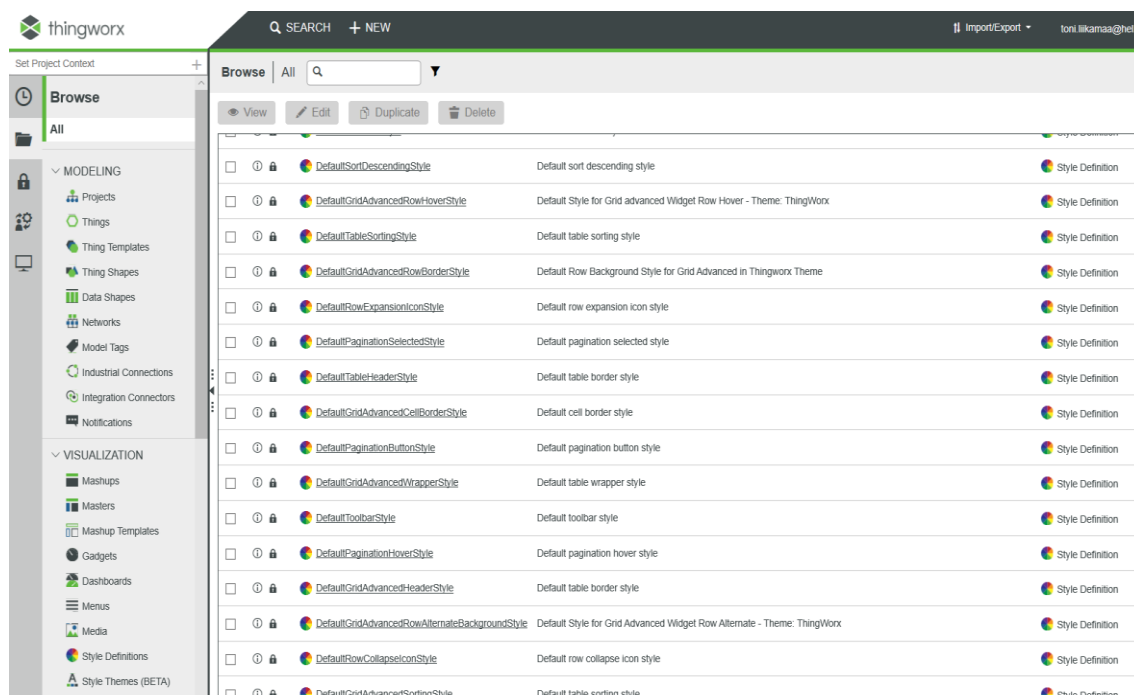


Kuva 6. User group hallintasivu

2.2.11 Style definition

Mikäli projektissa luodun ohjelman käyttöliittymä ja muut näkyvät kohdat halutaan vastaamaan yrityksen graafista ilmettä, voidaan se määritellä style definitionia käyttäen ha-

lutun mukaiseksi. Niin kuin kuvassa 7 ohjelman kotisivulla on nähtävissä, on style definitionia käytetty paljon tässä työssä, jotta ohjelman graafinen ilme on saatu vastaamaan Staran omia vaatimuksia.



Kuva 7. Kotisivun näkymä style definitioneista

2.3 Trusted-paikantimet

Trusted on tanskalainen laitevalmistaja, joka toimitti tarvitsemamme paikantimet tähän projektiin. Paikantimilla on tarkoitus seurata vaihtolavojen, Molok Festival -jäteastioiden ja henkilönostinten paikkatietoja, koska ne liikkuvat paljon ja niitä liikuttaa useampi ihminen. Ajoittain niitä saattaa myös liikuttaa kaupungin henkilökuntaan kuulumaton henkilö tai yritys. Tästä johtuen irtainta kaupungin omaisuutta voi olla vaikea löytää.

Trustedin valmistamat paikantimet ovat myös hyvin vaihtelevia sääolosuhteita kestäviä ja helposti asennettavia erilaisille pinoille. Paikantimet kestävät myös hyvin fyysisiä osumia, joita saattaa tulla erinäisten objektien siirtovaiheiden yhteydessä, kuten kuvassa

8 on havaittavissa. Vaikkakin paikannin näyttää hajonneelta, se toimii edelleen normaalisti ja lähettää edelleen dataa niin kuin sen kuuluukin tehdä.

Ainoa haittapuoli näissä paikantimissa on se, että niiden akut eivät ole vaihdettavissa. Kun akku loppuu, on koko paikannin uusittava, mikä aiheuttaa aina lisäkustannuksia Helsingin kaupungille.



Kuva 8. Osuman saanut paikannin

2.3.1 T7+-paikannin

T7+ on pienikokoinen ja kestävä paikannin, jonka akun kesto on parhaimmillaan jopa 5 vuotta, kun se asetetaan lähettämään vain yksi tietopaketti päivässä. Vahvan koteloitinsa ansiosta se kestää hyvin erilaisia sääoloja ja lämpötiloja väliltä -30°C-+85 °C. Jos yhteys on huono ja T7+-paikannin ei pysty lähettämään päivittäistä tietopakettiaan, pysyy se varastoimaan itseensä sata erillistä tietopakettia. Kun yhteys paikantimeen on taas hyvä, voi se lähettää ne kaikki kerralla määränpähän. T7+-paikantimen sisällä on myös seuraavat sensorit, joiden avulla se luo tietopaketkinsa:

- gps
- liike
- käyttöaste
- lämpötila
- värinä/isku
- valo
- kallistus.

Paikannin aktivoidaan käyttöön magneetilla, joka herättää paikantimen. Aktivoinnin jälkeen paikannin alkaa automaattisesti hakemaan yhteyttä ja sen saatuaan alkaa tehdä sille määriteltyä toimintoa. Paikantimen toimintoja voi konfiguroida trustedin omassa pilvipalvelussa, jossa on myös nähtävillä kaikki asiakkaalle kuuluvat paikantimet ja niiden toiminta. Trustedin pilvipalvelusta voidaan myös tarkastella paikantimien lähettämiä tietoja ja tapahtumia, niin kuin myös paikantimilta tulevia hälytyksiä, jos niille on sellaisia määritelty. Kuvassa 9 esiteltynä trustedin pilvipalvelun my units -näkyvä.

trusted™

MAP MY UNITS ALARMS HELP ABOUT LOG OFF

Logged in as: Ensio Ruotsalainen

Find groups and units

Group: Stara01

204 units 184 Active

Map TestDevices 0 devices with low battery 0 recent events

34062883 34006389 34086934 34087916 34096016 38808499 More units

...34051482 ...34065948

...34068155 ...34074906

Kuva 9. Trusted my units -näkyvä

2.3.2 T9-paikannin

T9-paikannin on kooltaan huomattavasti isompi kuin T7+, joka johtuu pitkälti siitä, että T9-paikantimen akku on isompi ja antaa sille kaksinkertaisen elinajan verrattuna T7+-paikantimeen. Muuten paikantimien toiminnot vastaavat toisiaan. T9-paikantimesta saa myös Trustedin myymällä RHT-lisäanturilla tehtyä pienimuotoisen sääaseman, jolloin se voi välittää myös ilmastosteustietoa. Kuvassa 10 on havaittavissa paikantimien kokoero ja nähtävissä myös RHT-lisäanturi.



Kuva 10. Paikantimet ja RHT-lisäanturi

2.3.3 Paikantimien elinkaaren optimointi

Trusted on ilmoittanut paikantimien elinajan paikantimen kyvykkyyden mukaan lähettää sanomia, eli tietoja pilveen. Pienemmälle T7+-paikantimelle on eliniäksi luvattu 2500 kpl sanomia ja suuremmalle T9-paikantimelle tuplasti eli 5000 kpl. Nyt säädetyillä lähetystaajuuksilla, eli yksi sanoma päivässä, pitäisi pienemmän paikantimen kestää yli kuusi vuotta, mutta oman arviomme mukaan todellisuus on lähempänä viittä vuotta vaihtelevissa olosuhteissa. Lisäksi osaan paikantimista on säädetty hälytyksiä, jotka taas lisäävät lähetettävien sanomien määrää, jos hälytysrajat ylittyvät silloin, kun anturi on aktivoitu käyttöön.

2.3.4 Paikantimien yhteys

Tässä projektissa käytetyt trustedin-paikantimet hyödyntävät yhteysmuotona NB-IoT (Narrow Band IoT) -yhteyttä, joka soveltuu hyvin pääsääntöisesti paikallaan olevan irtaimen omaisuuden seurantaan käytettävien paikantimien, joiden akkujen täytyy kestää vuosia. Verrattuna saman taajuuden normaaliin 4G-yhteyteen NB-IoT mahdollistaa laitteiden pienen virrankulutuksen ja tiedonsiirtonopeuden väliltä 20-250Kbps. 5G-yhteyden

saapumisen myötä NB-IoT tulee entisestään kehittymään, nopeutumaan, ja samalla sen käyttömahdollisuudet tulevat kasvamaan. [7.]

2.4 API, Application programming interface

API on ohjelmointirajapinta, joka mahdollistaa eri ohjelmien keskinäisen kommunikoinnin. Sen avulla eri ohjelmat ja teknologiapalvelut voivat välittää keskenään tietoja ja tehdä toisilleen erinäisiä pyyntöjä. Sen avulla voidaan myös tarjota tietoa muiden käyttöön tai sitä voidaan itse hakea muilta omiin tarpeisiin. [8.]

Tätä opinnäytetyötä tehdessä ohjelmointirajapintoja hyödynnettiin, kun muista ohjelmista haettiin tietoja kalustorekisteriin, esimerkiksi polttoaineen tankkaustiedot tulevat nesteen tarjoaman ohjelmointirajapinnan kautta. Ohjelmistorajapintoja hyödynnettiin laajasti tämän opinnäytetyön yhteydessä. Suurin osa ohjelmaan saapuvasta tiedosta hyödyntää ohjelmistorajapintoja, joita hyödyntämällä haluttu tieto saadaan IoT-alustalle.

3 Projektin toteutus

Tässä luvussa käsitellään kalustorekisteri projektin toteutusta, alkaen suunnittelusta ja päättyen valmiiseen kalustorekisteriin. Projektin suunnitteluvaiheessa selvitettiin kalustorekisterin tarpeellisuus. Kun tarpeellisuus oli selvitetty, laadittiin projektisuunnitelma. Projektisuunnitelmaa varten haastateltiin Stara-logistiikan työntekijöitä eri osastoilta, jolloin saatiin laajempi kuva siitä, mitä kalustorekisteriltä haluttiin ja mihin he voisivat sitä työssään hyödyntää. Haastatteluja jatkettiin myös projektin aikana, jolloin saimme myös heti tietoomme, jos joku tarvitsi ohjelmistoon muutoksia tai lisäominaisuuksia, joista voisi olla käyttäjälle tai käyttäjille hyötyä.

3.1 Kalustorekisterin tarpeellisuus

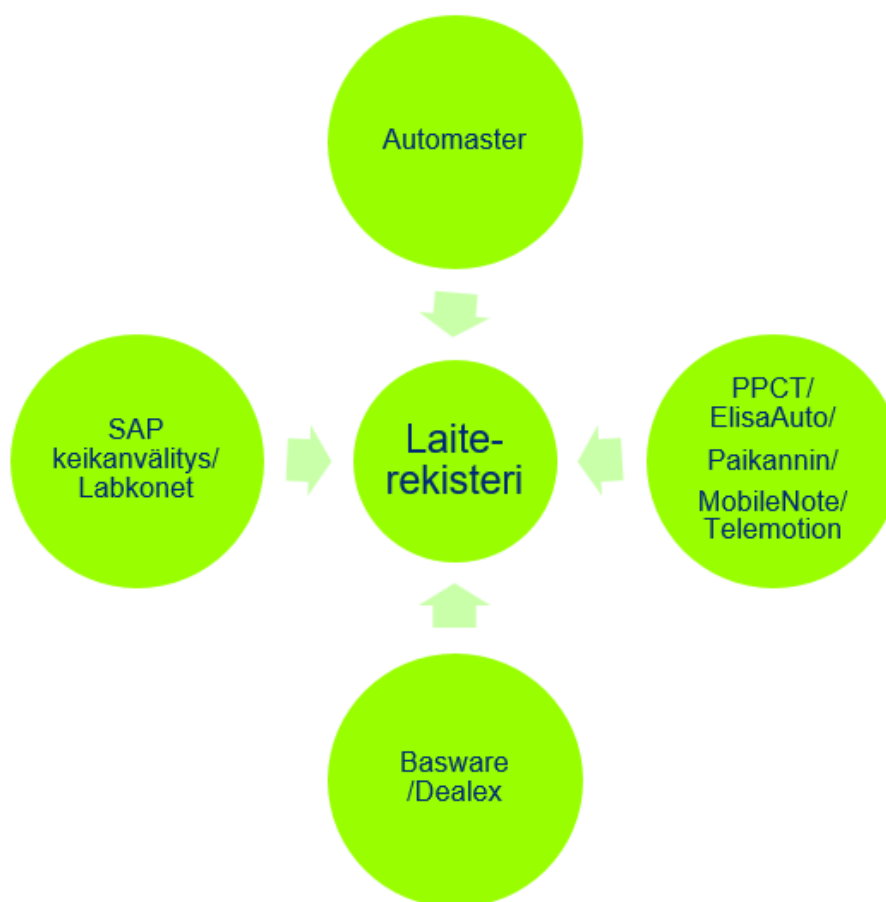
Tarve kalustorekisterille syntyi, kun Staran logistiikkaosastolla huomasimme, että Stara-logistiikan erilaiset päivittäiset työtehtävät luovat suuria määriä tietoa, jotka päätyvät moneen eri paikkaan, joista sitä on työstä etsiä, kun sitä tarvitaan. Tämän johdosta haluttiin luoda paikka, jonne kaikki työnohessa luotu tieto kerätään. Kun kaikki tarvittava tieto on yhdessä paikassa, saadaan sen avulla tehostettua työntekoa, kun aikaa ei kulu turhaan tiedon etsimiseen useasta eri ohjelmistosta, vaan kaikki tarvittava tieto olisi saatavilla yhdestä paikasta.

Kun laitteiden sijainnit ja niiden kustannukset saadaan kaikille avoimesti näkyviin, niin voidaan vähentää inhimillisiä väärinkäsityksiä eri Helsingin kaupungin yksiköiden välillä. Kun kustannukset ovat kaikkien saatavilla niin samalla toiminnan läpinäkyvyys lisääntyy ja vältetään turhilta epäilyiltä liian laskuttamisen suhteen.

Samalla myös Stara-logistiikan kalustopäälliköt pystyvät seuramaan laitteiden elinkaarikustannuksia ja voivat ottaa ne huomioon investointilaskelmia tehdessään. Kalustopäälliköt voivat ohjelmasta seurata laitteiden ja ajoneuvojen korjaushistoriaa, jolloin voidaan saada selville, jos jokin laite ei ole logistiikkaosaston tarpeisiin sopiva, vaikka se olisikin kilpailutuksen kautta meille valittu.

3.2 Kalustorekisterin suunnittelu

Kalustorekisterin suunnittelu aloitettiin tekemällä projektisuunnitelma, jossa päätettiin kalustorekisterin tuleva rakenne. Yhdessä projektiryhmänä, johon kuului Staran logistiikan eri osastojen työntekijöitä ja Professa Oy:n työntekijöitä. Osana projektisuunnitelmaa päätettiin, mitä eri tietoja kalustorekisteriin pitää saada. Alkuperäinen suunnitelma on esitelty kuvassa 11.



Kuva 11. Alkuperäinen suunnitelma [9.]

3.2.1 Automaster

Automaster toimii Stara-logistiikan kalustoratkaisuiden korjaamon toiminnanohjausjärjestelmänä ja ohjelmointirajapintaa hyödyntäen Automasterista saadaan kalustorekisteriin kaikkien logistiikan laitteiden tiedot. Samalla saamme myös laitteiden huolto- ja ylläpitokustannukset laitteiden käyttäjille näkyviin ohjelmistossa, jopa ennen, kun lasku saapuu käyttäjälle. Kalustorekisteriin luodaan myös mahdollisuus varata huolto- ja korjausaikoja käyttäen Automasterin omaa eService-lisäosaa. Kuvassa 12 on esitelty kalustoratkaisuiden korjaamon työnjohdon näkymä toiminnanohjausjärjestelmässä.

TH no	Alue	Asiantuntijan nimi	A-ros	Vahvistus	Paikantiedot	Valmistus	Maikki / Mäki	Tap. tyyppi	Omat tiedot	Sijoitus	Vastauspaikka	Vastauspaikan nimi	Vast.ott. osasto	Vain
500274	KALUSTORATKAISU	MUON	500274	/	12/2005	UUC5274-230	HOVONA 2010-HOIVONAJAZ	A			22015	Lohjanen/Ron	2443	
500277	KTY HOITO 1	TIESSÄRY-JÄN	500281	KTY HOITO 1 TIESSÄRY-JÄN PEKKA / J	487003	2010S100043	DULEHO 110 3008 014 M40V	A			80109	Mato Kallinen	2443	04/06/2010
500282	KTY HOITO 1	LVONEN SEP	500272	KTY HOITO 1 LVONEN SEPPÖ / OS-2	48-484	TYFFER-NELOD	FUSS GANTER 20370 FUSD GAR	A			80109	Mato Kallinen	2443	09.31.02070
500286	KTY HOITO 3	LJÄLVIST HA	500292	KTY HOITO 3 LJÄLVIST HARRI / BS7	DYN 580	WDF47601320	MERCEDES-BENZ W60 M E VTD	A			80109	Mato Kallinen	2443	09.31.07005
500284	PAT KRN MKKOLA JARI	500283	PAT KRN MKKOLA JARI / J	LOA 740		VWVW1000986	NISSAN NISSAN NISSAN NISSAN	A			82701	Kaari Anssi	1	
500282	KTY HOITO 2	SUOMI ARI	500282	KTY HOITO 2 SUOMI ARI / BS0505281	UBG-750	WMANN 2200R	MAN N13 20310 MAN TGL 195 H	A			80109	Mato Kallinen	2443	05/02/2570
500282	KALUSTORATKAISU	VIOD	500282	SAINDO / 38014	386-60AT	12590	KUBOTA / 3800 TASORUOHONI	A			96031	Vilho Riito	2443	38014
500280	KALUSTORATKAISU	VIOD	500280	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	VYV414	WFD020GAD0	FORD Focus 2010 FORD FOCUS	A			80109	Mato Kallinen	2443	1
500282	KALUSTORATKAISU	VIOD	500282	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	479801	479801	TOYOTA 45F920 TOYOTA 42 L	A			96031	Vilho Riito	2443	38915 PIRKKAJA JOKINEN 479801
500282	KALUSTORATKAISU	VIOD	500282	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	J1	KMY 996	W3C00402E11 PEUGEOT 208 20110 PEUGEOT 4	A			10007	Riia Pekka	2420	1
500282	KALUSTORATKAISU	VIOD	500282	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	18C105	22CF1350192	HECO FCO 20210 HECO DAILY	A			80109	Mato Kallinen	2443	1
500288	KTY HOITO 2	MARTIKAIN AN	500282	KTY HOITO 2 MARTIKAIN AN / OS 3	GGF-776	XLEPC000401	SCANIA P114 20340 SCANIA P1	A			80109	Mato Kallinen	2443	09.31.02863
500274	KALUSTORATKAISU	VIOD	500274	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	DANN 817	W0M8RWD0AE	OPEL Movano Uopkoneen 880 L	A			10007	Riia Pekka	2420	1
500273	PAT KADONKIRJA VENU	500271	PAT KADONKIRJA VENU JAAKE / J	117-487		WFD01110E1	FORD TRANSIT VAN 390 11-481	A			10007	Riia Pekka	2420	1
500272	KTR RAKENTAMINEN 3 S4L	500291	KTR RAKENTAMINEN 3 S4L JOUKO /	INA 685		8F80C0420EY	FORD RANGER 2010 FORD RA	A			10007	Riia Pekka	2420	09.31.02634
500281	KALUSTORATKAISU	VIOD	500281	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	YL6 140	1MB88R0402	SKODA FABIA Volkswagen JARI Rov	A			80109	Mato Kallinen	2443	1
500282	KTY HOITO 2	SUOMI ARI	500282	KTY HOITO 2 SUOMI ARI / BS0505281	DANN 176	Y03P8200R21	SCANIA P114 20340 SCANIA P40	A			80109	Mato Kallinen	2443	05/02/2570
500280	KALUSTORATKAISU	VIOD	500280	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	YK8-307	W0LBA2R16J9	OPEL Convo Van Uopkoneen 88	A			80109	Mato Kallinen	2443	1
500287	KALUSTORATKAISU	VIOD	500287	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	UC5 464	WFD020GADH	FORD Focus 2010 FORD FOCUS	A			80109	Mato Kallinen	2443	1
500285	LOSI KALETUS TILINMEN	500280	LOSI KALETUS TILINMEN JAUSSO /	LOA 750		VWVW1000986	NISSAN NISSAN NISSAN NISSAN	A			80109	Mato Kallinen	2443	08/03/0205
500194	KALUSTORATKAISU	VIOD	500194	HEKKILÄ EVA / BS05411305	OTE 318	SUNFAE 111021	SCANIA E11 20110 NISSAN N01	A			82701	Kaari Anssi	0056411305/811348 OTE 318 TT10 11	
500199	KTY HOITO 1	STENBUS PEK	500272	KTY HOITO 1 STENBUS PEKKA / BS00C	487174	16034	ARCTIC MASHINE SILD 9036	A			80109	Mato Kallinen	2443	08/03/0213
500193	KALUSTORATKAISU	VIOD	500193	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	12V-582	1MB88R0402	SKODA FABIA Volkswagen JARI Rov	A			80109	Mato Kallinen	2443	048 220737 HML WONEN JOUNE
500125	KALUSTORATKAISU	VIOD	500125	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	12Z-664	SUNFAE 111021	NISSAN NOTE 12Z-664 20110 N	A			82701	Kaari Anssi	110212Z-664TT11	
500124	KALUSTORATKAISU	VIOD	500124	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	GES-670	WFD020GADH	FORD Focus 2010 FORD FOCUS	A			82701	Kaari Anssi	18199 GES 670 TT 5 1	
500120	KTY HOITO 2	SUOMI ARI	500282	KTY HOITO 2 SUOMI ARI / BS0505281	487195	487195	FAUR VALT E SLY	A			80109	Mato Kallinen	2443	05/02/2570
500073	KALUSTORATKAISU	VIOD	500073	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	R1L 314	1MB88R0402	SKODA FABIA SKODA FABIA COI	A			82701	Kaari Anssi	811746 R1L 314 TT 11 13	
500072	KALUSTORATKAISU	VIOD	500072	ALANEN PAVI / OS0548749	GLK 902	WFD020GADH	FORD Focus 2010 FORD FOCUS	A			82701	Kaari Anssi	009248749/811950 GLK 902 TT 4	
500060	KALUSTORATKAISU	VIOD	500060	RIMPINEN PAVI / OS0780019	R1C 183	SUNFAE 111021	NISSAN E11 20110 NISSAN N01	A			82719	Lipiläinen Ron	1485780019	
500673	KALUSTORATKAISU	VIOD	500673	KALUSTORATKAISU VIODKRAAMO /	GLM 885	WFD020GADH	FORD Focus 2010 FORD FOCUS	A			10007	Riia Pekka	2420	1
500669	PAT KRN MKKOLA JARI	500283	PAT KRN MKKOLA JARI / J	DYN 747		WFD01110E1	FORD TRANSIT PEUGEOT E	A			82701	Kaari Anssi	827174 096747 TT 5 9	
500510	KTR RAKENTAMINEN 1 HAU	500510	KTR RAKENTAMINEN 1 HAUS EILA / J	OTE 236		VWVW124T502	NISSAN RB500JA 2010 NISSA	A			10007	Riia Pekka	2420	1

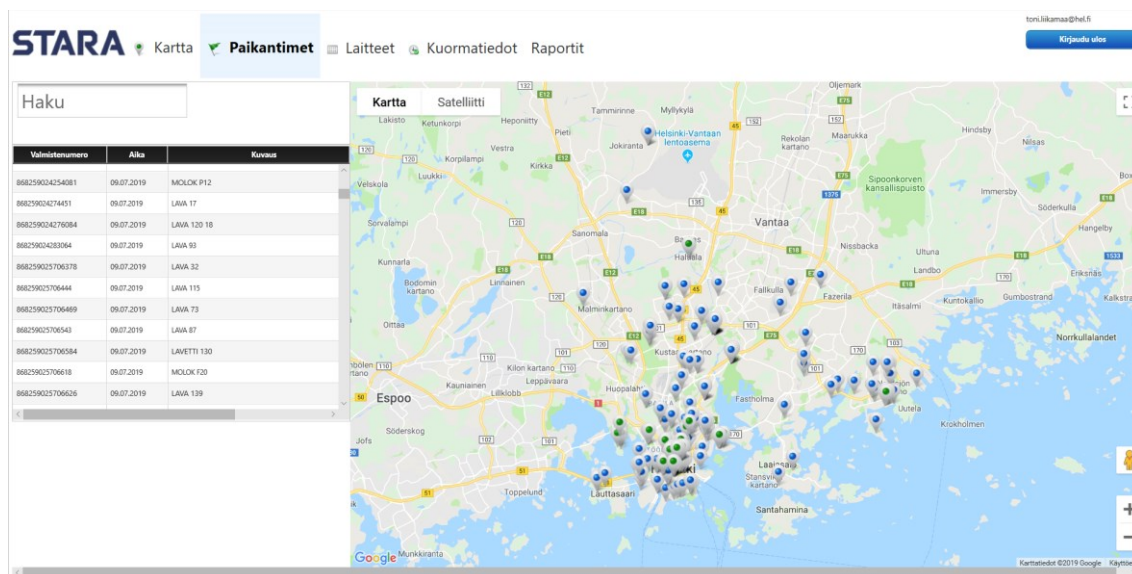
Kuva 12. Työnjohtajan näkymä toiminnanohjausjärjestelmässä

3.2.2 Labkonet

Labkonet on kaukovalvontajärjestelmä, jota hyödyntäen voimme seurata lumenvastaan-ottopaikoilla ja hiekkasiiloilla käyneitä ajoneuvoja, jolloin voimme tarkastaa, kuka on käynyt kaatamassa kuormansa ja mille lumenkaatopaikalle, kuten myös kuka on hakenut hiekkää ja mistä hiekkasiilosta. Labkonetin tiedot ohjataan myös kalustorekisteriin ohjelmointirajapinnan kautta.

3.2.3 Paikantimet

Paikantimien tuoma tieto oli tässä projektissa yksi pääpainopisteistä, koska sitä hyödyntämällä nähtiin suurimmat mahdollisuudet tehostaa päivittäistä työntekoa. Nyt kun vaihtolavoissa on paikantimet asennettuna, niin kuljettajan ei tarvitse etsiä vaihtolavaa mistään vaan voi katsoa kalustorekisterin paikantimet näytöltä paikan, missä vaihtolava on, ja käydä noutamassa sen kartan osoittamalla paikalla. Kalustorekisterin paikantimet näyttö on esitelty kuvassa 13.



Kuva 13. Paikantimet näyttö kalustorekisterissä

Paikantimille asetettiin myös kolmea eri hälytystyyppiä:

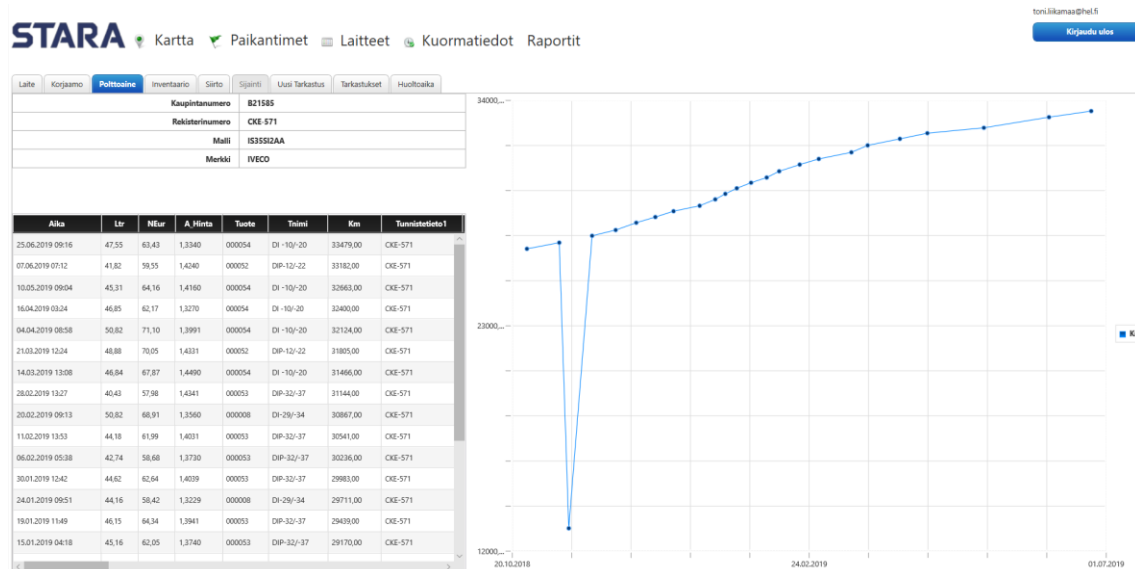
- Geofence eli virtuaalinen raja-aita fyysisen kohteen ympärillä
- lämpötilan nopea nousu
- iskuhälytys.

Näiden hälytysten avulla pystymme seuraamaan paikantimien ja Helsingin kaupungin omaisuudelle tapahtuvia asioita, kuten viedäänkö omaisuutta Helsingin rajojen ulkopuolelle, jolloin Geofence antaa hälytyksen, tai onko esimerkiksi Molok Festival -jäteastia syttynyt palamaan. Tällöin lämpötilahälytys antaa hälytyksen, ja jos paikantimeen kohdistuu iskuja, voidaan siitä päätellä, että joku pyrkii irrottamaan paikantimen kaupungin omaisuudesta [10]. Hälytysten avulla ohjelman käyttäjät pystyvät reagoimaan tapahtumiin nopealla aikataululla.

Paikantimet näkymään lisättiin myös kesken projektin Bigbelly-roska-astioista tuleva tieto, jolloin myös niiden sijainnit saatiin näkyviin kalustorekisteriin. Bigbelly-roska-astiat antavat kalustorekisteriin myös tiedon siitä, miten täysiä astiat ovat ja pitäisikö ne käydä tyhjentämässä.

3.2.4 Polttoaineet

Staralla päätettiin luopua omista polttoaineen jakeluasemista. Samalla siirryimme käyttämään kilpailutuksen kautta Nesteen asemia, jolloin kaikille ajoneuvoille tuli omat polttoainekortit, joilla ajoneuvoja voidaan tankata. Nesteen tarjoaman ohjelmointirajapinnan kautta saamme myös laitekohtaiset polttoainekulut kalustorekisteriin. Tätä hyödyntämällä voidaan seurata ajoneuvojen ja laitteiden polttoaineen kulutusta ja sen kautta voidaan myös tehdä CO2-laskelmia. Tankatessa automaattilla pitää ajoneuvon kilometrit syöttää automaattiin, jolloin saamme syötettyjen kilometritietojen avulla piirrettyä kuvaaja kalustorekisterin polttoainevälilehdelle, kuten on nähtävissä kuvassa 14.



Kuva 14. Kuvaaja polttoainevälilehdellä

3.2.5 Ajoneuvot

Osaan Helsingin kaupungin ajoneuvoista asennettiin projektin aikana paikantimet, jotka tuottavat ajoneuvoista sähköistä ajopäiväkirjaa. Sähköisen ajopäiväkirjan toteutukseen päädyttiin, kun Helsingin kaupungilla on tahtotilana päästä eroon vanhoista paperisista ajopäiväkirjoista. Projektin aikana noin sataan ajoneuvoon asennettiin laitteisto, jolloin voimme testata laitteiston toimintaa ennen kuin alamme laajemmin toteuttamaan sähköisen ajopäiväkirjan käyttöönottoa.

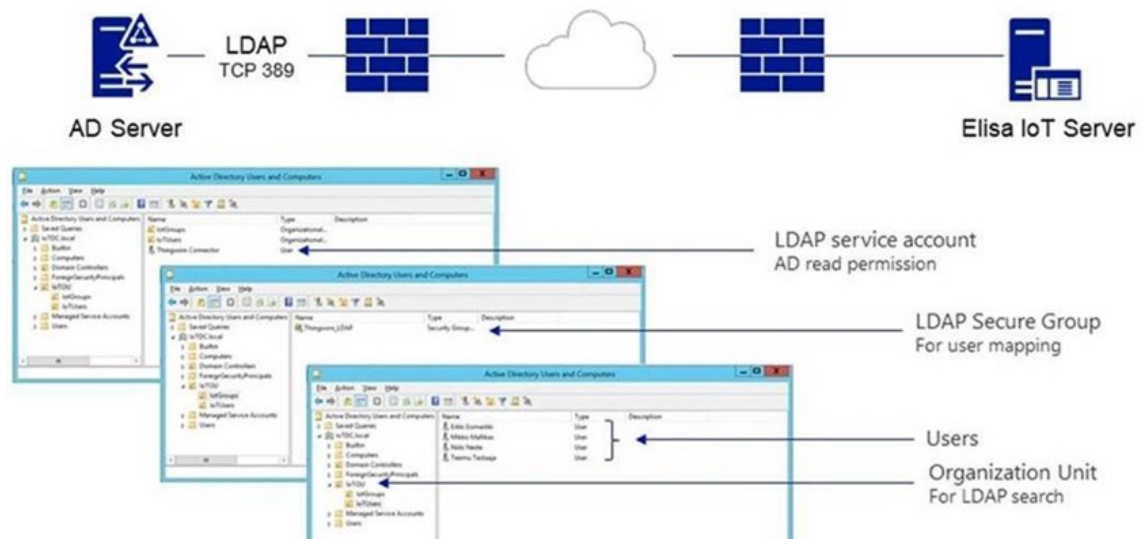
Ajoneuvot, joissa paikannin on nyt asennettuna, hyödyntävät myös geofence-ominaisuutta, jolloin saamme annettua alustalle hälytyksen, jos ajoneuvo poistuu Helsingin rajojen ulkopuolelle. Helsingin kaupungilla on myös ajoneuvoja, jotka ovat vakituisesti kaupungin rajojen ulkopuolella, joten näille ohjelmoitiin oma geofence-alue niin, että kaikki voivat toimia ajoneuvoillaan siellä, missä heidän toimintansa pääsääntöisesti on. Samalla vältämme turhat hälytykset alustalla, kun esimerkiksi Helsingin rajojen ulkopuolella sijaitsevan lastenkodin ajoneuvo ei aiheuta päivittäin turhia hälytyksiä, koska kyseisen ajoneuvon geofence on rakennettu heidän toimipisteensä ympärille.

Kun ajoneuvoihin alettiin asentaa laitteistoja, niin ensimmäisen kymmenen ajoneuvon jälkeen aloimme havaita ajoneuvojen virtojen katoamisia. Tämän tultua ilmi aloimme laiteoimittajan kanssa tutkimaan, mistä virtahäviöt voivat johtua. Huomasimme, että ajoneuvot, joista virta oli loppunut, olivat pääsääntöisesti seisseet parkissa kahdesta kolmeen viikkoa. Kun ajoneuvo oli seissyt parkissa, oli laitteisto lähettänyt kuitenkin jatkuvasti sijaintitietoja alustalle, mikä johti siihen, että ajoneuvon akusta loppui virta. Tämä ongelma ratkaistiin kytkentöjä muuttamalla niin, että laitteisto saa virtaa vasta sen jälkeen, kun ajoneuvoon on kytketty sytytysvirta päälle. Lisäksi loimme alustaan oman hälytyksen akkuvirroille, jolloin voimme puuttua tilanteeseen ennen kuin ajoneuvon virta on kokonaan loppunut.

3.3 Kalustorekiseriohjelman valmistaminen

Kalustorekiseriohjelman valmistamisesta vastasi tässä projektissa Professa Oy, joka on IoT asiantuntijatalo ja on erikoistunut palveluiden, teollisuuden, kiinteistöjen ja julkisen sektorin IoT-ratkaisuihin. Tämä katsottiin parhaaksi ratkaisuksi, koska Stara-logistiikkaosastolla ei ole tässä asiassa omaa osaamista. Stara-logistiikan tukipalvelut ja Professa Oy toimivat tiiviissä yhteistyössä kalustorekiseriohjelman valmistuksessa, jotta ohjelmasta saatiin sellainen, mitä Stara-logistiikkaosastolla tarvitsimme. Projektia tehdessä saatiin staralle myös käytännön oppia Thingworx-alustan käytöstä ja esineiden valmistamisesta ja lisäämisestä ohjelmaan. Samalla saatiin myös teoreettista- ja käytännönoppia API-rajapinnoista ja niiden kanssa toimimisesta.

Kalustorekisteriin sisäänkirjautumiseen pyrittiin saamaan käyttöön myös SSO-toiminto eli Single sign-on -toiminto, jolloin emme olisi joutuneet luomaan omaa käyttäjärekisteriä, vaan jokainen, jolla on Helsingin kaupungin AD-tunnus eli Active directory-tunnus olisi päässyt kirjautumaan kalustorekisteriin vain avaamalla ohjelman. Kuvassa 15 on esitelty, millaista ratkaisua kirjautumiseen pyrimme tekemään. Mutta tämä suunnitelma ei lopulta toteutunut, koska Helsingin kaupungin kanslian tietohallinto ei antanut tällaiselle toiminnalle hyväksyntäänsä, koska he näkivät tämän tietoturvaa vaarantavana tekijänä. Koska emme saaneet SSO-toimintoa toteutettua, päätimme perustaa kaikki uudet käyttäjät kalustorekisteriin manuaalisesti ja samalla ylläpitää käyttäjärekisteriä ohjelman sisällä, jolloin pystymme tekemään tunnukset vain niitä tarvitseville kaupungin työntekijöille.



Kuva 15. AD-tunnusten käyttö kirjautumiseen

4 Testaus ja tulokset

Kun kaikki halutut tiedot ja toiminnot oli kalustorekisteriin saatu, niin otettiin ohjelmisto testikäyttöön rajatulla käyttäjämäärällä. Tässä vaiheessa käyttäjiä perustettiin ohjelmaan 25 kpl, joista jokainen pääsi testaamaan ohjelmaa työnsä ohessa. He havainnoivat samalla, onko siitä heille omassa työssään hyötyä. Tämän testivaiheen aikana ei ohjelmis-

tosta tullut yhtään negatiivista palautetta, vaan se havaittiin Stara-logistiikan eri toiminnoissa hyödylliseksi apuvälineeksi omien töiden suorittamiseen, myöskin sellaisissa toiminnoissa, joihin sitä ei alun perin ollut edes suunniteltu. Pidemmän aikavälin tulokset tosin selviävät vasta varsinaisen käyttöönoton jälkeen, kun käyttäjämäärää lisätään ja kalustorekisteri otetaan käyttöön koko Staran logistiikan tuotantoyksikön laajuudella.

Testikäytössä havaittiin, että haluttu tieto siirtyy ohjelmistoon nopeasti, ja sen käyttö on eritasoisille tietotekniikan käyttäjille erittäin helppoa. Kalustorekisterin suurimmat hyödyt testikäytön perusteella sijoittuvat kuljetuspalveluiden puolelle, koska kuljetettavien objektien paikannus helpottaa ajoreittien suunnittelua. Samalla kuljettajat löytävät noudettavat objektit helpommin, koska he näkevät kalustorekisterin paikannäkymltä aina oikean paikan, mistä objekti tulee noutaa.

Kunnossapidon työnjohdolle kalustorekisteri antaa hyötyä kaluston hallinnan osalta, koska kalustorekisterin laitteet näkymlässä he näkevät kaikki laitteet, jotka heillä on käytössä. Samasta paikasta selviää myös reaaliaikainen laitteiden katsastus ja huoltotilanne. Laitteet-näkymlästä voidaan myös seurata laitteiden kuluja vuoden ja myös koko elinkaaren ajalta. Samalla sieltä voi seurata myös polttoainekulutusta ja polttoainekuluja, sekä myös ajettujen kilometrien määrää, mikä helpottaa laitteiden huoltosuunnittelua.

Logistiikan kalustopäälliköiden hyödyt kalustorekisteristä liittyvät heille kuuluviin investointilaskelmiin. Kun tulee tarvetta uusia kalustoa, voivat he tarkastaa kalustorekisteristä, millaisia kuluja uusittavana oleville laitteille on elinkaaren aikana tullut. Näin he saavat nopeammin tehtyä vaaditut laskelmat, joiden avulla uusia laitteita tilataan ja vuokrataan käyttäjille. Samalla he saavat myös hyvän kuvan siitä, millaisia laitteita ei välttämättä kannata hankkia, jos joillain laitteilla on havaittavissa huomattavia ylläpidon kuluja.

Polttoaineiden osalta Helsingin kaupungilla on tarkoituksena siirtyä käyttämään uusiutuvaa dieselpolttoainetta kaikissa niissä laitteissa, jotka käyttävät dieseliä polttoaineenaan. Kalustorekisterin kautta voidaan seurata polttoaineiden kulutusta laitekohtaisesti. Samalla saamme myös tiedon, mitä polttoainetta ja kuinka paljon on tankattu laitteisiin. Näillä tiedoilla voimme raportoida polttoainetietoja eteenpäin tietoa tarvitseville tahoille.

Paikantimien avulla olemme voineet optimoida kuljettajien ajoreittejä, esimerkiksi silloin kun on kyseessä ollut Molok-astioiden tyhjennyksestä tai vaihtolavan vaihdosta. Paikantimien avulla kuljettajat pystyvät myös itse näkemään kartalta, missä tyhjennettävä astia tai vaihdettava lava sijaitsee. Aikaisemmin on kuljettajille voitu vain ilmoittaa, että vaihdettava lava on esimerkiksi Kaivopuistossa, jolloin kuljettajan on pitänyt ajaa puistolle ja sieltä alkaa paikantamaan lavaa, joko kävellen tai ajelemalla autolla puistoa ympäri.

Paikantimilla saimme myös muuta hyvää kokemusta, kun rakennuspuolelta tuli kiinnostusta paikantimia kohtaan, kun heiltä alkoi työmailta häviämään dieselkäyttöisiä lämmittimiä. Koska kadonneita lämmittimiä alkoi olla useita kahden viikon jaksolla, päätimme asentaa kahteen lämmittimeen paikantimet, ennen kun ne viedään työmaalle. Rakennuspuolelle teimme paikantimiin omat asetukset niin, että jos paikannin poistuu työmaa alueelta, lähettää paikannin ilmoituksen asiasta sähköpostiin ja alkaa lähettämään omaa sijaintiaan jatkuvasti, kun normaalisti paikantimiin on akun kestävyys vuoksi konfirmoitu yksi viesti päivässä. Kun paikantimet yön aikana lähtivät alueelta, tuli siitä ilmoitus sähköpostiin, jonka jälkeen alettiin asiaa tutkimaan. Paikantimet lähtivät liikkeelle Malmilla olevalta työmaalta, kun aamulla kun palasimme töihin ja aloimme asiaa tutkimaan, olivat paikantimet Jakomäessä. Kun saimme paikka tiedon paikantimista, lähti työmaan henkilöstö autolla tarkastamaan paikantimien sijaintia. Sieltä löytyi teollisuuskiinteistö, jonka edessä oli parkissa pakettiauto. Samalla kun työntekijät tarkastivat paikkaa, niin kiinteistön pihalta saapui mieshenkilö kyselemään, mitä te täällä pyöritte, johon työntekijät vastasivat tullessaan vain tarkastamaan kaatunutta liikennemerkkiä. Tämän kohtaamisen jälkeen lähti pihassa oleva pakettiauto liikkeelle ja samalla toinen paikannin alkoi ilmoittamaan olevansa liikkeellä. Näin ollen soitimme poliisit paikalle ja kerroimme heille tapahtumat ja samalla paikantimen liikkeitä. Poliisit saivat kuljettajan pysäytettyä ja tarkastivat ajoneuvon, jolloin toinen paikannin ja paljon muutakin varastettua omaisuutta löytyi. Samalla kuitenkin toinen paikannin ilmoitti vielä olevansa liikekiinteistössä. Tämän johdosta poliisit tarkastivat liikekiinteistössä olevan varaston, joka myös oli täynnä varastettua omaisuutta, niin Staran omaisuutta, kuin muidenkin työmailloin toimivien yritysten omaisuutta. Tämä paikanninkokeilu oli erittäin onnistunut ja tuli täysin alkuperäisten projektien ulkopuolelta, mutta sen johdosta aloimme pohtimaan myös uusia mahdollisia projekteja, jotka suuntautuvat omaisuuden hallinnan puolelle vahvemmin, kun aikaisemmin projektit ja testaukset keskittyivät enemmän logistiikan puolelle.

Paikantimien akkujen kesto on käytön myötä osoittautunut olevan sen mukaista, mitä me sen arvioimme olevankin. Ensimmäiset paikantimet, jotka asensimme alkavat olemaan viisi vuotta käytössä olleita. Nyt ne alkavat antamaan hälytyksiä akkujen vähäisestä tehosta, joten joudumme alkamaan uusimaan ensimmäisinä asennettuja paikantimia. Paikantimien elinikä on vähemmän kuin mitä valmistaja sille lupaa, joten omat arviomme akkujen kestoista oli lähempänä oikeaa, koska vaihtelevissa sääoloissa oletimme akkujen olevan hieman kovemmalla koetuksella, jolloin akkuteho hupenisi nopeammalla aikataululla. Valmistajan ilmoituksen mukaan akkujen pitäisi kestää 2500 kpl lähetettyjä sanomia, jolloin akkujen pitäisi kestää yli kuusi vuotta. Arvioimme alun perin, että todellinen paikantimien akkujen kesto olisi noin viisi vuotta, nyt käytännön kokemuksen perusteella voimme todeta, että arvio pitää paikkansa.

Kalustorekisteriin myöhemmässä vaiheessa liitettyllä sähköisellä ajopäiväkirjalla saimme myös hyviä tuloksia, jonka johdosta ajopäiväkirjojen sähköistäminen on leviämässä laajempaan käyttöön Helsingin kaupungin ajoneuvoissa. Testausprojektissa kohteenamme olivat kaupunkiympäristötoimialan yhteiskäyttöajoneuvot, joissa ajoneuvon varaus tehtiin heidän omavalmisteisessa ohjelmistossansa, ja avaimien noudon jälkeen ajoneuvo oli käytettävissä. Kun ajoneuvon varannut henkilö saapuu ajoneuvolle, kirjautuu hän henkilöstökortilla ajoneuvossa olevaan lukijaan, jolloin ajopäiväkirjaan tallentuu kuljettaja nimi. Kun ajoneuvolla lähdetään liikkeelle, alkaa ajopäiväkirja tallentamaan ajettua matkaa ja reittiä ajopäiväkirjaan. Tämä toimintamalli todettiin hyväksi ja samalla paremmaksi, kuin paperiset ajopäiväkirjat, joita usein unohtui täyttää. Tästä johtuen Helsingin kaupunki oli saanut asiasta jo huomautuksia, joten ajopäiväkirjat piti saada kuntoon. Onnistuneen testauksen jälkeen aloimme asentamaan sähköisiä ajopäiväkirja laitteita myös Staran ajoneuvoihin, jonka myötä on myös saatu kyselyitä laajemminkin Helsingin kaupungin toimijoilta asian tiimoilta, joka tulee johtamaan siihen, että Helsingin kaupungilla tullaan laajentamaan sähköisen ajopäiväkirjan käyttöä.

5 Pohdinta

Opinnäytetyön tekemisestä sain paljon teoreettista sekä käytännöllistä oppia Thingworx-alustasta ja sen käytöstä, sekä ohjelmointirajapinnoista ja niiden hyödyntämisestä. Alun perin projekti oli tarkoitus tehdä kuuden kuukauden aikana, mutta projekti laajeni sen

teon aikana useita kertoja, mikä johti lopulta projektin keston pitenemiseen noin puoleentoista vuoteen ja samalla kalustorekisterin käyttöönoton myöhästymiseen. Koska projekti laajeni sen tekovaiheen aikana, saatiin mielestäni kalustorekisteristä nyt huomattavasti käytännöllisempi ja hyödyllisempi kuin alkuperäisen suunnitelman mukainen, joka keskittyi lähinnä paikannuksen hyödyntämiseen. Projektin aikataulun pitenemisen myötä myös opinnäytetyön palautusajankohta siirtyi huomattavasti, mutta mieluummin tehtiin usealle käyttäjäryhmälle hyödyllinen ohjelma, kun vain pienelle rajatulle käyttäjäryhmälle suunnattu ohjelma.

Jos jotain tekisi kalustorekisterin kanssa toisin, olisi se kannattanut ottaa käyttöön alkuperäisen suunnitelman mukaan pienen käyttäjäryhmän ohjelmana ja laajentaa käyttäjäryhmää vasta silloin, kun uusia ominaisuuksia saatiin valmiiksi. Näin ollen se olisi saatu nopeammalla aikataululla käyttöön. Samalla olisi myös vältetty projektin aikataulujen venyminen, ja kaikki lisäominaisuudet olisi voitu tehdä omina pienempinä projekteina.

Mutta kuten kirjassa Kehitä kokeillen todetaan, epävarmuus on innovatiivisen toiminnan edellytys. Näkisin, että tämän projektin parissa kehittäminen on noudattanut aika pitkälti tätä ohjenuoraa. Kehitä kokeillen -kirjassa oli monia muitakin hyviä ohjenuoria tällaisen projektin läpiviemiseen. [24, s. 11.]

Thingworxin käyttöön ei vapaasti ole saatavilla ohjeita. Myöskin koulutuksia Thingworxiin on erittäin vaikea saada. Ne ovat myös kalliita ja niitä järjestetään erittäin harvoin. PTC eli Thingworxin valmistaja on tosin avannut verkossa toimivan opintopolun Thingworx ohjelman käyttöön liittyen. Thingworx on kuitenkin helppokäyttöinen ja yksinkertainen ohjelma, kun sitä opettelee käyttämään.

Opinnäytetyön palauttamisen jälkeen minulla on tarkoitus jäädä Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Staralle pääkäyttäjäksi nyt valmistettuun ohjelmaan sekä muihin erikseen määriteltäviin tehtäviin ja myös suorittaa PTC:n järjestämä opintopolku Thingworxiin, jotta kalustorekisterin tuleva kehittäminen ja toiminnollisuuksien lisääminen olisi helpompaa. Kalustorekisteriin ollaan lisäämässä ainakin ajoneuvojen seuranta-tieto, kunhan ajoneuvojen laitteisto saadaan päivitettyä vastaamaan tarpeita. Kun kaikkiin ajoneuvoihin saadaan vaadittavat laitteet, voidaan vanhoista paperisista ajopäiväkirjoista luopua ja siirtyä täysin sähköisiin ajopäiväkirjoihin, jotka tulevat kalustorekisteriin.

Opinnäytetyön perimmäinen tarkoitus oli kuitenkin selvittää, miten IoT voi olla avuksi päivittäisen työn tehostamisessa erilaisissa logistiikan tehtävissä. Sen selvittämisessä onnistuttiin mielestäni hyvin. Kalustorekisteriä hyödyntämällä voidaan turha eri ohjelmistojen välillä tapahtuva tiedon etsintä lopettaa kokonaan, koska kaikki tarpeellinen tieto on nyt ohjattu yhteen paikkaan, missä se on kaikkien löydettävissä ja hyödynnettävissä.

Lähteet

- 1 Maailman toimivin kaupunki – Helsingin kaupunkistrategia 2017–2021. 2018. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/helsinki/fi/kaupunki-ja-hallinto/strategia-ja-talous/kaupunkistrategia/strategia-ehdotus/>> Luettu 15.1.2019.
- 2 Helsingistä maailman toimivin kaupunki. 2017. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/uutiset/fi/kaupunginkanslia/helsingista-maailman-toimivin-kaupunki>> Luettu 17.9.2018.
- 3 Staran esittely. Verkkoaineisto. Stara. <<https://www.hel.fi/stara/fi/staran-esittely/>> Luettu 4.6.2019.
- 4 Kannattavuus parani. Staran toimintakertomus. Stara. Toimintakertomus 2018 Stara. Luettu 5.6.2019.
- 5 Ala-Lahti, Jesse. 2017. Sensorien liittäminen ja niiden toiminta Elisa IoT-palvelussa. Verkkoaineisto. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/139809/Ala-Lahti_Jesse.pdf?sequence=1> Luettu 20.12.2018.
- 6 Anttila, Joni. 2017. Eri palveluntarjoajien IoT-alustojen vertailu. Verkkoaineisto. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/124908/Anttila_Joni.pdf?sequence=1> Luettu 10.10.2018.
- 7 S. A. Gbadamosi, G. P. Hancke and A. M. Abu-Mahfouz, "Building Upon NB-IoT Networks: A Roadmap Towards 5G New Radio Networks," in IEEE Access, vol. 8, pp. 188641-188672, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3030653.> Luettu 17.2.2021
- 8 What is an API? Verkkoaineisto. Red Hat. <<https://www.redhat.com/en/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>> Luettu 30.5.2018.
- 9 Stara Logistiikka Tukipalvelut. Stara. PowerPoint-dokumentti. Luettu 9.4.2018.
- 10 Kaitala, Kalle. 2018. What is a geofence? Verkkoaineisto. Proximi.io. <<https://proximi.io/geofence-complete-guide-geofencing/>> Luettu 10.5.2018
- 11 Hassi, Lotta. Paju, Sami. Maila, Reetta. Talentum pro 2015. Kehitä kokeillen.