

Panu Siitonen

IoT-käyttöliittymän luonti pilvipalvelua käyttäen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tietotekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

4.1.2017

Tekijä Otsikko	Panu Siitonen IoT-käyttöliittymän luonti pilvipalvelua käyttäen
Sivumäärä Aika	31 sivua 4.1.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Ohjelmistotekniikka
Ohjaaja	Yliopettaja Tero Nurminen
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia esineiden internetin nykytilaa ja mahdollisuuksia ja luoda Cumulocity-pilvipalvelulla loppukäyttäjille suunnattu käyttöliittymä. Työ tehtiin yhteistyössä teleoperaattoriyrityksen kanssa.</p> <p>Työssä tutkittiin teleoperaattoreiden kiinnostusta esineiden internetiin ja suomalaisen teleoperaattoriyrityksen tämänhetkistä esineiden internet -tarjontaa. Työhön kuului myös haastattelu, jonka avulla avattiin hieman teleoperaattoreiden tavoitteita näillä markkinoilla. Haastattelusta selvisi, että teleoperaattorit haluavat IoT:n mukanaan tuoman taloudellisen hyödyn.</p> <p>Pilvipalvelut tukevat esineiden internetiä hyvin, sillä se tuo tehokkaan ja helppopääsyisen alustan kerätyn datan analysointiin ja seurantaan.</p> <p>Insinööriyössä keskityttiin vahvasti Cumulocity-pilvipalveluun ja siihen, mitä Cumulocity pystyy tekemään. Cumulocity on joustava ja muokattavissa oleva palvelu, johon on helppo yhdistää omat dataa keräävät sensorit käyttäen esimerkiksi Raspberry Pi -laitetta. Työssä tutkittiin hieman Cumulocityn toimintoja ja sen käyttämiä teknologioita, kuten REST-raja-pintaa ja AngularJS -sovelluskehystä. Cumulocity todettiin tehokkaaksi, mutta jatkojalostusta vaativaksi alustaksi tulevaisuuden IoT-toteutuksille.</p> <p>Työssä haastateltiin kymmentä yritystä, mutta IoT:n nykytilasta ja tulevaisuudesta kysyvä sähköpostihaastattelu herätti enemmän kysymyksiä kuin vastauksia. Talokeskus ja sen kiinteistöihin erikoistunut Tampuuri-järjestelmä herätti mielenkiinnon. Jatkoahaastattelu Talokeskuksen kanssa paljasti, että Tampuurissa on jo valmiina muutama IoT-sovellus ja lisää on kehitteillä.</p> <p>Työssä päädyttiin siihen, että esineiden internet on lähitulevaisuuden innovaatioiden lähde ja yritysmaailmassa kehityskohteena, joka vapauttaa edullisesti lukemattomia henkilötyöntunteja. Lisäksi Cumulocity on hyvin toimiva alusta esineiden internet -sovelluksille sekä valmiina pohjana että sovelluskehittäjien työkaluna.</p>	
Avainsanat	Esineiden internet, IoT, Cumulocity

Author Title	Panu Siitonen Creating an IoT user interface using a cloud service
Number of Pages Date	31 pages 4 January 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information Technology
Specialisation option	Software Engineering
Instructor	Tero Nurminen, Principal Lecturer
<p>The objective for the thesis was to study the state of the Internet of Things today and the opportunities it offers in the future, and to create an end-user interface on a cloud service called Cumulocity. This work was done in co-operation with an international tele operator.</p> <p>This thesis studies the operator's interest in the Internet of Things and the operator's current IoT products. The thesis also includes an interview that showcases the operator's goals on the IoT market. The interview demonstrates that operators want to harness the economic benefit of IoT applications.</p> <p>This study also explores IoT and cloud services and how they synergize with each other. Cloud services support IoT applications excellently, since cloud-technology offers a powerful and accessible platform for analyzing and tracking gathered data.</p> <p>The main focus of the thesis is the Cumulocity cloud service and what it can be used to create. Cumulocity is a flexible service that can be used to monitor one's own sensor network using, for example, Raspberry Pi-devices as gateways. This thesis describes Cumulocity and the technologies it uses, such as the REST interface and the AngularJS framework. Cumulocity is determined to be a powerful basis for future IoT applications, but in need of additional development.</p> <p>A questionnaire about the current state and future of IoT was sent to chosen companies as a part of this study. Unfortunately, not many answered the questionnaire. The lack of replies raised more questions than answers, but one of the companies, Talokeskus, came through with their interesting real-estate data platform, Tampuuri. A further interview with Talokeskus showed, that they had some IoT already implemented to the platform and a thirst for more.</p> <p>In conclusion, the Internet of Things will be a source of innovations in the near future and, being a powerful tool that will save countless of man-hours, a place for improvement in corporate life. In addition, Cumulocity is a great platform for the Internet of Things applications both as a ready template and as a powerful API for software developers.</p>	
Keywords	Internet of Things, IoT, Cumulocity

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Esineiden internet	1
3	Yrityksen ja asiakkaiden odotukset ja tarpeet	3
3.1	Teleoperaattorit ja IoT	4
3.2	Asiakkaiden tarpeet	6
3.3	TeliaSoneran IoT-tarjonta	7
4	Käyttöliittymät	8
5	Cumulocity, IoT-teknologiat ja -laitteet	11
6	Asiakashaastattelut	16
6.1	Haastattelun suunniteltu rakenne	16
6.2	Talokeskus Oy	16
6.3	TeliaSonera Finland Oyj	18
7	Asiakaslähtöisen sovelluksen luonti Cumulocityllä	19
7.1	Uusien laitteiden lisäys	20
7.2	Cumulocityn automatisoitu laitehallinta	21
7.3	Kerätyn datan seuranta	22
7.4	Hälytysten luonti	24
7.5	Dashboard – Käyttäjän työpöytä	25
7.6	Asiakaskäyttöliittymän luonti	27
8	Lopputulokset ja johtopäätökset	30
	Lähteet	32
	Liitteet	
	Liite 1. Sähköpostihaastattelun runko	
	Liite 2. TeliaSonera Finland Oyj:n haastattelu	
	Liite 3. Talokeskus Oy:n haastattelu	

1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on kehittää yhteistyössä TeliaSoneran kanssa asiakaslähtöinen esineiden internet- eli IoT-loppukäyttäjäsovellus Cumulocity-alustaa ja TeliaSoneran käytössä olevia sensoreita käyttäen ja samalla kartoittaen kiinteistö- ja huoltoalojen uusia IoT:n mahdollisuuksia. Työssä asennetaan sensoreita TeliaSoneran laitetilaan ja käytössä olevaan asuinhuoneistoon. Tästä eteenpäin toimenpidettä kutsutaan sensoroinniksi. Sensoroinnin lisäksi työssä luodaan sensoreiden seurantaan sopiva käyttöliittymä ja hälytykset.

TeliaSonera Finland Oyj on suomalainen teleoperaattori, joka on osa kansainvälistä TeliaCompany AB -konsernia. Suomessa TeliaSoneralla on 3 500 työntekijää ja 4,5 miljoonaa liittymäasiakasta. Lisäksi TeliaSonera oli ensimmäinen suomalainen teleoperaattori, joka mahdollisti 4G-yhteydet asiakkaille. TeliaSoneran konserni kattaa Euroopassa ja Aasiassa 17 maata, joissa kaikissa toimii paikallinen yhtiö omana brändinään. TeliaSoneralla oli 26 013 työntekijää ja 189 miljoonaa liittymäasiakasta vuoden 2013 lopussa. TeliaSoneran osake on listattu Helsingin ja Tukholman pörssiin. [1.]

2 Esineiden internet

IoT, Internet of Things tai esineiden internet tarkoittaa jokapäiväisten esineiden seuranta, ohjaamista ja sensorointia internetin välityksellä. Esineiden internetiä voidaan käyttää yksityisten henkilöiden jokapäiväisen elämän helpottamiseen ja teollisuuden jatkokehitykseen automatisoimalla nykyään käsin tehtävät työt, kuten eri paikoissa olevien määreiden dokumentointi sensoreiden avulla sekä analysointi ja enemmän tai vähemmän kriittisten tilanteiden ilmoitus erilaisten pilvipalveluiden avulla.

Esineiden internetiä on käytetty jo kymmeniä vuosia erilaisten laitteiden seurantaan ja ohjaamiseen, mutta termin "Internet of Things" keksi Kevin Ashton vuonna 1999. Hän mainitsee artikkelissaan, että "Lähes kaikki 50 petatavua dataa, jota internet sisältää, on ihmisten luomaa – kirjoittamalla, nauhoittamalla, kuvaamalla tai lukemalla viivakoodeja. Ongelmaksi muodostuvat ihmisten rajoitteet ajan, huomiointikyvyn ja tarkkuuden suh-

teen, mikä tarkoittaa, että ihmiset eivät ole hyviä tallentamaan dataa oikeasta maailmasta.” IoT perustuukin siihen, että koneet tulee opettaa keräämään tietoa oikeasta maailmasta ja jalostamaan tätä tietoa siten, että ihmisten keskittyminen ja osaaminen saadaan ohjattua tärkeämpiin tehtäviin. [2.]

Eric Brown mainitsee artikkelissaan, että IoT:n ymmärtämisessä haaste ei ole ainoastaan jatkuvasti kehittyvä teknologia, vaan myös alkuperäisestä M2M-teknologiasta jatkuvasti laajeneva käsite. Nykyään IoT voi tarkoittaa laajaa kirjoa erilaisia toteutuksia sulautetusta tietotekniikasta robotiikkaan tai muodista monimutkaisiin sensorijärjestelmiin, jotka kaikki perustuvat kuitenkin internetin kautta tapahtuvaan laitteiden väliseen kommunikaatioon. [3.]

M2M (Machine-to-Machine) eli laitteiden välinen kommunikaatio on keskeisessä osassa esineiden internet -toteutuksia. M2M tarkoittaa tapaa, jolla erilaiset laitteet keskustelevat keskenään erilaisia yhteystapoja, kuten Wi-Fi-, RFID- tai Bluetooth-yhteyttä käyttäen, ja tekevät näiden viestien mukaan eri toimenpiteitä. Näistä toimenpiteistä voi kertyä laajojakin viestiketjuja ja suoritettavia toimintoja ilman, että käyttäjän tarvitsee antaa käskyjä. [4.]

Esimerkiksi: Sensori X kerää dataa ja lähettää sen yhdyskäytävään käyttäen Bluetooth-yhteyttä. Saatuaan datan yhdyskäytävä muuntaa sen automaattisesti analysointialustan tunnistamaan muotoon ja lähettää jalostetun datan analysointialustalle käyttäen 3G-mobiiliverkkoa. Saadessaan datan analysointialusta varastoi ja suorittaa dataan liittyvät analyysit uudestaan käyttäen uutta ja vanhaa dataa, minkä jälkeen se sijoittaa sen paikkaan, josta loppukäyttäjä näkee sekä juuri kerätyn datan että suoritettua analyysin. Yhteydet sensorin, yhdyskäytävän ja analyysipalvelimen välillä ovat M2M-kommunikaatiota.

M2M ei ole kuitenkaan ainoa yhteystapa, jota esineiden internet hyödyntää. Yhtä suuremmissa ellei suuremmissakin osassa ovat M2P-yhteydet (Machine-to-People), jotka tarkoittavat tapaa, jolla koneet kommunikoivat käyttäjien kanssa. M2P-toteutuksia ovat esimerkiksi erilaiset kojelaudat, jotka kertovat käyttäjille kaikki kerätystä datasta saadut tiedot valmiiksi analysoituna ja sellaisessa muodossa, josta on helppo päättää jatkotoimenpiteet, joihin tarvitaan ihmisten ammattitaitoa. Kolmantena yhteystyyppinä on P2P-kommunikaatio (People-to-People) eli ihmisten välinen kommunikaatio. P2P-toteutuksia ovat

esimerkiksi ohjelmistot, jotka mahdollistavat viestien nopean välittämisen osapuolelta toiselle, kuten sähköposti tai erilaiset keskusteluohjelmat. [5.]

IoT-loppukäyttäjäsovelluksien tarkoituksena on esittää laitteiden toiminnot ihmisen ymmärtämässä muodossa, olivat toiminnot sitten automatisoitua tiedon keräämistä ja analysointia tai laitteistojen etäohjaamista sovelluksen välityksellä.

Nykyään IoT on keskeinen osa tehokasta työympäristöä, sillä se vähentää manuaalista työtaakkaa ja mahdollistaa työntekijöiden keskittymisen kerätyn ja analysoidun datan analysointiin ja jatkotoimenpiteisiin. Tämä nopeuttaa jokapäiväistä työntekoa ja mahdollistaa nopeamman päätöksenteon järjestelmien kehittämiseen ja korjaamiseen liittyvissä asioissa.

Pilvipalvelut

Pilvipalvelu tai ”Cloud” on älykkyyttä sisältävä automatisoitu palvelin tai useampia palvelimia, jotka on yhdistetty yhdeksi kokonaisuudeksi. Näillä älykkäillä palvelimilla voidaan lähettää ja vastaanottaa dataa tehokkaasti ja jatkuvasti. IoT ja pilvipalvelut sopivat erityisen hyvin yhteen. Kun pilvessä toimiva analysointialusta saa sensoreilta tietoa, voidaan käyttäjälle lähettää saman tien viesti tällä hetkellä tapahtuvista kriittisistä muutoksista sensoroiduilla alueilla, esimerkiksi tulipalon tai kaasuvuodon sattua tai yksinkertaisimmillaan kokoushuoneen lämpötilan, kosteuden ja hiilidioksidipitoisuuden noustessa liian korkealle.

Pilvipalvelut toimivat pääosin apuvälineinä, jotka nopeuttavat ja helpottavat jokapäiväisiä rutiineja, liittyivät ne työntekoon tai vapaa-ajan toimintaan. Nykyään pilvipalvelut ovat yleistyneet kuluttajien keskuudessa. Pilviteknologiaa käyttävät ohjelmat, kuten Spotify, Dropbox ja Discord, ovat osana monen jokapäiväistä elämää. Ne ovat pääosin kuluttajille suunnattuja palveluita, mutta myös yrityksille markkinoituja pilvipalveluita käytetään jatkuvasti. Esimerkkeinä näistä ovat esimerkiksi Office 365, Azure ja Salesforce.

3 Yrityksen ja asiakkaiden odotukset ja tarpeet

Yleisesti yrityksen tavoite on tuottaa taloudellista hyötyä sekä hyödyllisiä palveluja asiakkailleen. TeliaSoneran tavoitteena on laajentaa markkinoitaan IoT:n puolelle, koska

sillä on resursseja ja halua laajentaa liiketoimintaansa. IoT tarjoaa monia mahdollisuuksia kehittää kartoittamattomia ratkaisuja olemassa oleviin ongelmiin.

Operaattoripalveluntarjoajan asiakkaiden tarpeet vaihtelevat, mutta esineiden internet on uusi palvelumuoto jopa palveluntarjoajille. Tämän takia asiakkaiden tarpeita on vaikea tietää tai arvata, joten päätin pienen asiakaskyselyn olevan paikallaan saadakseni kartoitettua tämän päivän yritysasiakkaan esineiden internet -tietämystä ja -tarpeita.

3.1 Teleoperaattorit ja IoT

Yhteysasiat ovat hyvin keskeisessä osassa kaikkia IoT-toteutuksia, joten teleoperaattoreiden halu ottaa aktiivisesti osaa IoT-palveluiden toteuttamiseen ei kuulosta mitenkään oudolta. TeliaSonera haluaa tarjota täyttä IoT-pakettia, johon kuuluvat yhteyksien lisäksi laitteet, palvelimet ja ohjelmistot. Haastattelin TeliaSoneran kehityspäällikköä ja kysyin, mikä on TeliaSoneran tavoite IoT-tuotekehitykseen. IoT-toteutusten keräämä data voi tulevaisuudessa kiinnostaa myös muita yrityksiä.

IoT on jatkuvasti kasvava markkina, jonka arvo Pohjoismaissa vuonna 2015 oli, TeliaSoneran IoT-raportin mukaan, noin 5 miljardia euroa. TeliaSonera ennustaa Pohjoismaiden IoT-markkinoiden kasvavan 17 % joka vuosi, ja ennustettu arvo vuonna 2020 onkin noin 12 miljardia euroa. [6.]

IoT:ssä liikkuva taloudellinen hyöty voidaan jakaa useaan eri ”vertikaaliin” eli markkinasegmenttiin. Näitä markkinasegmenttejä ovat kotiautomaatio, energia, jälleenmyynti, terveys, talous, tuotanto, autoteollisuus, kaupungit ja koulutus. TeliaSonera pyrkii vaikuttamaan tulevaisuudessa kaikkiin seitsemään vertikaaliin. TeliaSoneralla on kymmeniä vuosia kehityksessä ollut verkkoinfrastrukturi, joka tukee kasvavaa mobiilidataliikenteen tarvetta, jonka IoT tuo tullessaan. Jokainen näistä seitsemästä markkinasegmentistä voidaan jakaa arvoketjuihin. [7.]

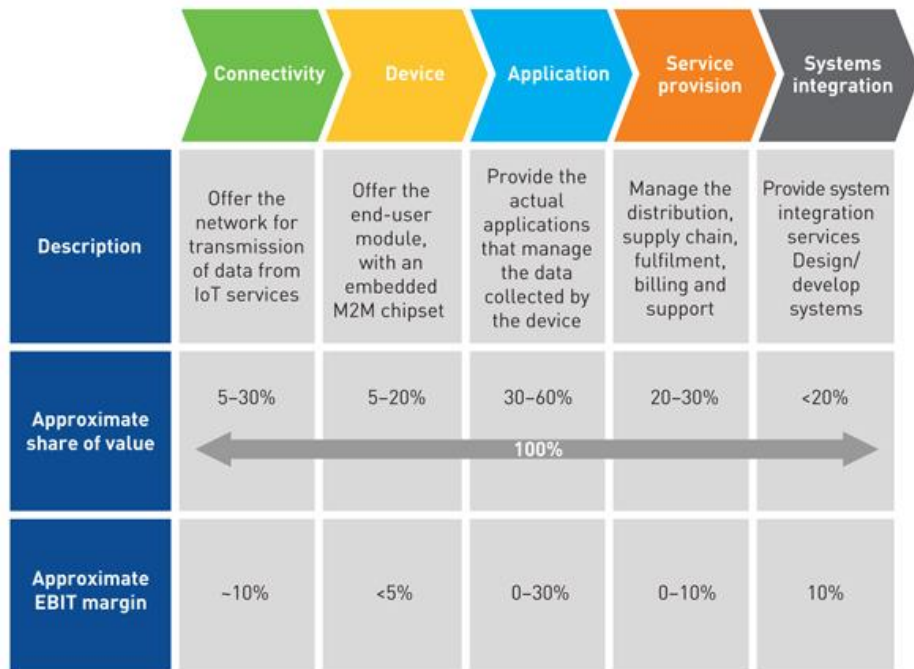
Arvoketjussa (value chain) teleoperaattorit pääsevät hyödyntämään osaamistaan monella osa-alueella; IoT:n vaatimat yhteydet saadaan helposti luotua olemassa oleviin verkkoihin ja yhteistyökumppanien avulla saadaan markkinakattavuutta jokaiseen osa-alueeseen jonkin verran. Kun teleoperaattori on se yritys, joka luo kokonaisuuden usean

yrittäjien tuotteista, lopputuloksena on tuottava palvelu, joka hyödyttää myös yhteistyökumppaneita.

Arvoketjun osa-alueet [kuva 1] voisi yksinkertaistaa seuraavasti:

- Yhteydet (Connectivity): Olemassa olevia verkkoja voidaan käyttää omasta takaa omilla liittymillä, jolloin uusia liittymiä myydään jokaiseen IoT-palveluun lisää.
- Laitteet (Devices): Yhteistyökumppaneilta tai suoraan ostettuna saadaan sensoreita, tukiasemia, palvelimia ja muita toteutuksen vaatimia laitteita. Jälleenmyyjä tai yhteistyökumppani saa joko osan tuloista tai myyntitulot laitteista.
- Ohjelmisto (Application): Palvelu toimii ohjelmiston varassa. TeliaSoneran tilanteessa tämä ohjelmisto on Cumulocity. Ohjelmistokehittäjät saavat myyntituloja tai osan tuotosta.
- Palvelun tarjonta (Service provision): Teleoperaattorilla on todennäköisesti olemassa jakeluun, laskutukseen ja tukeen liittyviä palveluita, joten TeliaSonera pystyy hyödyntämään olemassa olevia voimavaroja tämän osa-alueen toteuttamiseen.
- Järjestelmien integraatio (Systems integration): Teleoperaattorin työnä on saada kaikki tämä toimimaan yhdessä. Integraatio on siis teleoperaattorin vastuulla.

Jokainen arvoketjun osa vastaa tiettyä arvoa lopullisen tuotteen tuotoista. Tämä tarkoittaa, että jos yksi yritys vastaa useasta osa-alueesta, myös toiminnasta saatu taloudellinen hyöty kasvaa sen myötä. [8.]



Kuva 1. Arvoketjun osa-alueet ja niiden vastaavat arvot kokonaisuudesta [8].

3.2 Asiakkaiden tarpeet

Kun puhutaan IoT-palvelusta, potentiaalisia asiakkaita ovat ne yritykset, joilla on tarve ja halu automatisoituihin seurantajärjestelmiin, mutta joilla ei ole tarvittua tietotaitoa vastaavien järjestelmien rakentamiseen ja kehittämiseen. TeliaSoneran IoT-palvelun kohderyhmänä ovat juuri nämä asiakkaat. Asiakkaiden tarkempia tarpeita on vaikea arvata, joten tavoitteeni on selvittää tuotteen potentiaalisilta IoT-kohderyhmään kuuluvilta yrityksiltä niiden IoT-tarpeista. Päätin lähettää kymmenelle potentiaaliselle asiakkaalle kyselyn yrityksen IoT:n nykytilanteesta ja tulevaisuudesta. Kerron kyselyn tuloksista tarkemmin luvussa 6.

Käytännön esimerkkinä IoT:n mahdollisuuksista jo nykyaikana toimii Fira Palveluiden onnistuneesti toteuttama projekti, joka kulkee nimellä ”Kahden viikon putkiremontti”. Projekti toteutettiin Helsingin Roihuvuoressa aikavälillä 7.11. – 21.11.2016, ja se pysyi onnistuneesti aikataulussa. Fira Palveluiden toimitusjohtaja Sami Kokkosen mukaan putkiremonteissa saneerattavat kylpyhuoneet ovat yleensä 80 prosenttia remontin ajasta tyhjillään, ja pelkästään tätä hukka-aikaa hyödyntämällä yleensä kolmen kuukauden mittaiset putkiremontit saadaan lyhennettyä 6–8 viikkoon ja tietyissä tapauksissa jopa kahteen

viikkoon. Huolto- ja saneerausliikkeet ovatkin sopivia käyttäjiä tämänhetkisille IoT-toteutuksille. Valitsin ”kahden viikon putkiremontin” esimerkiksi, koska se on tuore voimannäyte IoT:n tehokkuudesta nykyaikaisia laitteita ja toimintatapoja käyttäen. [9.]

3.3 TeliaSoneran IoT-tarjonta

TeliaSonera tarjoaa jo nyt erilaisia IoT-tuotteita ja palveluita. Vaikka tarjonta rajoittuu vain yhteen kuluttaja- ja yritystuotteeseen, TeliaSoneran tarkoituksena on laajentaa tarjontaansa lähitulevaisuudessa. Kirjoitushetkellä aktiivisina kehityskohteina ovat Sonera Matkalainen ja Sonera IoT Starter Kit.

Sonera Matkalainen oli TeliaSoneran ensimmäinen IoT-palvelu. Se tarjosi kuluttajille ajoneuvoon asennettavan laitteen ja mobiilisovelluksen, jotka oli suunniteltu auttamaan autoilijoita omalla autolla toteutettavien matkojen helpottamiseksi. Päätelalaite lähetti Matkalaisen palvelimelle tiedot ajoneuvon sijainnista, vauhdista ja kiihtyvyyksistä. Näitä tietoja käyttämällä palvelu lähetti autoilijalle tietoja vastaan tulevista hidasteista ja esteistä, esimerkiksi onnettomuuksista, jotta niihin voi ennakkoon varautua valitsemalla eri matkareittejä. Lisäksi palvelu keräsi tietoja autoilijan ajotavasta ja pyrki opettamaan taloudellisempaa ajotapaa. Matkalaisen palvelukuvauksessa ilmoitetaan palvelun olleen pilotointivaiheessa vuoden 2015 loppuun asti. [10.]

Matkalaisen keräämä data voi kiinnostaa myös muita yrityksiä, kuten vakuutusyhtiöitä, huoltoyhtiöitä ja TraFia. Vakuutusyhtiöt voivat käyttää yksilöiltä kerättyä dataa autovakuutusten valvontaan ja esimerkiksi tarjota edullisempia vakuutuksia niille, jotka hyväksyvät ajotavasta kerätyn tiedon jakamisen vakuutusyhtiöille. Huoltoyhtiöt voivat hakea tarvittaessa auton sijainnin hinausautoa varten, ja TraFi voisi ennakoida autojen katsastus- ja huoltotarvetta hakemalla palvelimelta autojen lähettämiä matka- ja vikatietoja. Lisäksi tietojen hakemiseen luotu rajallisesti avoin API (application programming interface eli ohjelmointirajapinta) tuottaisi TeliaSoneran ulkopuolisille ohjelmistokehittäjille rajoittamasti mahdollisuuksia luoda tiedon pohjalle yleishyödyllisiä ohjelmistoja.

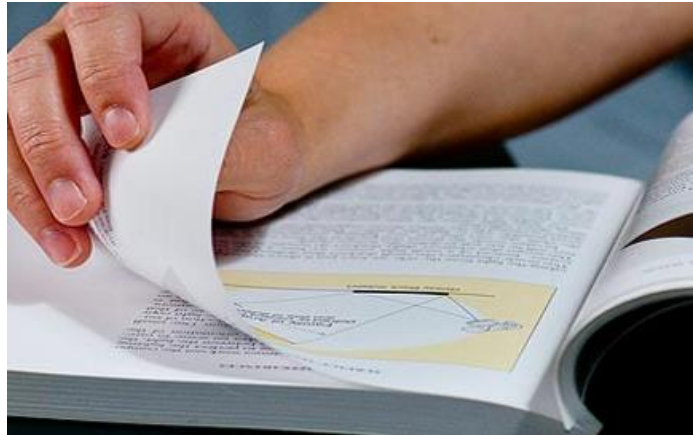
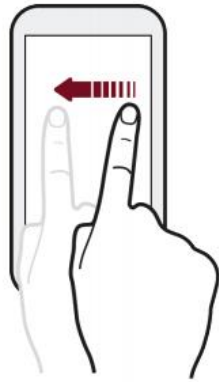
Sonera IoT Starter Kit on Soneran uusi IoT-valmispaketti, jonka saa pienellä työllä käyttööseen. Palvelun tarkoituksena on mahdollistaa IoT:n nopea ja helppo ensikäyttöönnotto ja mahdollistaa yrityksille helppo tapa kokeilla IoT:n käyttöä pienemmässä mittakaavassa.

ohjelmaa. Koska käyttöliittymä on loppukäyttäjän ikkuna parempaan tietokoneen käyttöön, tulee käyttöliittymän kehitykseen panostaa toteutuksen kehitysvaiheessa, sillä huono käyttöliittymä pienentää nopeasti potentiaalista käyttäjäkuntaa ja nykyiset ohjelman käyttäjät siirtyvät nopeasti kilpailijan ohjelmiston puoleen, jos siinä on parempi käyttöliittymä.

Hyvä käyttöliittymä on selkeä, helppokäyttöinen ja ennalta-arvattava. Tämä tarkoittaa ohjelmiston suunnittelemista käyttämällä muiden keksimiä ja standardisoimia sanoja, kuvakkeita ja liikesarjoja. Esimerkiksi jos käyttöliittymän käyttäjä ei tiedä, mistä hän voi löytää ohjelmiston asetukset, hän etsii joko sanaa "Asetukset" tai hammasratasta esittävää kuvaketta. Toisena esimerkkinä toimii sivun, kuvan tai välilehden vaihto, jonka voi toteuttaa monella eri tavalla. Elävästä elämästä tai muista ohjelmistoista tutut muodot, liikkeet ja termit helpottavat käyttöliittymän oppimista, kuten myös ohjelmiston helppokäyttöisyys ja yksinkertaistetut toiminnot. Mitä vähemmän käyttäjän pitää miettiä seuraavaa toimintoa, sen parempi.

Tietokoneella kaikista intuitiivisin tapa liikkua seuraavaan kuvaan tai seuraavalle sivulle on painaa nuolta oikealle (tai joissain kulttuureissa vasemmalle). Nykyajan kosketusnäyttöisillä mobiililaitteilla saman asian hoitaa pyyhkäisy vasemmalle eli "swipe"-liike. Pyyhkäisy on todettu erittäin luontevaksi liikkeeksi käytettäessä kosketusnäyttöä, ja nykyään mobiililaitteille suunnitellut käyttöjärjestelmät ja ohjelmat, kuten iOS, Android, Imgur ja useat pelit, käyttävät pyyhkäisyliikettä keskeisessä osassa käyttökokemusta. Verrattuna tavalliseen painallukseen tai "näpäytykseen" pyyhkäisy on tietoteknisten laitteiden ulkopuolella enemmän käytetty ja täten intuitiivisempi tapa navigoida sivuja tekstiä. Hyvänä esimerkkinä on kirjan sivujen kääntäminen, joka ei tapahdu osoittamalla sivun reunaa, vaan pyyhkäisemällä edellinen sivu pois edestä. [13.] [Kuva 3.]

Nykyään sovelluksia luodaan mitä erikoisimmille alustoille. Mobiililaitteita on monen eri kokoisia ja tehoisia, kuten puhelimia ja tabletteja. Verkkosovelluksissa pitää ottaa huomioon myös sovelluksen selkeys ja käytettävyys sekä isolla että pienellä näytöllä. Sovellusta kehitettäessä on otettava huomioon käyttöalustojen erilaiset näytöt. Erikoiset näytöt tuovat erilaisia rajoituksia elementtien koon ja järjestelyn suhteen. Myös kosketusnäyttötuki pitää ottaa huomioon. Onko sovelluksessa jotain ominaisuuksia, joissa voi hyödyntää kosketusnäyttöjen erikoisominaisuuksia? Minkä kokoiset painikkeet sovellukseen tulee sovittaa?



Kuva 3. Pyyhkäisyliike [11; 12].

Työpöydällä käytettävät laitteet, kuten kannettavat-tietokoneet ja pöytätietokoneet, ovat keskenään hyvin erilaisia käyttöjärjestelmän, oheislaitteiden ja laitteen sisällä olevien komponenttien osalta. Käytettävyyden kannalta sovelluksen käytön sulavuus on keskeinen kehittämisen kohde. Jos toiminnon ja nappulan painamisen välillä on pitkä viive, käyttäjä turhautuu. Jos sovellus toimii hyvin sovelluksen kehittäjän tehokkaalla tietokoneella, pitää kehittäjien tarkistaa myös hitaammilla laitteilla toiminnan samanlaisuus.

Käyttäjakeskeinen suunnittelu

Usein kun ohjelmistokehittäjä luo käyttöliittymää kehitystyön aikana, tulee käyttöliittymästä sellainen, että sen luoja pystyy tekemään ohjelmistolla mitä tahansa ja vähän päälle. Ongelmaksi tulee se, että tällainen, ”insinöörimäinen” käyttöliittymä ei ole kovin käytännöllinen loppukäyttäjälle. Ylimääräiset turvallisuuskysymykset, turhat valikot ja epäselkeät toimintojen selitteet ovat arkipäivää ohjelmistokehittäjille, mutta valmiissa tuotteessa niitä ei tule olla. Käyttöliittymän suunnittelussa tuleekin miettiä, mitkä toiminnot ja tiedot ovat keskeisiä, mitkä turhia ja mitkä tarpeellisia muttei jokapäiväisessä käytössä.

Suvi Melakoski mainitsee blogi-kirjoituksessaan, että ”Hyvän suunnittelun periaate on se, että käyttäjällä tulisi olla näkyvissä kaikki se informaatio mitä hän tarvitsee – ja mieluiten ei mitään siinä tilanteessa turhaa ja ylimääräistä”. Hän mainitsee myös, että harvoin käytettyjen ohjelmistojen ja helppokäyttöisyyden kehittämisestä voi myös olla hait-

taa, kun verrataan toimenpiteiden tekemisessä säästettyä aikaa toimintojen kehittämiseen kuluneeseen aikaan. Jos toimintoja käytetään usein ja niiden käyttäminen säästää edes vähän aikaa, saadaan vuositasolla säästettyä huomattavasti miestyötunteja asiantuntijuutta vaativiin työtehtäviin. [14.]

5 Cumulocity, IoT-teknologiat ja -laitteet

Markkinoilla on jo useita valmiita ratkaisuja IoT-toteutusten luomiseksi, kuten teollisuuskäyttöön mainostettu Thingworks, tietotekniikkajätti IBM:n kehittämä Bluemix, pilvipalvelimia hyväksikäyttäviin verkkosovelluksiin keskittyvä Microsoft Azure, avoimen lähdekoodin Google Web Services tai suomalainen vuonna 1999 perustettu Wapice. Tässä työssä hyödynnän kuitenkin yksinkertaista, mutta tehokasta järjestelmää nimeltä Cumulocity, jonka on luonut saksalainen yritys nimeltä Cumulocity GmbH.

Cumulocity on automatisoitu ja muokattavissa oleva IoT-tiedon analysointipalvelu. Sen verkkopalvelussa käyttäjät voivat rakentaa itselleen sopivan käyttöliittymän IoT-datan lukemiseen, visualisointiin ja analysointiin. Näiden lisäksi verkkopalvelussa voi luoda datalle erilaisia hälytysrajoja, joihin Cumulocityn voi ohjelmoida helposti reagoimaan eri tavoilla: esimerkiksi jos lämpötila nousee yli 30 lämpötilayksikön, se lähettää teksti- tai sähköpostiviestin käyttäjälle. Cumulocity tarjoaa valmiiksi rakennetun verkkopalvelunsa lisäksi asiakkaille Cumulocityn ohjelmistorajapinnan, jonka avulla ohjelmistokehittäjät voivat rakentaa oman sovelluksensa IoT-datan analysointiin.

Cumulocity on niin sanottu ”pilvipalvelu”. Se tarjoaa laitteistoverkolle palvelinrakenteen, jonka kanssa kaikki laitteet keskustelevat omalla tavallaan. Palvelu toimii omalla palvelimellaan, johon halutut sensorit yhdistetään käyttämällä yhdyskäytävinä toimivia laitteita. Tämä palvelin hoitaa kaiken laskennan ja isännöi loppukäyttäjän käyttämää verkkosovellusta. [Kuva 4.]



Kuva 4. Cumulocityn verkkotopologia [15].

Sensorit on yhdistetty reitittimeen, yleiseltä nimeltään "Gateway" eli yhdyskäytävä, joka käsittelee raakadatan siten, että Cumulocity ymmärtää sen sisällön ja tietää, mitä datalle pitää tehdä. Sensorit keräävät dataa ja lähettävät sen yhdyskäytävälle edelleenlähetystä varten. Tämän jälkeen data lähetetään Cumulocityn palvelimelle, joka tallentaa datan ja antaa sille lisäparametreja sen mukaan, mistä se on lähetetty. IoT-termin tämä keskustelu olisi M2M, Machine-To Machine.

Tämän jälkeen verkkopalvelu voi pyytää tallennettua ja analysoitua dataa reaaliajassa Cumulocityn palvelimelta. Käyttäjät saavat omille laitteilleen helposti ja nopeasti tietoa sensoroitujen alueiden kriittisistä tilanteista. Kerron Cumulocityn toiminnasta tarkemmin luvussa 7.

CEL – Cumulocity Event Language

Hälytyksien luontiin ja hallintaan Cumulocity käyttää Cumulocity Event Languagea, joka näyttää hyvin paljon SQL:ltä (Structured Query Language). Cumulocity Event Language tai lyhyesti CEL pohjautuu yrityksen nimeltä EsperTech omaan tapahtumapohjaiseen teknologiaan nimeltä Complex Event Processing, lyhyesti CEP.

CEP:a käytetään tapahtumakuvioiden (pattern) tunnistamiseen, joka perustuu tapahtumien väliseen suhteeseen. Yksinkertainen sääntö voisi tunnistaa tilanteita, joissa jotain tapahtuu ennen tiettyä tapahtumaa tai jotain tapahtuu toisen tapahtuman jälkeen, mutta kuitenkin 30 sekunnin sisällä. [16.]

verkkosovelluskin käyttää. Tämän takia Cumulocity on monikäyttöinen alustana, muttei monimutkainen käyttäjille.

AngularJS

Cumulocity tarjoaa kehittäjille oivat työkalut uusien IoT-toteutusten toiminnalliseen ja graafiseen luomiseen käyttämällä AngularJS-sovelluskehystä. AngularJS tai lyhyesti Angular on sovelluskehys (framework) dynaamisille verkko-ohjelmille. Se mahdollistaa HTML:n (Hypertext Markup Language) käyttämisen pohjakielenä ja laajentaa HTML:n syntaksia selkeämmäksi. Siinä missä HTML on mainio staattisten verkkosivujen luontiin, kuten Wikipedia tai erilaiset uutissivustot, Angular mahdollistaa dynaamisten sivustojen ja selaimessa toimivien ohjelmien luonnin kuitenkin mahdollistaen HTML:n käytön ohjelmointikielenä, mikä madaltaa näin sovelluskehittäjien oppimiskynnystä. Angular käyttää monia koodikirjastoja, jotka ovat jo laajassa käytössä, kuten jQueryä. [20.]

Angularin pystyy ottamaan käyttöön omassa projektissaan hyvin yksinkertaisesti. Kutsuamalla `<script>`-komennolla Angularia sen voi ottaa käyttöön suoraan omassa HTML-tiedostossa. Tämän jälkeen käyttäjä voi myös kirjoittaa omia käyttäytymissäntöjä JavaScriptillä tai kutsua Angularin laajennuksia, kuten `angular-resource.min.js` tai `angular-route.min.js`. [Koodinäyte 1.]

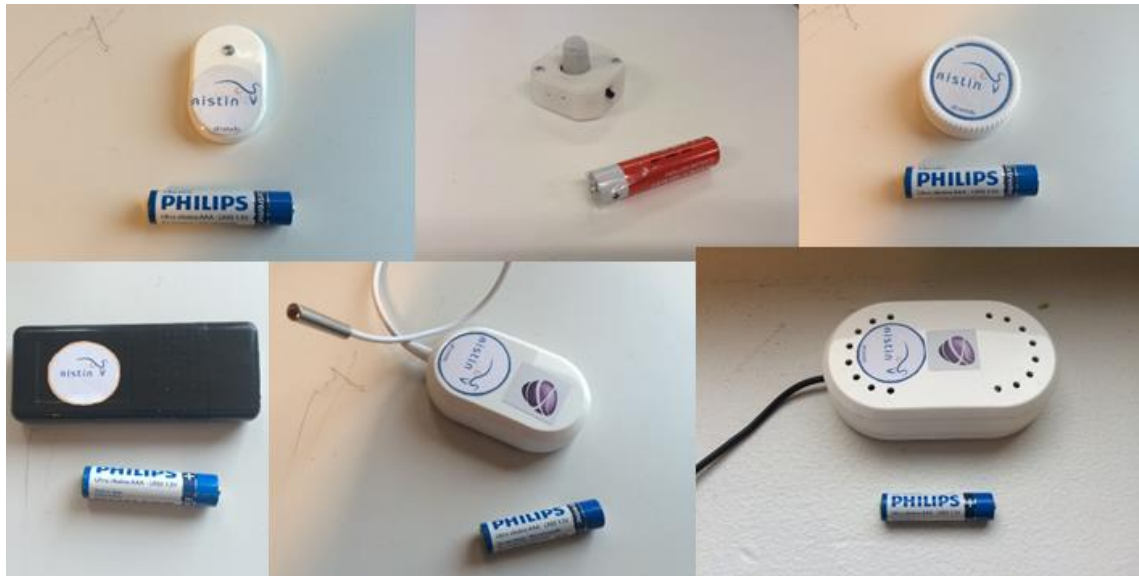
```
<!doctype html>
<html ng-app>
  <head>
    <script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/angularjs/1.5.8/angular.min.js"></script>
  </head>
  <body>
    <div>
      <label>Name:</label>
      <input type="text" ng-model="yourName" placeholder="Enter a name here">
      <hr>
      <h1>Hello {{yourName}}!</h1>
    </div>
  </body>
</html>
```

Koodinäyte 1. AngularJS:n käyttöesimerkki [20].

AngularJS tuo Cumulocityn jatkokehittämiseen yksinkertaisen ja tehokkaan tavan luoda uusia innovatiivisia tapoja esittää sensoreista saatavaa tietoa.

iProtoxi-laitteet

Sonera käyttää prototyypeissään iProtoxin sensorisalkkua, jossa tulee mukana sekä erilaisia sensoreita että Raspberry Pi -pienoistietokone, jonka avulla sensorit saadaan yhdistettyä Cumulocityyn tai mihin tahansa IoT-alustaan helposti. Salkussa tulee mukana valikoima erilaisia sensoreita [kuva 6], joilla saa helposti luotua yksinkertaisen IoT-toteutuksen omiin käyttötarpeisiin sopivaksi.



Kuva 6. Sensorisalkun sensoreita.

Kuva 6 sisältää seuraavat sensorit vasemmalta oikealle, ylhäältä alas:

- Aistin Wite-T -liikesensori (sisältää myös ilmanlämpö- ja -kosteus-sensorit)
- PIR Bluetooth LE -infrapunaliiiketunnistin
- Aistin 868 -barometri (ilmanpaine, sisältää myös ilmanlämpö- ja -kosteus-sensorit)
- Aistin Blue -langaton sensori (sisältää sensorit ilman lämpötilalle, kosteudelle ja paineelle ja lisäksi kiihtyvyyssanturin ja gyroskoopin)
- Aistin Wite-E (sisältää ilmanlämpö- ja -kosteussensoreiden lisäksi ulkoisen lämpösensorin)
- Aistin Wite-C -hiilidioksidipitoisuussensori (sisältää ilmanlämpö- ja -kosteussensorit).

Edellä mainittujen laitteiden lisäksi salkussa on Raspberry Pi -pienoistietokone, johon on asennettu valmiiksi Cumulocityyn yhdistämiseen tarvittavat ohjelmistot, USB-porttiin liitettävä 4G-modeemi ja Soneran SIM-kortti.

6 Asiakashaastattelut

Jotta voidaan tehdä asiakaslähtöinen ohjelmisto, tulee kehittäjien tietää asiakkaiden tarpeet. Päätin tehdä insinööriyön osana sähköpostikyselyn, jossa kysyn TeliaSoneran asiakkaiden IoT:n nykytilanteesta ja tulevaisuudesta [liite 1].

6.1 Haastattelun suunniteltu rakenne

Alustavasti haastattelut suunniteltiin seuraavasti: Lähetetään valituille potentiaalisille asiakkaille sähköpostina lyhyt haastattelu, jonka lopussa kysytään asiakkaan yhteystietoja ja lupaa ottaa yhteyttä tarvittaessa tarkentavien vastausten toivossa. Kun tarpeeksi vastauksia on saatu, valitaan vastausten joukosta parhaat ehdokkaat tarkentavia kysymyksiä varten. Otetaan näihin asiakkaisiin yhteyttä ja pyydetään lisätietoja asiakkaan IoT-tarpeista. Kehitystyön jälkeen otetaan vielä kerran asiakkaaseen yhteyttä ja esitellään heidän tarpeensa huomioon ottaen luotu prototyyppi.

Lähetin kymmenelle yritykselle liitteenä 1 esitetyn sähköpostikyselyn. Petyin hieman, kun sain pitkän odotuksen jälkeen vain neljä vastausta, joista kaksi vastausta antoi haluamaani IoT-sovelluksiin kohdennettua tietoa yritysten tämänhetkisestä tilanteesta. Keskityn analyysissäni näihin kahteen vastaukseen [liitteet 2 ja 3].

6.2 Talokeskus Oy:n vastaukset

Talokeskus Oy kehittää Tampuuri-nimistä kiinteistöalan monitoimiohjelmistoa, josta on hyötyä kaikille kiinteistöalalla toimiville yrityksille. Talokeskuksen edustajan mukaan ”Tuotamme korjaus- ja uudisrakentamisen suunnittelupalvelut, kiinteistönpidon asiantuntijapalvelut, energianhallinnan palvelut sekä Tampuuri-ohjelmiston kaiken alustaksi”. [Liite 2, Sähköpostihaastattelu.]

Talokeskuksen haastattelun vastaukset herättivät kiinnostukseni Tampuuri-järjestelmään ja sen IoT-toteutuksiin, joten pyysin tapaamista Talokeskuksen edustajan kanssa.

Tampuuri hyödyntää IoT:ta esimerkiksi energianhallinnan työkalujen kautta, mutta Talokeskus ei suoranaisesti sensoroi kiinteistöjä Tampuuria varten. Haastattelussa mainittiin, että ”Kiinteistöistä kerätään mittareilta kulutustietoja, olosuhdetietoja, laitetietoja, asetusarvoja, käyttötietoa yms. Oikeastaan kaikkea mitä kiinteistöön energia- ja olosuhdehallintaan liittyy. Tieto tallennetaan Tampuuri-kiinteistöjärjestelmään.” [Liite 2.] Tämä vahvistaa aikaisemman päätelmäni. Tämä antaisi TeliaSoneralle mahdollisuuden yhteistyöhön Talokeskuksen kanssa, esimerkiksi tarjoamalla sensoreita ja integroimalla Tampuurin Cumulocityn kanssa niin, että sensoreiden data, Cumulocityn hälytystiedot ja analyysit saataisiin Tampuuriin näkyville. Sensoreiden yhdistämiseen tarvittaisiin liittymiä ja SIM-kortteja, ellei sensoroitavilla alueilla ole langatonta tai langallista verkkoa.

Vaikka Tampuuri siis toteuttaa IoT:n avulla joitakin toimintoja, olisi Talokeskuksella mielenkiintoa laajempaan IoT-integraatioon ja datan analysointiin. Talokeskuksen edustaja kirjoittaa tähän liittyen: ”IoT:n tuoma lisäarvo voisi löytyä esim. laskenta-analyseista, jotka ihmisen puolesta laskee ja arvioi dataa, jonka perusteella pitäisi tehdä eri toimenpiteitä tai pikemminkin ohjelmat kertoisivat, että mitä pitäisi tehdä, ettei ennakoitu tapahtuma tapahdu” [liite 2]. Cumulocityyn pystyy luomaan vastaavanlaisen tekoälyn, mutta tämänhetkisillä työkaluilla on mahdollista luoda vain hälytysjärjestelmä, joka jättää lopputyökalulle päätöksen siitä, miten hälytykseen tulee reagoida.

Koska haastattelun vastaukset olivat niin keskittyneitä Tampuuri-järjestelmään, minua kiinnosti, mikä ja millainen Tampuuri on, joten otin yhteyttä Talokeskukseen ja pyysin saada lisää tietoa.

Yksinkertaisimmillaan Tampuuri on tietokanta, joka sisältää noin 60 000 kiinteistön ja 900 000 huoneiston tiedot. Tampuuriin kirjautuu päivittäin noin 9 000 käyttäjää. Kiinteistöistä säilytetään perustiedot, kuten huoneistojen määrä, kiinteistön ja huoneistojen pinta-alat, asukkaiden tiedot ja erilaisia huoltotietoja, kuten menneet ja tulevat remontit. Näiden tietojen perusteella luodaan ilmoituksia asukkaille, huoltoyhtiölle ja kiinteistöjen omistajille. Tampuurin kiinteistöissä on tällä hetkellä 3,5 miljardin euron edestä korjaustarvetta.

Talokeskus ei sensoroi kiinteistöjä tällä hetkellä manuaalisesti, mutta talokeskus kehittää IoT-ratkaisuja Tampuuriin. Olemassa olevia IoT-toteutuksia on jo Tampuurissa, ja noin 4 000 kiinteistön tiedoista löytyy sähkön, veden ja lämmityksen kulutusarvot. Talokeskus seuraa jatkuvasti näitä arvoja ja järjestelmä lähettää raja-arvojen ylityksistä ilmoituksia työntekijöille, jotka päättävät sitten jatkotoimenpiteistä, kuten huoltoyhtiön kutsumisesta paikan päälle. Sähkö- ja lämpöarvot Tampuuri hakee vastaavilta palveluntarjoajilta, mutta veden kulutuksen seurantaan varten tarvittavat pulssimittarit asentaa palkattu yhteistyökumppani.

TeliaSoneralle Tampuuri tuntuisi olevan hyvä yhteistyökumppani, mutta Cumulocityn integroiminen Tampuuriin ja kiinteistöjen sensoroiminen vaatisi hyvin paljon henkilötyövoimaa, joten yhteistyön onnistumiseksi vaadittaisiin suunnittelua molemmilta osapuolilta.

6.3 TeliaSonera Finland Oyj:n vastaus

Vaikka TeliaSonera suunnittelee esineiden internet -tarjontaa yrityksille, se on yhä yritys ja siten yksi potentiaalinen asiakas omille palveluilleen. Mikä olisikaan parempi tapa kuin testata palvelua oman yrityksen sisällä.

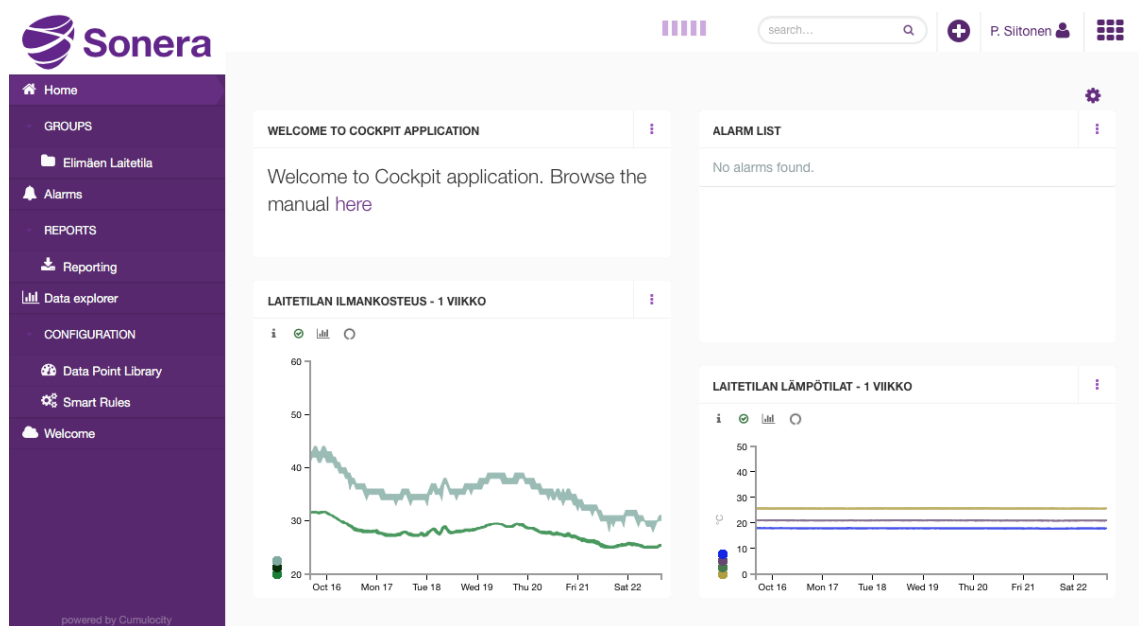
TeliaSoneran edustaja toteaa haastattelussa, että ”Se, mihin itse Sonera IoT:ta käyttää on minulle hieman epäselvää”. Oman kokemukseni mukaan TeliaSonera muiden haastattelimieni yritysten ohella on vasta siirtymässä esineiden internet -aikaan, ja erilaisia automatisoituja sovelluksia on hyvin vähän.

Erilaisia asiakasprototyyppejä TeliaSonera on luonut muun muassa lokakaivon vedenpinnan seurantaan ja maan kosteuden ja lämpötilan mittaamiseen. Nämä sovellukset on luotu käyttäen Cumulocity-pilvipalvelua, ja jotkin sovellukset ovat jo asiakkailta testikäytössä.

Haastattelun lopussa TeliaSoneran edustaja mainitsi TeliaSoneran laitteiden ja niiden sensoroinnin lauseessa ”Myös meidän pienet laitteillamme ovat sellaisia, että ne lämpiävät usein liikaa ja niiden lämpötilan vahtiminen puuttuu lähes kokonaan”. Päätin luoda näihin laitteisiin toteutuksen, joka kattaa laitteiden lämpötilan ja kosteuden mittaamisen, datan varastoinnin ja seurannan sekä älykkäät raja-arvohälytykset Cumulocityn verkkosovelluksessa. Tämä prototyyppi on yhä TeliaSoneran sisäisessä kehityksessä.

7 Asiakslähtöisen sovelluksen luonti Cumulocityllä

Cumulocity on kehitetty helppokäyttöiseksi ja muokattavaksi alustaksi IoT-toteutusten seurantaan ja analysointiin. Alustavan käyttöliittymän luonti on Cumulocityllä helppoa, mutta kehittyneempienkin sovellusten luominen on mahdollista. Tavoitteenani oli luoda Cumulocityllä yksinkertainen mutta tehokas käyttöliittymä, josta saa kaiken tarvittavan tiedon sensoroiduista alueista nopealla vilkaisulla [kuva 7]. Lisäksi asetin Cumulocityn lähettämään sähköposti- ja/tai tekstiviestin järjestelmän käyttäjälle, eli minulle, jos sensoreiden antamat arvot rikkovat asetetut kriittiset raja-arvot. Tätä varten minun täytyi luoda sensoroitu tila, jonka olosuhteita voin hallita.



Kuva 7. Cumulocitylla luotu käyttöliittymä.

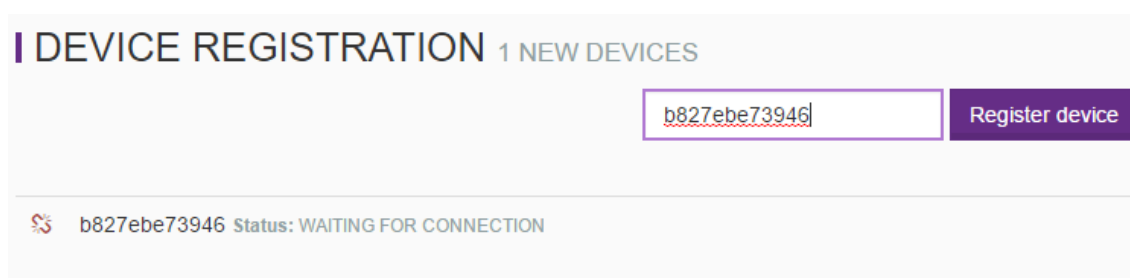
Tässä luvussa esitetyt tiedot on kerätty omaan asuntooni asetetuista sensoreista, jotka sain TeliaSoneralta IoT Starter-kit -tyyppisessä salkussa. Salkun sisältönä oli yhdyskäytäväksi muokattu Raspberry Pi, Aistin Wite T -liikesensori ja neljä Aistin Wite-T -sensoria ilman liikesensoria. Asetin sensorit eri huoneisiin ja keräsin noin kuukauden ajan dataa huoneistoni ilmanlämpö- ja -kosteusarvoista. Asetin tiedoille hälytysarvot ja loin hälytysäännöt, joiden avulla sain tiedon sekä sähköpostiini että tekstiviestin, kun hälytysarvot ylittyivät. Näille tiedoille loin Cumulocity-alustaan käyttöliittymän, joka mahdollisti tuoreiden arvojen nopean ja helpon seurannan, sekä tiedot tällä hetkellä aktiivisista hälytyksistä.

Ennen uusien sensoreiden asettamista asuntooni kävin TeliaSoneran laitetilassa asentamassa kolme sensoria, jotka mittasivat laitetilän lämpötilaa, ilmankosteutta ja ilmapainetta laitetilän korotetun lattian alta, päältä, ilmastointilaitteen ilmanottoaukon kohdalta ja ilmansyötön edestä. Loin tälle toteutukselle kojelaudan, josta näkee nopealla vilkaisulla lämpötilat ja kosteudet. Ongelmaksi tuli sensoreiden lyhyt kantomatka ja laitetilän lattian rakenne, sillä lattia oli noin 5 senttimetriä paksu ja siinä oli eristeenä teräslevy lattialaatan alapinnalla. Lisäksi paristojen kanssa tuli ongelmia ja datankeräyksessä oli usein katkoja. [Kuva 7.]

7.1 Uusien laitteiden lisäys

Koska Cumulocity on IoT-alusta, se ei toimi ilman yhdistettäviä IoT-laitteita. Järjestelmänvalvojille uusien yhdyskäytävien lisäys on tehty mahdollisimman yksinkertaiseksi, jotta järjestelmä saataisiin nopeasti käyttökuntoon ja analysoimaan dataa. Uuden yhdyskäytävän yhdistämiseen tarvitaan joko valmiiksi yhteensopiva laite tai itse luotu järjestelmä, joka käyttää Cumulocityn REST-rajapintaa. Kun uusi laite on käynnissä ja lähettää kyselyä asetettuun Cumulocity-palvelimeen, voidaan siirtyä Cumulocityn puolelle.

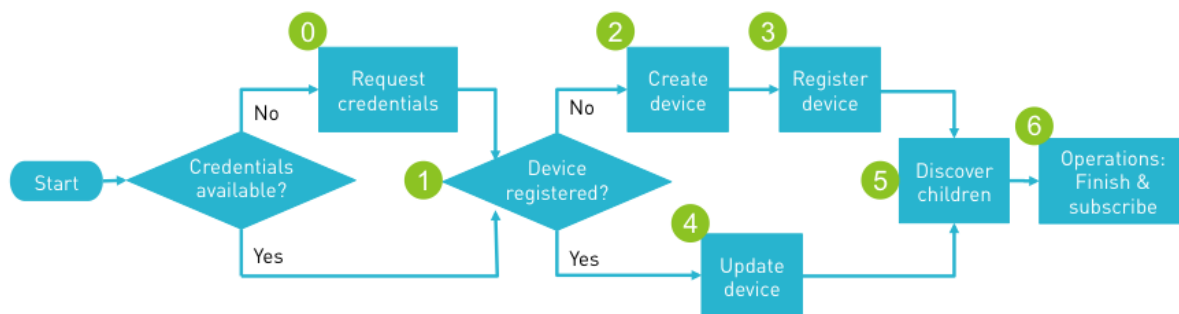
Lisäysprosessi aloitetaan rekisteröimällä Cumulocity-käyttöliittymässä laitteen MAC-osoite. Vaikka MAC-osoite on tavallisesti muodossa 23:45:67:89:ab:cd, syötetään Cumulocityyn tämä osoite ilman kaksoispisteitä. Uusi laite yrittää tämän aikana jatkuvasti keskustella Cumulocityn kanssa, ja järjestelmä vastaa laitteelle, jos tämän MAC-osoite täsmää syötettyyn osoitteeseen. [Kuva 8.]



Kuva 8. Laitteen rekisteröinti Cumulocityssä.

Tämän jälkeen järjestelmä tarkistaa, onko laitteella jo kirjautumistiedot järjestelmään. Jos tietoja ei ole, Cumulocity hakee laitteelta kirjautumistiedot ja luo sille käyttäjän järjestelmään. Jos laitetta ei ole rekisteröity jo valmiiksi, laitteen tiedot lisätään ja linkitetään

juuri tehtyyn käyttäjään. Muuten jo valmiiksi rekisteröity laite lisätään käyttäjän tietoihin. Näiden toimenpiteiden jälkeen Cumulocity kysyy laitteelta, mitä sensoreita tai lapsilaitteita sillä on, ja lisää ne tietokantaan. Lopuksi järjestelmä lähettää laitteen palvelimelle uudelleenkäynnistyskomennon "c8y_Restart", minkä jälkeen uuden laitteen lisäys on valmis. [Kuva 9.]



Kuva 9. Uuden laitteen lisäys [15].

7.2 Cumulocityn automatisoitu laitehallinta

Cumulocity kysyy jatkuvasti jokaiselta järjestelmään liitetystä laitteesta päivitystietoja. Tämä mahdollistaa lähes reaaliaikaisen seurannan ja hälytysten sekä laitteilla olevien toimintojen hyödyntämisen etänä.

Laitteiden hallintaan Cumulocity hyödyntää eräänlaista silmukkaa, jota käydään läpi jatkuvasti jokaiselle kytketylle laitteelle. Tässä silmukassa käydään läpi laitteelle suoritettavat operaatiot, laitteen tilan päivitys, laitteen keräämän datan lisäys Cumulocityn tietokantaan, tapahtumien lähetys sekä hälytysten seuranta, aktivointi ja toimenpiteet [kuva 10].



Kuva 10. Cumulocityn toimintasilmukka [14].

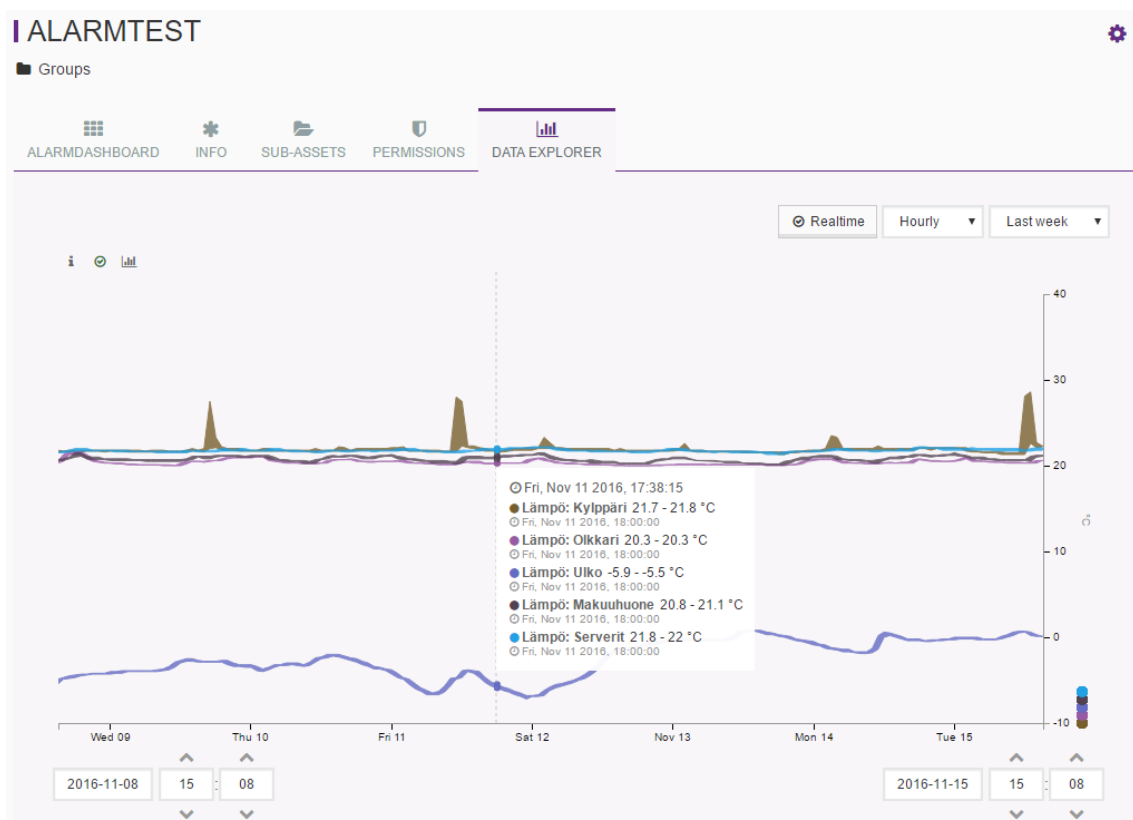
Kaikki kommunikaatio laitteen ja Cumulocityn välillä tapahtuu REST-pyynnöillä palvelimelta, joihin laite vastaa JSON-muodossa [koodinäyte 2].

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: application/vnd.com.nsn.cumulocity.deviceCredentials+json;ver=...
Content-Length: ...
{
  "id" : "0000000017b769d5",
  "self" : "<<URL of new request>>",
  "tenantId" : "test",
  "username" : "device_0000000017b769d5",
  "password" : "3rasfst4swfa"
}
```

Koodinäyte 2. Esimerkki laitteen vastauksesta Cumulocitylle [21].

7.3 Kerätyn datan seuranta

Cumulocity mahdollistaa yksinkertaisimmillaan sensoreista kerätyn datan manuaalisen seuraamisen verkkosivujen kautta. Data Explorer -näkyvässä käyttäjä voi lukea kerättyä dataa päivän suurimpien tai pienimpien arvojen muodossa. Cumulocity mahdollistaa myös näiden kahden arvon yhdistämisen, jolloin kaavio näyttää arvot yksittäisten arvojen sijaan arvoalueina [kuva 11].



Kuva 11. Kaavio, joka esittää kerättyjä lämpötilatietoja viidestä sensorista.

Kaavion esittämää dataa voi muokata samalta sivulta löytyvillä työkaluilla ja asetuksilla. Label-kenttä muuttaa arvon esitettävää nimeä. Unit-kentässä voi asettaa arvon yksikön tunnuksen. Min- ja Max-kentät määrittelevät kaaviossa näytettävien arvojen pienimmän ja suurimman arvon. Target value -kentässä määritettävää arvoa käytetään tällä hetkellä kevyeen laskentaan erilaisissa listoissa, mutta sen arvo ei vaikuta kuvan 11 kaavioon. Yellow range- ja Red range -kentillä määritellään hälytysarvot Minor- ja Critical-hälytyksille. Nämä hälytysarvot eivät vaikuta kuvan 11 kaavioon. Chart type -kenttä määrittelee, näytetäänkö kaaviossa valitun aikavälin pienin, suurin vai molemmat arvot ("Area"). Y axis -kenttä määrittelee, kummalla puolella kaaviota arvon skaala näytetään. [Kuva 12.]

Label	Unit	Min	Max	Target value	Yellow range	Red range	Chart type	Y axis
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpö: Kylppäri	°C	-10	40	21	14 18	0 13	Area	Right Aistin-Wite-H_AE7D (W) Humidity sensor > Temperature
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpö: Olkkari	°C	-10	40	21	14 18	0 13	Area	Right Aistin-Wite-T_3F66 (O) Temperature sensor > Temperature
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpö: Ulko	°C	-10	40	0	3 10	-5 2	Area	Right Aistin-Wite-H_A5F0 (P) Humidity sensor > Temperature
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpö: Makuuhuone	°C	-10	40	21	14 18	0 13	Area	Right Aistin-Wite-H_37FF (K) Humidity sensor > Temperature
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpö: Serverit	°C	-10	40	21	24 28	29 40	Area	Right Aistin-Wite-T_3F66 (O) Temperature sensor > Temperature
<input type="checkbox"/> Kylpyhuoneen kosteus	RM%						Area	
<input type="checkbox"/> Ulkokosteus	RM%						Area	
<input type="checkbox"/> Serverihuoneen kosteus	RM%						Area	
<input type="checkbox"/> Makkarin kosteus	RM%						Area	

Kuva 12. Datapisteiden muokkaus Cumulocityssa.

7.4 Hälytysten luonti

Hälytysten luonti vaatii tällä hetkellä hieman enemmän tietämystä järjestelmästä, mutta pienellä käyttöliittymän kehitystyöllä hälytysten luominen luonnistuu uudeltakin asiakkaalta helposti [Kuva 13].

The screenshot shows the Sonera Smart Rules configuration page. On the left is a navigation menu with options like Home, Groups, Alarms, Reports, Configuration, and Smart Rules. The main area is titled 'SMART RULES' and contains a table of rules:

STATE	SMART RULE
<input checked="" type="checkbox"/>	Korkea sisälämpötilä Type: On measurement threshold create alarm
<input checked="" type="checkbox"/>	Matala sisälämpötilä Type: On measurement threshold create alarm
<input checked="" type="checkbox"/>	Matala ulkolämpötilä Type: On measurement threshold create alarm
<input checked="" type="checkbox"/>	Puuttuvat paristo-arvot Type: On missing measurements create alarm
<input checked="" type="checkbox"/>	Puuttuvat paristo-arvot (varoitus) Type: On missing measurements create alarm
<input checked="" type="checkbox"/>	Send e-mail on threshold Type: On alarm send e-mail
<input checked="" type="checkbox"/>	Sensori liikähti Type: On measurement explicit threshold create alarm
<input checked="" type="checkbox"/>	Serverihuoneen lämpötilä Type: On measurement threshold create alarm



Kuva 13. Hälytysjärjestelmän säännöt eli "Smart Rules".

Hälytysten luomiseksi käyttäjän tulee luoda erilaisia sääntöjä, joiden perusteella järjestelmä aktivoi hälytykset sensoreilta saatujen arvojen mukaan. Säännön luomisen jälkeen sääntö kytketään sensoreihin, joiden halutaan käyttävän kyseistä sääntöä. Kaikki säännöt seuraavat mallia "Kun asia X tapahtuu, tee asia Y". Erilaisia sääntöjä ovat esimerkiksi "On measurement threshold create alarm", joka käyttää sensoreihin asetettuja "Yellow

range”- ja ”Red range” -arvoja luodakseen eritasoisia hälytyksiä [kuva 12] ja ”On alarm send e-mail”, joka lähettää tietyn hälytystyyppin hälytyksen ilmaantuessa sähköpostin annettujen parametrien mukaisesti. [Kuva 14.]

On alarm send e-mail

Rule name *
Send e-mail on threshold



 Enabled

ON ALARM MATCHING:

c8y_ServerThresholdAlarm ✕

c8y_OutsideThresholdAlarm ✕

c8y_MovementAlarm ✕

c8y_MissingMeasurementsAlarm ✕

+ Add alarm type

SEND E-MAIL:

Send to *

Send CC to

Send BCC to

Reply to

#{severity} alarm from #{source.name}

#{severity}: "#{text}"
 Device: #{source.name}.

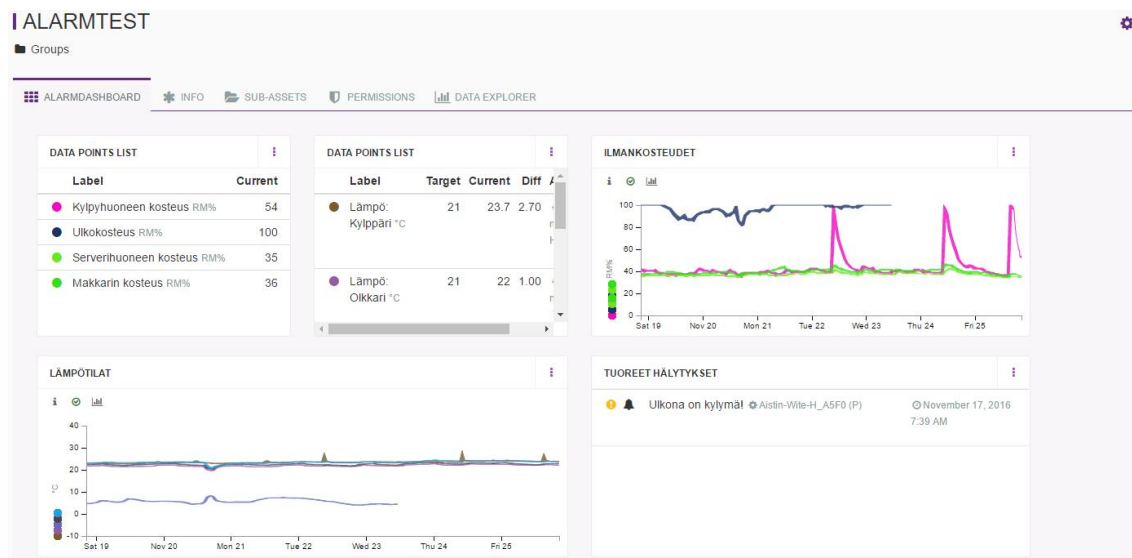
Kuva 14. Hälytyksen luonti -näkyvä.

Yksinkertaisin tapa hälytyksen luomiseen on mennä ”Data explorer” -näkyvään, valita datapistelistasta seurattava sensori ja klikata oikealta avautuvasta valikosta ”Create Smart Rule” [kuva 12]. Tämä avaa listan kaikista mahdollisista säännöistä, joita tähän datatyyppiin voi käyttää. Säännön valinnan jälkeen Cumulocity asettaa valmiiksi hälytyksen toiminnalle tärkeät asetukset paikoilleen, mutta käyttäjä voi tässä vaiheessa muokata säännön haluamukseen.

7.5 Dashboard – Käyttäjän työpöytä

Dashboard eli kojelauta on eräänlainen muokattava työpöytä, jonka voi tehdä jokaiselle laitteelle, laiteryhmälle ja ohjelmalle. Kojelauta voi sisältää kuvia, tekstiä, listoja senso-

reiden keräämästä datasta tai hälytyksistä, valmiiksi luotuja tai käyttäjän luomia pienoisohjelmia. Kojelaudan tarkoituksena on antaa nopea yleiskatsaus tiedoista, joita sensoreista on saatavilla. [Kuva 15.]



Kuva 15. Sensoriryhmän kojelauta.

Yksinkertaisimpia pienoisohjelmia, joita on saatavilla valmiiksi, ovat "Data point list" eli lista viimeisimmistä sensoreilta saaduista tiedoista, "Alarm list" eli lista kaikista ryhmän tai yksittäisen sensorin aiheuttamista hälytyksistä ja "Data points graph" eli muokattavissa oleva kuvaaja, joka esittää kaikkien asetettujen sensoreiden keräämät tiedot asetetun aikavälin sisällä. Muita pienoisohjelmilla toteutettavissa olevia toimintoja ovat esimerkiksi etäohjattavissa olevien laitteiden ohjauspaneelien luonti, sensorin manuaalisesti asetetun tai GPS-sijainnin paljastava kartta ja Twitter-viestilista.

Uusi kojelauta laitteelle tai laiteryhmälle tehdään klikkaamalla hammasrattaan kuvaa sivun oikeassa yläaidassa ja valitsemalla "Add dashboard". Tämä luo uuden tyhjän kojelaudan, jota käyttäjä saa muokata omiin tarkoituksiinsa sopivaksi. Uusi pienoisohjelma asetetaan sivulle samasta valikosta valinnalla "Add widget to dashboard". Tämän jälkeen käyttäjälle annetaan mahdollisuus valita pienoisohjelmatyyppi. Uudelle pienoisohjelmalle tulee tämän jälkeen asettaa sekä nimi että parametrit. [Kuva 16.]

CREATE WIDGET

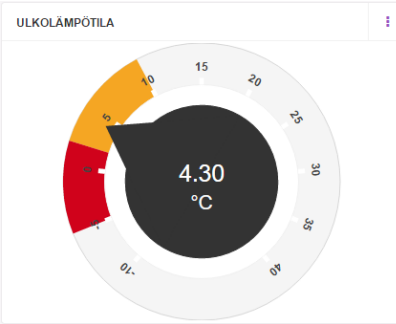
WIDGET
Radial Gauge

TITLE
Ulkolämpötilä

Label	Unit	Min	Max	Target value	Yellow range	Red range	
<input type="checkbox"/> Lämpö: Kyttäri	°C	-10	40	21	14 18	0 13	Aistin-Wte-H_AE7D (W) Humidity sensor > Temperature
<input type="checkbox"/> Lämpö: Olkkari	°C	-10	40	21	14 18	0 13	Aistin-Wte-T_3F88 (O) Temperature sensor > Temperature
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpö: Ulko	°C	-10	40	0	3 10	-5 2	Aistin-Wte-H_A5F0 (P) Humidity sensor > Temperature
<input type="checkbox"/> Lämpö: Makuuhuone	°C	-10	40	21	14 18	0 13	Aistin-Wte-H_37FF (K) Humidity sensor > Temperature
<input type="checkbox"/> Lämpö: Serverit	°C	-10	40	21	24 28	29 40	Aistin-Wte-H_8FF8 (S) Humidity sensor > Temperature
<input type="checkbox"/> Kytöhuoneen kosteus	RM%						Aistin-Wte-H_AE7D (W) Humidity sensor > Humidity
<input type="checkbox"/> Ulkokosteus	RM%						Aistin-Wte-H_A5F0 (P) Humidity sensor > Humidity
<input type="checkbox"/> Serverihuoneen kosteus	RM%						Aistin-Wte-H_8FF8 (S) Humidity sensor > Humidity
<input type="checkbox"/> Makkarin kosteus	RM%						Aistin-Wte-H_37FF (K) Humidity sensor > Humidity

Add data point

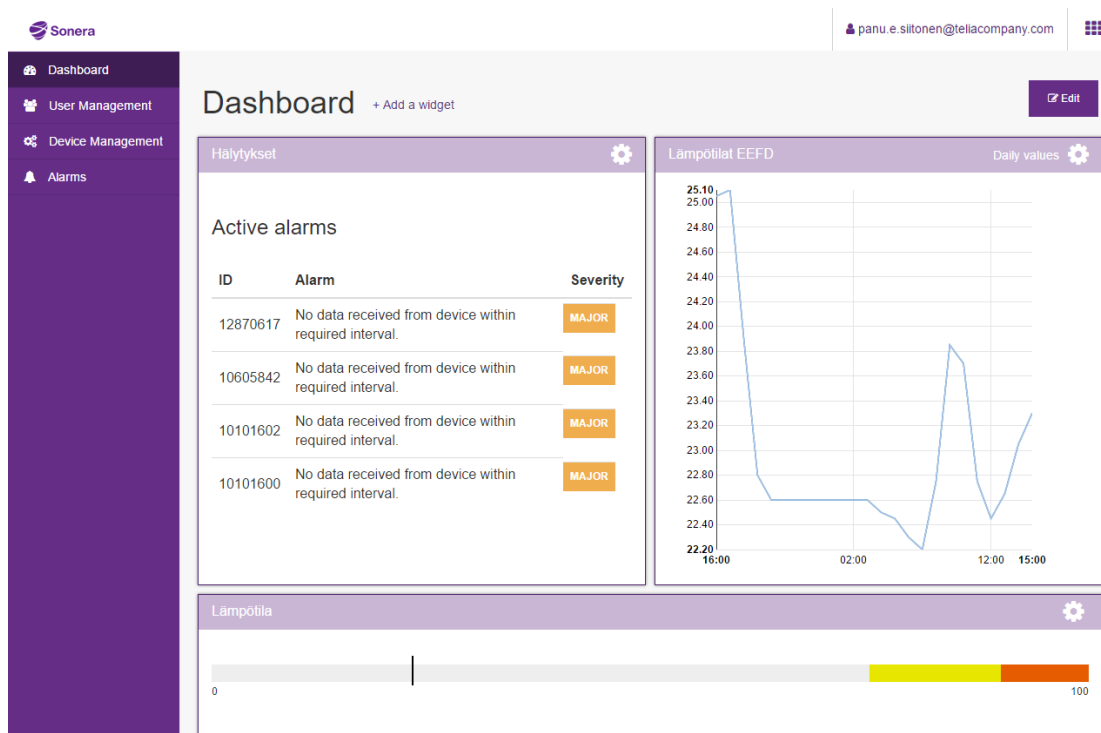
SAVE CANCEL



Kuva 16. Pienoisohjelman luonti ja lopullinen pienoisohjelma.

7.6 Asiakaskäyttöliittymän luonti

Cumulocityn nykyinen käyttöliittymä sisältää hyödyllisiä toimintoja, joiden avulla Telia-Sonera voi luoda sopivan käyttöliittymän mille tahansa asiakkaalle ja kuka tahansa asiakas voi muokata sen mieleisekseen. Kehitystyö on kuitenkin vasta alkuvaiheessa, ja olemassa olevaa käyttöliittymää voi yhä parantaa. TeliaSoneralla onkin kehitetty uutta, parempaa ja asiakasystävällisempää käyttöliittymää lopullista tuotetta varten [kuva 17]. Kehitystyön tarkoituksena on keskittää kaikki tarpeelliset toiminnot yhteen ohjelmaan, joka näyttää hyvältä ja toimii kaikilla yleisimmillä laitteilla, kuten älypuhelimilla, tableteilla ja tietokoneilla.

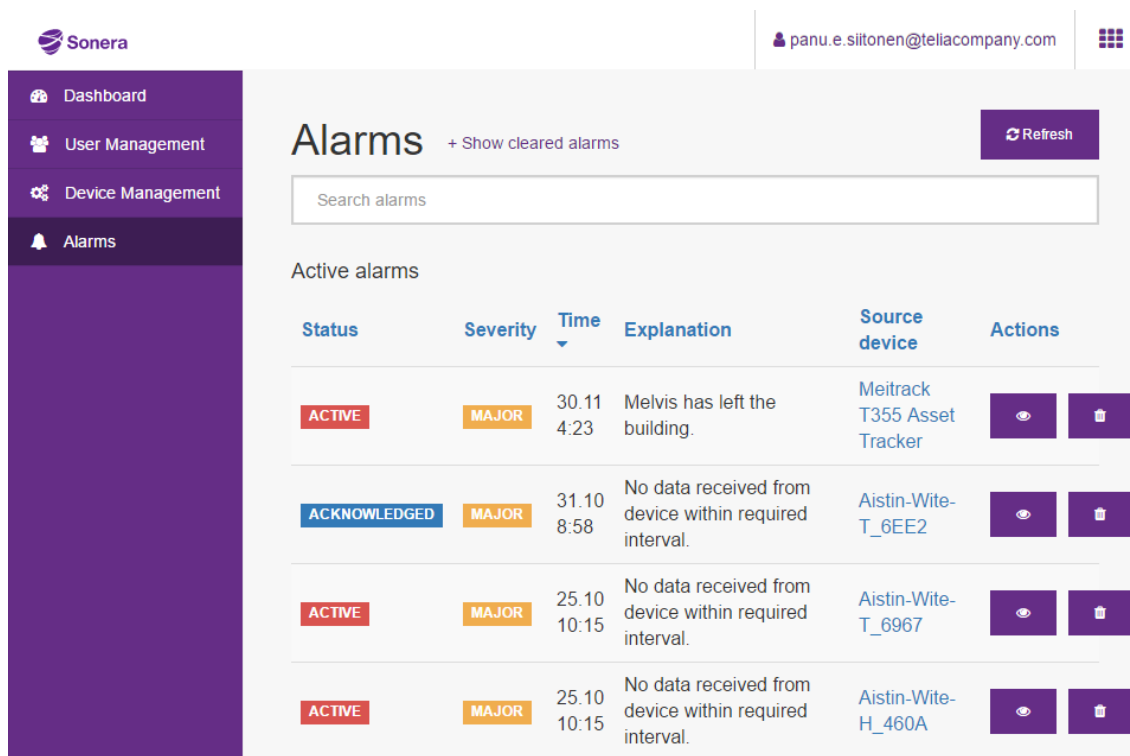


Kuva 17. Cumulocityn uusi käyttöliittymä.

Kysyin uuden käyttöliittymän parissa työskennelleiltä, mitä he ovat muuttaneet ja kuinka he ovat ottaneet tuotteen potentiaaliset asiakkaat huomioon parannettua käyttöliittymää kehitettäessä. He kertoivat kehittäneensä uuden käyttöliittymän keskittyen kolmeen ominaisuuteen: turhien toimintojen karsimiseen, hyödyllisten toimintojen selkeyttämiseen ja monimutkaisten toimintojen suoraviivaistamiseen. Järjestelmään on kehitetty myös yksinkertaistettu oikeusjärjestelmä, jonka muokattavuutta on karsittu. Järjestelmässä onkin vain kolme keskeistä ryhmää, jotka ovat Viewer, eli katsoja, joka voi vain katsoa järjestelmän näyttämää tietoa, User, eli tavallinen käyttäjä, joka voi lisäksi myös muokata omaa kojelautaansa, sekä Admin, eli järjestelmän valvoja, jolla on täysi oikeus muuttaa asetuksia sekä lisätä laitteita ja hälytyksiä järjestelmään.

Käyttöliittymää on selkeytetty poistamalla tavalliselle asiakkaalle turha tieto ja keskittämällä tarpeellinen tieto käden ulottuville. Kun aikaisemmassa käyttöliittymässä käyttäjän piti mennä eri ohjelmaan saadakseen tiettyjä toimintoja tehtyä, uudessa käyttöliittymässä kaikki toiminnot on keskitetty yhden ohjelman sisään. Esimerkiksi laitteiden hallinta löytyy nyt helpommin, ja sen sisältö on yksinkertaistettu aikaisemmasta siten, että vain tukiasemat listataan aluksi ja niiden lapsilaitteet ovat erillisinä laitteina omassa listassaan. Lisäksi laitehallinnasta on piilotettu harvoin käytetty, mutta tärkeä uusien laitteiden rekisteröinti, jotta usein käytetyt toiminnot ovat keskeisemmässä osassa.

Lisäksi asiakaskäyttöliittymän datakuvaajat ovat selkeämmän ja modernimman näköisiä ja niiden olemassa olevia toiminnollisuuksia on muutettu intuitiivisemmiksi käyttää. Kojelaudan muokkausta ja uusien pienoishjelmien lisäästä on yksinkertaistettu kehittämällä pienoishjelmien luontiin automatisoitu työkalu, joka luo käyttäjän puolesta uuden pienoishjelman käyttäjän antamalla parametreilla. Hälytysten selaus ja luonti on yhtä lailla suoraviivaistettu lisäästyökalulla ja käyttöliittymän yksinkertaistamisella [kuva 18]. Muutosten tarkoituksena on vain piilottaa kaikki turha tieto, jota asiakkaalle aikaisemmin olisi voitu näyttää.



The screenshot shows the Sonera Alarms dashboard. The left sidebar contains navigation options: Dashboard, User Management, Device Management, and Alarms. The main content area is titled 'Alarms' and includes a search bar and a 'Refresh' button. Below the search bar, there is a section for 'Active alarms' containing a table with the following data:

Status	Severity	Time	Explanation	Source device	Actions
ACTIVE	MAJOR	30.11 4:23	Melvis has left the building.	Meitrack T355 Asset Tracker	[Eye icon] [Trash icon]
ACKNOWLEDGED	MAJOR	31.10 8:58	No data received from device within required interval.	Aistin-Wite- T_6EE2	[Eye icon] [Trash icon]
ACTIVE	MAJOR	25.10 10:15	No data received from device within required interval.	Aistin-Wite- T_6967	[Eye icon] [Trash icon]
ACTIVE	MAJOR	25.10 10:15	No data received from device within required interval.	Aistin-Wite- H_460A	[Eye icon] [Trash icon]

Kuva 18. Päivitetty hälytys-ikkuna.

Keskeisten työkalujen ohella kehitystyöhön kuuluu myös valmiiden, eri tarkoituksiin sopivien kojelautojen luonti. Jokaisella näin luodulla kojelaudalla on jokin tarkoitus, kuten asuinrakennuksen eri määreiden seuranta, rakennustyömaan tehokas valvonta tai toimiston hälytysten seuranta.

8 Lopputulokset ja johtopäätökset

Työn tavoitteina oli kehittää yhteistyössä TeliaSoneran kanssa IoT-loppukäyttäjäsovel-
lus käyttäen Cumulocity-alustaa ja TeliaSoneran käytössä olevia sensoreita ja samalla
kartoittaa kiinteistö- ja huoltoalojen uusia IoT-mahdollisuuksia. Työn tavoitteet täyttyivät,
ja onnistuin samalla keräämään hieman muistakin IoT-järjestelmistä tietoa.

Esineiden internet on tullut jäädäkseen. Sen hyödyntäminen säästää lukemattomia hen-
kilötyötunteja, jopa vuosia, kun ennen manuaalisesti tehty datan keräystyö ja analysointi
saadaan automatisoitua. Erilaiset ohjelmistot tekevät seurannasta ja analysoinnista
helppoa ja nopeaa, jotta työntekijöille jää aikaa kehittää työprosessejaan ongelmakoh-
tien ratkaisua varten ja reagoida kriittisiin ongelmiin sensoroiduissa järjestelmissä.

Tämän päivän teleoperaattorit ovat siirtymässä esineiden internet -aikaan kehittämällä
yrityksille ja yksityisille henkilöille tapoja ottaa helposti käyttöön IoT:tä käyttäviä palve-
luita. Yrityksille varta vasten kehitetyt IoT-toteutukset helpottavat jokapäiväistä työntekoa
ja vapauttavat ennen rutiinitöissä kuluneita tunteja asiantuntijuutta vaativiin työtehtäviin.

Sähköpostihaastatteluni vähäisestä vastausmäärästä huolimatta sain mielenkiintoisen
katsauksen kiinteistöalan IoT-maailmaan. Talokeskus edustaa Suomen kiinteistöalaa
yhdistävää voimaa, ja sen Tampuuri-järjestelmässä on loputtomasti potentiaalia. IoT-to-
teutusten laajamuotoinen käyttöönotto vaatii sekä tarkkaa suunnittelua että rohkeita in-
vestointeja, jotta Talokeskus saisi yleistettyä IoT:n sekä uusiin että vanhoihin Tampuuria
hyödyntäviin kiinteistöihin.

Cumulocity GmbH:n Cumulocity on helppokäyttöinen ohjelmisto toimivan käyttöliittymän
luomiseen, ja se toimii sulavasti millä tahansa laitteella. Lisäksi Cumulocityn ohjelmoin-
tirajapinta mahdollistaa oman ohjelmiston kehittämisen mille tahansa verkkoon kytketylle
päätelaitteelle, esimerkiksi puhelimelle tai tabletille. Cumulocityn käyttämät teknologiat
mahdollistavat omien sovellusten kehittämisen käyttäen Cumulocityn pilvessä säilytettä-
vää raakaa ja analysoitua dataa.

TeliaSonera tarjoaa lähitulevaisuudessa yrityksille suunnattua, helposti käyttöön otetta-
vaa IoT Starter Kit -palvelua, johon kuuluu sensorisalkun lisäksi yksinkertainen, mutta
tehokas Cumulocity-alustan päälle kehitetty järjestelmä. Pääsin itse insinööriyössä ko-

keilemaan uusien sensoreiden lisäämistä aikaisempaan järjestelmään, ja, pienistä vaikeuksista huolimatta, se oli yksinkertainen prosessi, jonka TeliaSonera voisi tehdä itse tilauksen yhteydessä valmiiksi. Näin käyttäjälle jäisi enemmän aikaa käyttää itse sovelusta.

Cumulocityn käyttöliittymä on yksinkertainen, ja sen valmiit toiminnot helpottavat valvontajärjestelmän käyttöliittymän tekemistä. Pystyin luomaan helposti oman käyttöliittymän huoneistooni asentamieni sensorien valvontaan käyttäen Cumulocityn valmiita työkaluja. Se ei vielä sovellu vastaavista järjestelmistä tai tietokoneista vähemmän tietäville käyttäjille, joten minua kiinnostaa nähdä, kuinka helppokäyttöiseksi TeliaSoneran luoma uusi käyttöliittymä saadaan kehitettyä tulevien kuukausien aikana.

Lähteet

- 1 Sonera - TeliaSoneran tytäryhtiö Suomessa. 2016. Verkkodokumentti. Telia-Sonera Finland Oyj. <<https://www.sonera.fi/teliasonera>>. Luettu 1.12.2016.
- 2 Ashton, Kevin. 2009. That 'Internet of Things' Thing. Verkkodokumentti. RFID Journal. <<http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>>. Päivitetty 22.6.2009. Luettu 26.9.2016.
- 3 Brown, Eric. 2016. Who needs the Internet of Things. Verkkodokumentti. <<https://www.linux.com/news/who-needs-internet-things>>. 13.9.2016. Luettu 6.12.2016.
- 4 Rouse, Margaret. 2010. IoT Agenda. Verkkodokumentti. <<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/machine-to-machine-M2M>>. Päivitetty 2010. Luettu 26.9.2016.
- 5 #InternetOfEverything. 2016. Verkkodokumentti. Cisco, Ltd. <<http://ioeassessment.cisco.com/explore>>. Luettu 26.6.2016.
- 6 Connected Things Report. 2016. Verkkodokumentti. TeliaCompany AB. <<http://www.teliacompany.com/globalassets/telia-company/documents/about-telia-company/connected-things-report-2016-online.pdf>>. Luettu 21.9.2016.
- 7 Verticals. 2016. Verkkodokumentti. Digital Service Cloud. <<http://www.digitalservicecloud.com/verticals.html>>. Luettu 21.9.2016.
- 8 Operators' strategies for IoT are guided by three main motives. 2016. Verkkodokumentti. Analysys Mason. <<http://www.analysismason.com/About-Us/News/Newsletter/operator-strategies-for-iot-Jan2016/>>. Päivitetty 25.1.2016. Luettu 21.9.2016.
- 9 Perinteinen putkiremontti 2 viikossa – nyt se tehdään Helsingissä. 2016. Verkkodokumentti. Etelä-Suomen Media Oy. <<http://www.uusimaa.fi/artikkeli/456807-perinteinen-putkiremontti-2-viikossa-nyt-se-tehdaan-helsingissa>>. Päivitetty 20.11.2016. Luettu 1.12.2016.
- 10 Sonera Matkalainen -palvelukuvaus. 2015. Verkkodokumentti. TeliaCompany AB. <https://www.sonera.fi/media/14cfa3c1c723a98ef1463c50e7cd81627894b578/Sonera_Matkalainen-palvelukuvaus_04-2015.pdf>. Päivitetty 2015. Luettu 26.9.2016.
- 11 Yezz Billy 4.7 Basic Functions. 2014. Verkkodokumentti. UserLib. <<http://www.userlib.com/yezz-billy-4-7-basic-functions/>>. 3.10.2014. Luettu 28.9.2016.

- 12 Tang, Stanley. 2010. Turning The Page. Verkkodokumentti. <<http://www.stanleytang.com/blog/turning-the-page/>>. 24.7.2010. Luettu 13.12.2016.
- 13 Shamonsky, Dorothy. 2016. Tap, Tinder and Touchscreens: How Swipe Can Improve the User Experience. Verkkodokumentti. <<https://www.ics.com/blog/tap-tinder-and-touchscreens-how-swipe-can-improve-user-experience>>. 29.6.2016. Luettu 13.12.2016.
- 14 Melakoski, Suvi. 2016. i-to-i käyttöliittymiä ei ole tarkoitettu kaikille. Verkkodokumentti. <<https://www.eatech.fi/i-to-i-kayttoliittymia-ei-ole-tarkoitettu-kaikille/>>. 23.3.2016. Luettu 15.12.2016.
- 15 Cumulocity concepts guide. 2016. Verkkodokumentti. Cumulocity GmbH. <<http://cumulocity.com/guides/concepts/introduction/>>. Luettu 28.9.2016.
- 16 Espertech product FAQ. 2016. Verkkodokumentti. Espertech Inc. <<http://www.espertech.com/products/faq.php>>. Luettu 28.9.2016.
- 17 Yle API Documentation. 2016. Verkkodokumentti. Yleisradio Oy. <<http://developer.yle.fi/>>. Luettu 7.12.2016.
- 18 HSL Developer Community. 2016. Verkkodokumentti. Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä. <<http://dev.hsl.fi/>>. Luettu 7.12.2016.
- 19 What is REST? 2016. Verkkodokumentti. RestApiTutorial.com. <<http://www.restapitutorial.com/lessons/whatisrest.html>>. Luettu 7.12.2016.
- 20 AngularJS. 2016. Verkkodokumentti. AngularJS. <<https://angularjs.org/>>. Luettu 28.9.2016.
- 21 Cumulocity – Device Integration. 2016. Verkkodokumentti. Cumulocity GmbH. <<https://www.cumulocity.com/guides/rest/device-integration/>>. Luettu 9.11.2016.

Sähköpostihaastattelun runko

Hei!

Nimeni on Panu Siitonen ja opiskelen insinööriksi Metropolia Ammattikorkeakoulussa. Tällä hetkellä teen insinööriyötäni TeliaSoneralle. Työssäni tutkin IoT-loppukäyttäjäsovelluksien suunnittelua ja toteutusta ottaen potentiaaliset asiakkaat huomioon. Tästä syystä haluan haastatella teitä ja saada selville eri toimialojen käyttämiä IoT-sovelluksia sekä käyttötarpeita IoT-teknologialle tänään ja tulevaisuudessa.

Vaikka TeliaSonera on työssäni aktiivisesti mukana, en ole myymässä mitään valmiita ratkaisuja. Haluan saada selville IoT:n käyttötarkoituksia työelämässä nyt ja kuinka erilaiset sovellukset voivat helpottaa eri alojen ja eri tehtävissä työskentelevien jokapäiväisiä rutiineja.

Haluan vielä muistuttaa: Ettehän syötä vastaukseenne mitään yrityksenne liiketoiminnan luottamuksellisia tietoja. Vastauksianne tullaan käyttämään tutkimukseen ja tuotekehitystoimintaan TeliaSoneran sisällä.

Yrityksen nimi

Haastateltavan nimi

Kerro lyhyesti, mitä yrityksenne tekee

Mikä on oma roolisi yrityksessä?

Onko termi IoT sinulle tuttu? Mitä mahdollisuuksia IoT-ratkaisut voisivat tuoda yrityksellenne?

Onko yrityksellänne käytössä ennestään sovelluksia, joissa hyödynnetään IoT-teknologiaa? Minkälaisia?

Onko omassa työympäristössäsi hyödyntämättömiä IoT mahdollisuuksia? Minkälaisia?

Miten IoT sovellukset voisivat tuoda lisäarvoa jokapäiväiseen työntekoon?

Millaista tietoa keräätte tällä hetkellä ja millaista tietoa haluaisitte kerätä työympäristöstänne? Tallennetaanko tieto jonnekin myöhempää käyttöä varten?

Mitä laitteita työntekijänne käyttävät päivittäin? Miten näille laitteille suunniteltu sovellus, toisi lisäarvoa?

Lopuksi, voinko tarvittaessa ottaa yhteyttä teihin henkilökohtaisesti, jos haluan kerätä tarkentavaa tietoa edellä annettuihin vastauksiin? Jos tämä sopii, jättäkää ystävällisesti teidän yhteystietonne vastaukseksi (Nimi ja puhelinnumero tai käyntiosoite).

Kiitos ajastanne. Toivon kuulevani teiltä pian.

Ystävällisin terveisin, Panu Siitonen

Talokeskus Oy:n haastattelu

Haastattelusta on poistettu henkilökohtaiset tiedot, kuten vastanneen henkilön nimi.

Kerro lyhyesti, mitä yrityksenne tekee

Talokeskus Yhtiöt Oy on konserni, joka tarjoaa asiantuntijapalveluita ja ohjelmistoja kiinteistön koko elinkaarelle. Tuotamme korjaus- ja uudisrakentamisen suunnittelupalvelut, kiinteistönpidon asiantuntijapalvelut, energianhallinnan palvelut sekä Tampuuri-ohjelmiston kaiken alustaksi.

Mikä on oma roolisi yrityksessä?

Toimin Tampuuri palveluiden tarkastus yksikön etähallinnan projektipäällikkönä. Vastuuna etähallintapalvelu ja siihen liittyvät tehtävät aina palvelun kehittämisestä sen tuottamiseen

Onko termi IoT sinulle tuttu? Mitä mahdollisuuksia IoT-ratkaisut voisivat tuoda yrityksellenne?

IoT terminä on hyvinkin tuttu, joka on tällä hetkellä kiinteistöalan kuuma peruna. IoT:n voi käsittää monellakin eri tavalla, mutta sen tuomia ratkaisumahdollisuuksia on lukemattomia, eikä kaikkea ole vielä edes huomattu.

Onko yrityksellänne käytössä ennestään sovelluksia, joissa hyödynnetään IoT-teknologiaa? Minkälaisia?

Erilaisia IoT:n verrattavia ratkaisuita on käytetty jo yli 10v. Talokeskuksen Tampuurin ja sen avulla tuotettavissa palveluissa. Esim. kenttäkierroksilla kerättävä data on tallennettu mobiililaitteilla vuodesta 2005 ja lähetetty palvelimelle päivän päätteeksi, jos se on jatkojalostettavissa myöhemmin. Myös sähköinen huoltokirja, kulutusseuranta on oman aikansa IoT-sovelluksia.

Onko omassa työympäristössäsi hyödyntämättömiä IoT mahdollisuuksia? Minkälaisia?

Kiinteistöalalla ja sen ympärille rakennettavissa palveluissa on paljonkin hyödyntämättömiä mahdollisuuksia mitä nykyajan IoT tarjoaa. Esim. kiinteistöistä saatavan datan määrä tulee kasvamaan räjähdysmäisesti, koska sensoritekniikka on kehittynyt ja niiden hinnat on tullut reilusti alaspäin. Se mitä dataa kerätään ja mihin sitä hyödynnetään, on mietinnässä, koska valtavalla määrällä tietoa ei vielä yksistään tee mitään, jos sitä ei osata tai voida hyödyntää oikein.

Miten IoT sovellukset voisivat tuoda lisäarvoa jokapäiväiseen työntekoon?

Liittyen edelliseen IoT:n tuoma lisäarvo, voisi löytyä esim. laskenta-analyyseistä, jotka ihmisen puolesta laskee ja arvioi dataa, jonka perusteella pitäisi tehdä eri toimenpiteitä tai pikemminkin ohjelmat kertoisivat, että mitä pitäisi tehdä, ettei ennakoitu tapahtuma tapahdu. Ihminen ei pysty analysoimaan sitä valtavaa datan määrää mitä isoimmista kiinteistöistä kertyy jo pelkästään yhden tunnin aikana.

Millaista tietoa keräätte tällä hetkellä ja millaista tietoa haluaisitte kerätä työympäristöstänne? Tallennetaanko tieto jonnekin myöhempää käyttöä varten?

Kiinteistöistä kerätään mittareilta kulutustietoja, olosuhdetietoja, laitetietoja, asetuservoja, käyttötietoa yms. Oikeastaan kaikkea mitä kiinteistöön energia- ja olosuhdehallintaan liittyy. Tieto tallennetaan Tampuuri-kiinteistötietojärjestelmään.

Mitä laitteita työntekijänne käyttävät päivittäin? Miten näille laitteille suunniteltu sovellus, toisi lisäarvoa?

Talokeskus palvelut on jo pitkään käyttänyt mobiililaitteita ja nykyään myös rakennuttamisen puolella on siirrytty mobiiliaikaan. Talokeskus itse myös kehittää ja suunnittelee laitteille sovelluksia, jotka helpottavat joka päiväistä työskentelyä esim. tarkastussovellus ja uusimpana rakentamisen tiedonhallinta(RATI), jotka on aina rakennettu Tampuuri-kiinteistötietojärjestelmän päälle.

TeliaSonera Finland Oyj:n haastattelu

Haastattelusta on poistettu henkilökohtaiset tiedot, kuten vastanneen henkilön nimi.

Kerro lyhyesti, mitä yrityksenne tekee

Yrityksemme toimittaa tietoliikennepalveluita laidasta laitaan Suomessa ja globaalisti.

Mikä on oma roolisi yrityksessä?

Olen Offering manager, ja vastaan laitetilapalveluiden vuokrauksesta, johon sisältyvät myös kaapelin sijoitusoikeus Soneran putkituksiin sekä sisäverkkojen vuokraus.

Onko termi IoT sinulle tuttu? Mitä mahdollisuuksia IoT-ratkaisut voisivat tuoda yrityksellenne?

On tuttu. IoT-ratkaisuja kannattaa hyödyntää joka tavalla, joissa voidaan säästää ihmistyötä ja saada täsmätietoa, jota voidaan arkistoida, käsitellä ja tilastoida. Näiden hyödyntämisestä saadaan kilpailuetua ja voidaan myös kehittää uusia tuotteita.

Onko yrityksellänne käytössä ennestään sovelluksia, joissa hyödynnetään IoT-teknologiaa? Minkälaisia?

Meillä on IoT-porukka, joka miettii näitä asioita. Heillä on kontaktit partnereihin, jotka mm. tuottavat erilaisia sensoreita mittaamiseen ja signaalin välittämiseen. Se, mihin itse Sonera IoT:ta käyttää on minulle hieman epäselvää. On varmasti myös arkisia kohteita, jotka ovat IoT:n piirissä.

Onko omassa työympäristössäsi hyödyntämättömiä IoT mahdollisuuksia? Minkälaisia?

On varmasti paljonkin. Katsoin esimerkiksi tuota kahviautomaattia ja sen huoltokäyntiä. Kyselin huoltajalta, että tuleeko siitä automaattisesti ilmoitus, kun kahvin pavut tai esim. maito on loppu. Ei kuulemma tule, vaan huoltokäynnit tehdään säännöllisesti. Voisiko

tässä olla paikka parantaa asiaa IoT:lla. Vastaavasti kopiokoneiden välipatruunat kun ovat tyhjentyneissä, niin siitä voisi tulla ilmoitus suoraan helppariin.

Miten IoT sovellukset voisivat tuoda lisäarvoa jokapäiväiseen työntekoon?

No tuossa yllä jonkin verran siitä mainitsen. Laitetaan kohdennettuja sensoreita, jotka mittaavat tiettyjä rajapinta-arvoja ja sitten niiden tietojen perusteella lähetettäisiin hälytysrajatietoja suoraan helppareihin. Ei tulisi yllätyksenä monet asiat, vaan niistä kertoo ns. "IoT-vahti", joka huolehtii ilmoitusten toimittamisesta.

Millaista tietoa keräätte tällä hetkellä ja millaista tietoa haluaisitte kerätä työympäristöstänne? Tallennetaanko tieto jonnekin myöhempää käyttöä varten?

En tiedä millaista tietoa me keräämme. Tämä ei ole minun erityisalaani. Olen kuitenkin seurannut IoT-porukan tekemisiä ja heidän testejään. On ollut kaivon vesipinnan seuranta, on ollut pellon kosteuden mittausta, on ollut maan lämpötilan mittausta. Joitakin asioita on tehty asiakasympäristöönkin. Tänä vuonna on enempi haettu mahdollisuuksia kuin ansaintaa. Tiedon tallettamisesta en tiedä. Uskon kuitenkin, että tällainen muisti-pankki on olemassa meidän pilvipalvelussamme.

Mitä laitteita työntekijänne käyttävät päivittäin? Miten näille laitteille suunniteltu sovellus, toisi lisäarvoa?

Myös meidän pienet laitetilamme ovat sellaisia, että ne lämpiävät usein liikaa ja niiden lämpötilan vahtiminen puuttuu lähes kokonaan. Olisi hyvä, jos tätä teknologiaa voitaisiin hyödyntää niiden kanssa. Pieniä laitetoja on tuhansia Suomessa.