

Opinnäytetyö (AMK)

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

Yrityksen tietoliikenne ja tietoturva

2016

Simo Karjalainen

# ESINEIDEN INTERNET JA SITEWHERE-YMPÄRISTÖ



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma | Yrityksen tietoliikenne ja tietoturva

2016 | Sivumäärä 45

Jarkko Paavola

Simo Karjalainen

## ESINEIDEN INTERNET JA SITEWHERE-YMPÄRISTÖ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli asentaa testikäyttöä varten Turun ammattikorkeakoululle avoimen lähdekoodin Internet of Things -ympäristö SiteWhere ja tutustua sen toimintaan. Ympäristö asennettiin Turun ammattikorkeakoulun tietoturvalaboratorioon Linux-palvelimelle. Kaikki opinnäytetyössä asennetut IoT-ympäristön komponentit ovat avoimen lähdekoodin ratkaisuja. Opinnäytetyö oli osa laajempaa meneillään olevaa IoT-projektia Turun ammattikorkeakoulussa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli asentaa kehitysvaiheessa olevan SiteWheren testiympäristö ja tutustua sen toimintaan, joten ympäristöön ei liitetty ulkoisia laitteita.

Tutkimusmenetelmänä työssä on käytetty konstruktivistista tutkimusmenetelmää. Työn alkaessa haluttu lopputulos tutkielmalle oli selvillä, mutta toimenpiteet sen saavuttamiseksi ei.

Opinnäytetyön teoriaosuus koostuu Internet of Things -käsitteen ympärille ja sen tuomiin mahdollisuuksiin tulevaisuudessa sekä koti- että yrityskäytössä. Teoriaosuudessa kerrotaan SiteWheren toimintaperiaate, käyttömahdollisuuksia ja sen vaatimat avoimen lähdekoodin komponentit.

Opinnäytetyön empiirisessä osuudessa kerrotaan SiteWhere-ympäristön asennuksesta sekä käyttökokemuksista.

Tuloksena oli lokaalisti palvelimelle asennettu IoT-ympäristö sekä sen vaatimat komponentit, kuten tietokanta ja MQTT-välittäjä.

ASIASANAT:

Esineiden internet, avoin lähdekoodi, Linux, Ubuntu, SiteWhere

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Business Information Technology | Data Communications and Information Security

2016 | 45 pages

Jarkko Paavola

Simo Karjalainen

## INTERNET OF THINGS AND SITEWHERE

The objective of this bachelor's thesis was to install and test an open source Internet of Things platform called SiteWhere. The platform was intended to be installed on the Turku University of Applied Sciences cyber security laboratory's Linux server. All Internet of Things components used in this thesis were open source. The thesis is part of a larger Internet of Things project at Turku University of Applied Sciences.

The theoretical part of the thesis introduces the Internet of Things concept and its opportunities in the future world. The theoretical part explains how SiteWhere works and introduces the platform's required open source components.

The research method used in the thesis is constructive research.

The empirical part of the thesis discusses the user experiences of installing and using SiteWhere.

The result of the thesis is a locally installed Internet of Things platform, SiteWhere, and other required open source components such as a database and a MQTT broker, an Internet of Things connectivity protocol. There are no external devices connected to the platform.

### KEYWORDS:

Internet of Things, Open source, Linux, Ubuntu, SiteWhere

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
1.1 Toimeksiantaja ja projekti	7
1.2 Tavoitteet ja aiheen raja	8
<b>2 ESINEIDEN INTERNET</b>	<b>10</b>
2.1 Esineiden internet käsitteenä	12
2.2 Käyttömahdollisuudet	15
<b>3 AVOIN LÄHDEKODI</b>	<b>16</b>
3.1 Avoimen lähdekoodin edut	17
3.2 Avoimen lähdekoodin IoT-projekteja	18
<b>4 SITEWHERE</b>	<b>20</b>
4.1 SiteWhere-komponentit	21
4.2 SiteWheren asennus	24
4.3 Testiympäristön käyttöönotto	26
4.4 Käyttökokemukset	27
4.5 Android-sovellus	28
<b>5 POHDINTA</b>	<b>29</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>31</b>

## LIITTEET

Liite 1. SiteWheren ja sen vaatimien komponenttien asentaminen Ubuntu-käyttöjärjestelmään

## KUVAT

Kuva 1. Mikä vain -ulottuvuus.	13
Kuva 2. IoT-jaottelu.	14

Kuva 3. SiteWhere-ympäristön arkkitehtuuri.	24
Kuva 4. SiteWhere 1.1.0 version kirjautumisruutu.	27
Kuva 5. SiteWhere 1.1.0 version Swagger.	27

## **TAULUKOT**

Taulukko 1. Avoimen lähdekoodin IoT-projekteja.	18
Taulukko 2. Avoimen lähdekoodin IoT-projekteja 2.	19

## KÄYTETYT LYHENTEET

Autonomic networking	Itsehallittava verkko
CE	Community Edition
Cloud computing	Pilvilaskenta
Data mining	Tiedonlouhinta
EE	Enterprise Edition
IoT	Internet of Things, Esineiden internet
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
M2M	Machine to Machine
MQTT	MQ Telemetry Transport
REST	Representational State Transfer
SPI	Service Provider Interface

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni on osana Turun ammattikorkeakoulussa meneillään olevaa laajempaa Internet of Things -projektia, ja oppilaitos toimii opinnäytetyöni toimeksiantajana. Tarkoituksena on asentaa avoimen lähdekoodin IoT-ympäristö SiteWhere ja sen vaatimat komponentit lokaalisti Turun ammattikorkeakoulun tietoturvalaboratorion Linux-palvelimelle. Asennuksen jälkeen testiympäristö otetaan käyttöön ja perehdytään sen toimintaan. Työssä ei liitetä ympäristöön ulkoisia laitteita, vaan tarkoituksena on tutustua ympäristön toimintaan sen valmiiksi tietokantaan luotujen esimerkkien avulla.

Ensimmäinen luku käsittelee opinnäytetyöhön kuuluvaa projektia ja työn tavoitteita sekä rajausta. Toinen luku sisältää opinnäytetyön teoriaosuuden aiheesta Internet of Things eli suomeksi Esineiden internetistä ja sen tuomista mahdollisuuksista tulevaisuudessa. Kolmannessa luvussa käsitellään avointa lähdekoodia käsitteenä sekä listataan projektin edetessä vastaan tulleita avoimen lähdekoodin IoT-ympäristöjä. Neljäs luku sisältää opinnäytetyön empiirisen osuuden eli SiteWhere-testiympäristöön tutustumisen. Ympäristö asennetaan ja sen toimintoja tarkastellaan HTML-pohjaisen hallintasovelluksen kautta.

## 1.1 Toimeksiantaja ja projekti

Turun ammattikorkeakoulussa on meneillään vuonna 2015 Internet of Things -projekti, jossa ovat osallisena oppilaitos sekä muutamia paikallisia kaupallisia toimijoita. Projektin tarkoituksena on kartoittaa näissä yhteistyöryityksissä teollisen internetin vaihtoehtoja tulevaisuutta silmällä pitäen. Projektin parissa on työskennellyt muitakin opiskelijoita, ja sen tiimoilta tehdään useampi opinnäytetyö. Projektin lähtökohtana on selvittää yritysten pyynnöstä mahdollisia palveluntarjoajia niin olemassa olevista kaupallisista vaihtoehtoista kuin ilmaisista avoimen lähdekoodin ratkaisuista.

## 1.2 Tavoitteet ja aiheen rajaus

Turun ammattikorkeakoulun IoT-projektin parissa aiemmin työskentelyn aloittaneet opiskelijat kartoittivat kesän 2015 aikana mahdollisia vaihtoehtoja avoimen lähdekoodin ratkaisuksi. Vaihtoehtoina oli noin viisi eri kehitysvaiheessa olevaa ympäristöä, joista kaksi erottui selkeästi edukseen. Näistä kahdesta avoimen lähdekoodin vaihtoehdosta toinen oli SiteWhere, joka oli tuossa vaiheessa edennyt jo versionumeroon 1.1.0, ja vaikutti erittäin lupaavalta vaihtoehdolta ympäristön ollessa jatkuvan kehityksen alla. Kyseisen ympäristön lyhyen elinkaaren takia käyttökokemuksia ei kuitenkaan ollut saatavilla, joten aihe yhdelle opinnäytetyölle oli tarve saada kokemuksista tutkittua tietoa. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan käyttökokemuksia asentamalla SiteWhere-ympäristö ja perehdytään sen toimintaan.

Projektin edetessä suunnitelmana oli verrata SiteWhereä toiseen potentiaaliseen avoimen lähdekoodin järjestelmään Kaahan, mutta tässä opinnäytetyössä ei perehdytä Kaan toimintaan lainkaan, vaan se käsittelee pelkästään SiteWhereä. Kaa jätettiin opinnäytetyöstä pois, koska aihetta piti rajata opinnäytetyön edetessä.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä on käytetty konstruktivistista tutkimusmenetelmää eli vaadittu lopputulos on aloitettaessa selvillä, mutta vaaditut toimenpiteet päämäärän saavuttamiseksi eivät. Ympäristö asennetaan, minkä jälkeen perehdytään sen toimintaan ja ympäristön tarjoamiin mahdollisuuksiin. Tutkimusmenetelmän valinta oli mielestäni yksiselitteinen ja ainoa mahdollinen tämän kaltaisessa toimeksiannossa, koska aikaisempaa käyttökokemusta kyseisestä ympäristöstä ei ollut lainkaan.

Lopullisena tavoitteena oli selvittää SiteWheren ominaisuuksia mahdollisissa myöhemmissä IoT-projekteissa. Ympäristön ollessa kehitysvaiheessa suurimmaksi ongelmaksi projektin edetessä muodostui täysin olematon ohjemateriaali. Vaikka avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmät, palvelinympäristöt ja sovellukset ovatkin vuosien kokemuksella tuttuja, olivat IoT-ympäristöt täysin tuntemattomia



käsitteitä. Opinnäytetyössä ongelmaa aiheutti SiteWheren kehitysvaiheesta joh- tuva keskeneräisyys, niin sanotun yhteisön puuttuminen sekä täysin olemattomat raportoidut käyttökokemukset. Projektia aloitettaessa ei Internetistä löytynyt ra- portoituja käyttökokemuksia, ongelmia tai niiden ratkaisuja alle 30 langan Google Groups -ryhmää lukuun ottamatta lainkaan.

Ottaen huomioon työn lähtökohdat ja empiiriseen osioon vaadittavan tarjolla ole- van materiaalin aiheen rajaus oli lopulta erittäin helppoa. Työssä keskitytään asentamaan SiteWheren testiympäristö ja raportoimaan sen toimintaa. Projektin edetessä jouduin poistamaan alun perin suunnittelemani työvaiheita ja tarkenta- maan huomattavasti työn rajausta. Suurin yksittäinen syy työvaiheiden poisjättä- miseen lopullisesta opinnäytetyöstä oli edellä mainitut ongelmat kehitysvai- heessa olevan ympäristön kanssa ja sen mukana tuomat toimimattomuusongel- mat.

Opinnäytetyössä on käytetty pelkästään verkkolähteitä aiheen ajankohtaisuuden vuoksi. Esineiden internet on herättänyt paljon keskustelua viimeisen vuoden ai- kana, mutta kirjallisuutta tästä aiheesta on vielä tässä vaiheessa vähän saata- villa. Lähtökohtaisesti SiteWhere on pienen kehitystiimin avoimen lähdekoodin ympäristönä vaihtoehto kaupallisille toimijoille, mikä tuskin koskaan tulee saavut- tamaan suurta yleisöä.

## 2 ESINEIDEN INTERNET

Esineiden internet eli Internet of Things on ajankohtainen puheenaihe Suomessa sekä maailmalla vuonna 2015. Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen toimintasuunnitelma sisältää viisi painopistettä, jotka konkretisoituvat 26 kärkihankkeeseen. Toukokuussa 2015 eduskunnalle annetun hallitusohjelmaa käsittelevän tiedonannon sisältöä tutkiessa ei voi välttyä kiinnittämästä huomiota kohtaan ”Digitalisaatio, kokeilut ja normien purkaminen”. Vaikka kyseinen painopiste ei ensisilmäyksellä avaudukaan, tarkastellaan ensin lukuja. Hallitus on varannut muutosohjelmaansa 1,6 miljardia euroa, josta yksi miljardi euroa suunnataan kärkihankkeisiin. Tästä yhdestä miljardista eurosta 100 miljoonaa kohdennetaan ”Digitalisaatio, kokeilut ja normien purkaminen” hankkeelle. Summa on viidestä painopisteestä huomattavasti pienin, mutta 100 miljoonan euron panostus on kuitenkin taloudellisesti kohtalaisen merkittävä. (Valtioneuvosto 2015a.)

”Digitalisaatio, kokeilut ja normien purkaminen” sisältää viisi kärkihanketta, joista järjestyksessään toinen kantaa nimeä ”Rakennetaan digitaalisen liiketoiminnan kasvuympäristö”. Tämän kärkihankkeen tavoitteena on suotuisan toimintaympäristön luominen digitaalisille palveluille ja uusille liiketoimintamalleille. Yhdellä virkkeellä kuvattua tavoitetta seuraa kahden virkkeen kuvaus: ”Luodaan innovaatio- ja palveluiden syntymistä tukeva säädös- ja T&K-ympäristö. Hyödynnetään massadataa ja robotisaatiota uuden liiketoiminnan ja toimintatapojen luomiseksi. Varmistetaan tietoturva.”. Hankkeen viidestä päätoimesta ensimmäinen kiinnittää huomiota: ”Toimeenpannaan Esineiden internet – ohjelma”. (Valtioneuvosto 2015b.)

Toimenpiteet Esineiden internet -ohjelmalle on listattu tarkasti. Tarkoituksena on perustaa ohjelma, jossa hyödynnetään tehokkaasti digitaalisuuden mahdollisuuksia liiketoiminnassa ja parannetaan Suomessa toimivien yritysten menestyksen edellytyksiä digitalisoituneessa toimintaympäristössä. Tärkeässä osassa ovat myös suomalaisten yritysten kansainvälisen liiketoiminnan kasvattaminen sekä tehdä Suomesta houkutteleva sijoittumiskohde uusille teknologiayrityksille.

Toimenpiteillä kannustetaan digitaalisten hyödykkeiden, uudenlaisten ansaintamallien ja innovatiivisen yritystoiminnan kehittämiseksi. Listatut toimet ovat hyvin korkealentoisia, mutta aikataulu on jo sovittu. Ensimmäinen vaihe eli Toimenpiteiden määrittely valmistui lokakuussa 2015, ja ohjelman toinen vaihe eli Käynnistäminen marraskuussa 2015. Kolmas vaihe, Väliarvio, toteutetaan maaliskuussa 2017, ja viimeinen eli neljäs vaihe, Ohjelman pääosin toteutetut toimenpiteet tammikuussa 2018. (Valtioneuvosto 2015c.)

Innovaatorahoituskeskus Tekesillä on menossa Teollinen internet – liiketoiminnan vallankumous -ohjelma, jonka tarkoituksena on rahoittaa hankkeita, joissa digitaalisuuden avulla kehitetään uusia kansainväliseen kasvuun tähtäviä palveluja ja liiketoimintamalleja. Ohjelman tavoitteena on uudistaa yritysten liiketoimintaa teollisen internetin avulla ja kannustaa eri alojen yrityksiä uudelaaiseen yhteistyöhön. Hallitusohjelmaan verrattuna Tekes on listannut konkreettisemmin ohjelman kohdealueita. Näitä kohdealueita ovat mm. suurten datamäärien jalostaminen liiketoiminnan tueksi, laitteiden väliseen kommunikaatioon pohjautuva liiketoiminta sekä reaaliaikaiset palvelu- ja tuotantoprosessit. Rahallisesti ohjelman laajuus on 100 miljoonaa euroa, josta Tekesin osuus on noin puolet. (Tekes 2015a.)

Kyseessä on siis erittäin ajankohtainen aihe, mutta mitä teollisella internetillä oikeastaan tarkoitetaan? Tekesin sivuilla sitä on luonnehdittu seuraavasti: ”Teollinen internet tarkoittaa sulautettujen ja älykkäiden laitteiden ja järjestelmien, saatavan tiedon analytiikan sekä työn tehokasta yhdistämistä liiketoiminnassa.” Jotta edellä mainittu olisi mahdollista, tarvitaan jo ennakoon tietynlaisia teknillisiä edellytyksiä. Näitä edellytyksiä ovat mm. lisääntynyt tietojenkäsittelyn teho, tietoverkkojen nopeus, anturitekniikan saatavuus sekä edellä mainittujen asioiden kohdalla merkittävä hintatason lasku. Lisäksi käyttäjien valmiudet ottaa käyttöön Teollisen internetin ratkaisuja, kuten esimerkiksi niin sanottuun älykotiin siirtyminen, on huomattavasti parantunut. (Tekes 2015b.)

Genevessä sijaitseva Kansainvälinen televiestintäliitto (International Telecommunication Union, ITU) on määritellyt teollisen internetin hieman tarkemmin. Hei-

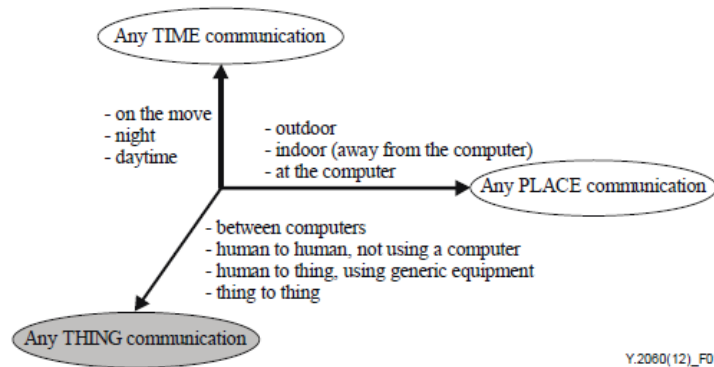
dän laatimansa suosituksen ITU-T Y.2060 selittää paremmin yleiskuvaa teollisesta internetistä. Sen tarkoituksena on selventää IoT-käsitettä sekä sen laajuutta. Siinä käydään läpi teollisen internetin perusominaisuudet ja sen korkealuokan vaatimukset. Suosituksessa käydään myös läpi teollisen internetin viitemalli. (ITU-T 2012a.)

## 2.1 Esineiden internet käsitteenä

Esineiden internetillä (IoT, Internet of Things) uskotaan olevan kauaskantoiset vaikutukset teknologiassa sekä nyky-yhteiskunnassa. Teknisen standardoinnin puolesta IoT voidaan nähdä nykyisessä tietoyhteiskunnassa maailmanlaajuisena infrastruktuurina, joka mahdollistaa entistäkin kehittyneemmät palvelut yhdistämällä fyysiset ja virtuaaliset esineet ja asiat, perustuen jo olemassa oleviin, sekä vielä kehitysvaiheessa oleviin yhteen toimiviin tieto- ja viestintätekniikkoihin. (ITU-T 2012b.)

Hyödyntämällä useita eri ominaisuuksia, kuten tunnistamista, tiedonkeruuta, prosessointia sekä tietoliikennettä, IoT mahdollistaa sen että esineistä pystytään ottamaan kaikki hyöty irti. Samalla se mahdollistaa palveluita kaikenlaisille sovelluksille varmistuen samalla, että palveluiden turvallisuus- sekä yksityisyysvaatimukset ovat täytetty. (ITU-T 2012b.)

Esineiden internetin odotetaan yhdistävän jo olemassa olevia johtavia tekniikoita, kuten koneiden välistä kommunikaatiota, itsehallittavaa verkkoa ja tiedonlouhintaa. Näiden lisäksi ainakin päätöksenteon, turvallisuuden ja yksityisyydensuojan sekä pilvilaskennan uskotaan yhdistyvän edistykselliseen tietojen kartoittamiseen ja käyttöön. Se lisää niin sanotun Mikä tahansa -ulottuvuuden ICT-maailmaan jo olemassa olevien Milloin vain ja Missä vain -ulottuvuuksien lisäksi, kuten kuvasta 1 käy ilmi. (ITU-T 2012b.)



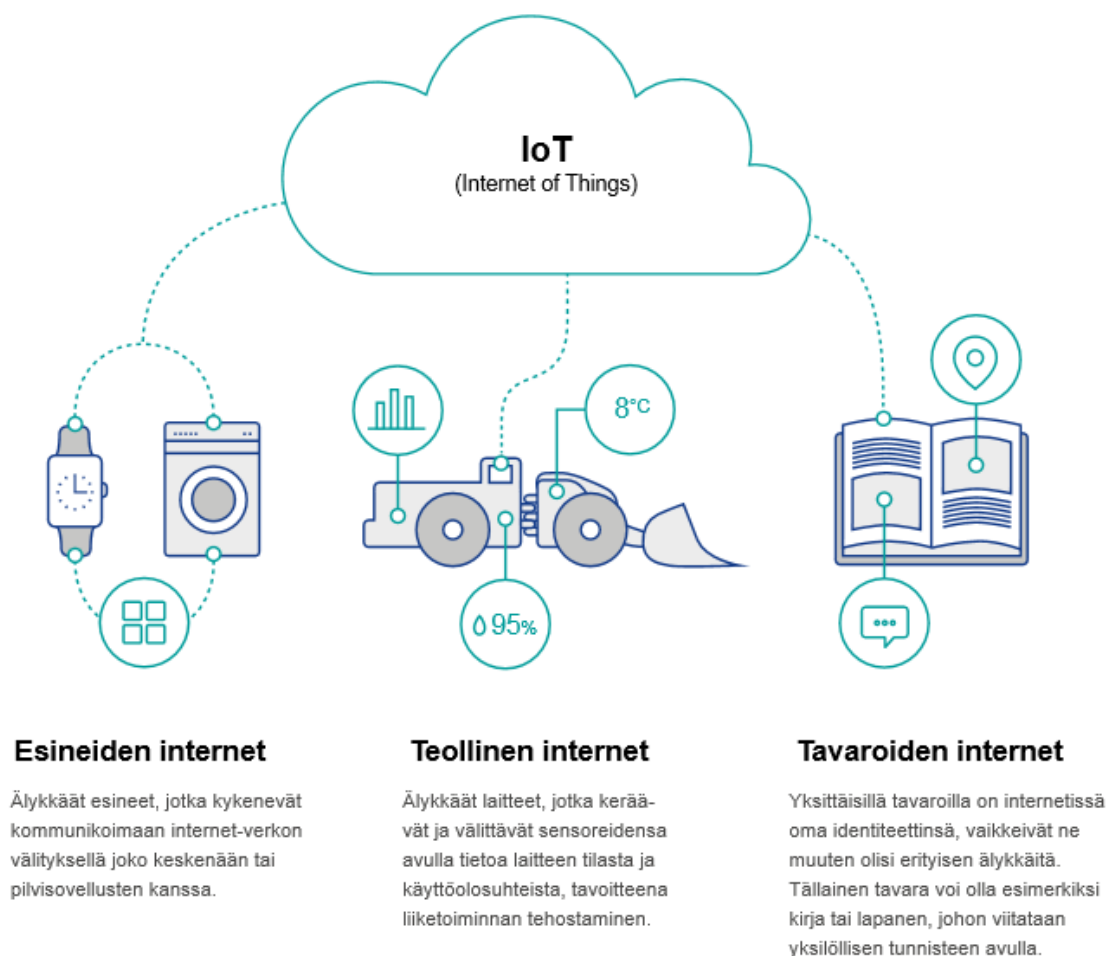
Kuva 1. Mikä vain -ulottuvuus. (ITU-T 2012b.)

Esineiden internetistä puhuttaessa esineillä tarkoitetaan esineitä ja asioita, jotka voivat olla joko fyysisiä tai virtuaalisia ja jotka voidaan tunnistaa ja yhdistää osaksi verkkoa. Esineisiin ja asioihin liittyy tietoa, joka voi olla staattista tai dynaamista. Fyysiset esineet ja asiat ovat havaittavissa, liikuteltavissa sekä yhdistettävissä. Esimerkkejä fyysisistä esineistä ja asioista ovat toimintaympäristö, teollisuusrobotit, tavarat ja sähkölaitteet. Virtuaalimaailman virtuaaliesineet ja asiat taas ovat tietoja, joita pystytään tallentamaan, käyttämään ja joihin päästään käsiksi. Esimerkkinä virtuaalisista asioista ovat multimediasisältö ja erilaiset sovellukset. (ITU-T 2012b.)

Vuonna 2015 verkkoon on kytkettynä noin 4,9 miljardia laitetta. Vuoteen 2020 mennessä laitemäärän uskotaan olevan jopa 25 miljardia laitetta, eli noin viisi laitetta per jokainen maapallon asukas. Tulevaisuuden visiona on synnyttää digitaalista liiketoimintaa, joka yhdistää ihmiset, laitteet ja yritykset aivan uudella ja ennennäkemättömällä tavalla. (Elisa, Quva 2015.)

Tämän digitaalisen liiketoiminnan lähtökohtana on juuri Esineiden internet eli laitteiden verkottuminen. Tiivistettynä kyse on fyysisistä laitteista, jotka kykenevät aistimaan ympäristöään ja viestimään tai toimimaan aistimansa perusteella älykkäästi. Edellytykset kaikelle tälle ovat esimerkiksi anturit, ohjelmistot ja tietoliikenneyhteydet, jolloin sensorit, koneet, prosessit ja palvelut tuottavat käsiteltävää tietoa, jonka seurauksena ennakointi ja työvaiheiden automatisointi helpottuu. (Elisa, Quva 2015.)

Terminä Internet of Things on erittäin laaja, jolla voidaan tarkoittaa useita toisiinsa liittyviä teknologioita ja käsitteitä. Ne voidaan jaotella Esineiden internetiksi, Teolliseksi internetiksi ja Asioiden internetiksi, kuten kuvassa 2 on selvennetty. Kaikkia suomenkielisiä termejä käytetään kuitenkin usein tarkoittaen yhtä ja samaa asiaa ja niiden merkitykset vaihtelevat. Kategoriat ovat kuitenkin melko vaikiintuneita tarkasta nimityksestä huolimatta. (Elisa, Quva 2015.)



Kuva 2. IoT-jaottelu. (Elisa, Quva 2015.)

Tässä opinnäytetyössä on käytetty ainoastaan Esineiden internet -käsitettä puhuttaessa IoT:stä.

## 2.2 Käyttömahdollisuudet

Esineiden internetin tehdessä tuloaan tulevaisuuden käyttömahdollisuudet ovat lähes rajattomat. Yritysten on tärkeää huomioida ajoissa Esineiden internetin tuomat mahdollisuudet toimialasta riippumatta. Myynnin kannalta on tärkeää ennakoita asiakkaiden tarpeet ja tunnistaa mahdollisuudet. Tuotteiden käytöstä ja kunnosta kerätty ja analysoitu data auttaa ennakoimaan asiakkaan tarpeet ja oman myynnin määrää. Lisämyynti, asiakkaiden tekemät tulevaisuuden hankinnat sekä omassa varastossa olevien tuotteiden määrä on helpompi arvioida kerätyn datan ansiosta. Kerätty data mahdollistaa myös aivan uudenlaisten hinnoittelumallien luomisen. Tuotekehitys helpottuu, kun sensorein varustetuista tuotteista voidaan kerätä etäohjauksella arvokasta tietoa. Tuotteen laatua, luotettavuutta ja turvallisuutta on helpompi ylläpitää reaaliaikaisella tiedonkeruulla halutusta laitteesta. (PTC 2015.)

Yrityksen omaisuuden seuraaminen helpottuu, kun arvokkaat laitteet ja resurssit lähettävät jatkuvasti paikkatietoja palvelimelle. Laitteiden reaaliaikaisen seuramisen ansiosta esimerkiksi koneiden kunto on jatkuvasti tarkkailussa, ja näin ollen laiterikoilta vältytään huomattavasti useammin. Kotikäytössä on paljon keskusteltu niin sanotusta älykodista, jossa esimerkiksi ilmastointi, valaistus, ovet ja kodinkoneet yhdistetään käyttäjän ohjattavaksi esimerkiksi älypuhelimella. Teollisen internetin uskotaan mullistavan teollisuuden lisäksi myös terveydenhuolto. Reaaliaikaista potilasdataa lähettävät laitteet helpottavat esimerkiksi ikäihmisten elämää monitoroimalla jatkuvasti kehontoimintaa ja automatisoimalla lääkitystä. (Freescale 2014.)

Yksittäisiä kiinnostavia IoT-projekteja tulee jatkuvasti lisää, ja visioissa käyttömahdollisuudet ovat rajattomat. Tässä vaiheessa puhutaankin jo esimerkiksi älykaupungeista, äly-ympäristöstä ja jopa älyvedestä, ja niihin liittyvistä sovelluksista, myös ympäristöään älykkäästi sensoreiden avulla monitoroivista laitteista. Internet on täynnä listauksia tämän hetken kuumimmista Esineiden internetin vaihtoehtoista. (Libelium 2016.)

### 3 AVOIN LÄHDEKODI

Avoimella lähdekoodilla tarkoitetaan asiaa, joka voidaan vapaasti käyttää, muokata ja jakaa, ja jonka lähdekoodi on yleisesti saatavilla. Alun perin kyseessä oli tapa kehittää tietokonesovelluksia, mutta nykyään puhutaan jo kokonaisesta arvomaailmasta, avoimen lähdekoodin periaatteista. Kyse on siis muustakin kuin vain tietokonesovelluksista tai käyttöjärjestelmistä. Avoimen lähdekoodin projekteja ja tuotteita leimaa usein vapaa jakaminen, laajamittainen yhteistyö useamman tahon kesken, erittäin nopea suunnittelutyö, projektien ja tuotteiden läpinäkyvyys sekä vahva yhteisöllisyys kehityksessä. (Opensource 2012a.)

Avoimen lähdekoodin tietokoneohjelmalla taas tarkoitetaan ohjelmaa tai sovellusta, jonka lähdekoodi on vapaasti kaikkien saatavilla ja sitä on mahdollisuus muokata mieleisekseen, ja tehdä siihen lisäyksiä omien tarpeiden mukaisesti. Lähdekoodilla tarkoitetaan sitä tietokoneohjelman osaa, jota ohjelman loppukäyttäjä ei koskaan näe. Se on koodia, jota muokkaamalla ohjelma toimii eri tavalla. Avoimen lähdekoodin sovelluksissa ohjelmoijalla on mahdollisuus päästä ohjelman lähdekoodiin käsiksi ja koodia muokkaamalla mahdollisuus parannella ohjelmaa lisäämällä siihen haluamiaan ominaisuuksia, tai korjata niin sanottuja bugeja eli ohjelmavirheitä, mikäli sovellus ei toimi halutusti. (Opensource 2012b.)

Vaikka avoimen lähdekoodin sovelluksille ei ole standardisoitua määritelmää, on yhdysvaltalainen Open Source Initiative (OSI) listannut joukon vaatimuksia, jotka avoimen lähdekoodin sovellus täytyy täyttää. Terminä avoin lähdekoodi on verrattain uusi, Open Source Initiative loi sen vasta vuonna 1998. Tätä ennen yhdysvaltalainen Free Software Foundation (FSF) oli luonut jo 1980-luvulla termin vapaa ohjelma, mutta näillä kahdella ei ole merkittävää eroa. Molemmat sisältävät samat käyttöön, kopiointiin, muokkaamiseen ja levittämiseen liittyvät vapaudet. (COSS 2015.)

Open Source Initiativen listaamat jakeluehdot avoimen lähdekoodin ohjelmalle on täytettävä seuraavat kriteerit:

1. Ohjelman vapaa levitys, jota ei saa rajoittaa.



2. Ohjelman täytyy sisältää lähdekoodi.
3. Johdettujen ja muokattujen ohjelmien vapaa levittäminen samoin ehdoin, kuin alkuperäisen ohjelman.
4. Muokatun ohjelman levittämistä voidaan rajoittaa vain, jos lisenssi sallii korjaustiedostojen ja niiden lähdekoodin levittämisen. Johdetut teokset voidaan vaatia käyttämään eri nimeä tai versionumeroa, kuin alkuperäinen ohjelma.
5. Yksikään henkilö tai ihmisryhmä ei saa olla eriarvoisessa asemassa.
6. Lisenssi ei saa rajoittaa ohjelman lopullista käyttötarkoitusta.
7. Kaikilla ohjelman hankkineilla täytyy olla samat oikeudet.
8. Ohjelmaan liittyvät oikeudet eivät saa olla riippuvaisia suuremmasta ohjelmakokonaisuudesta. Jos ohjelma irrotetaan kokonaisuudesta, ohjelmalla täytyy olla samat oikeudet, kuin alkuperäisellä kokonaisuudella.
9. Lisenssi ei saa rajoittaa muita ohjelmia.
10. Lisenssin täytyy olla yksittäisestä teknologista riippumaton.

(Open Source Initiative 2007.)

### 3.1 Avoimen lähdekoodin edut

Avoimen lähdekoodin ohjelmien etuja on useita. Ensimmäinen on avoin lähdekoodi valintana. Lähdekoodi on kaikkien saatavissa, eikä yksikään yritys omista sitä. Jokaisella ohjelmoijalla ja yrityksellä on mahdollisuus luoda avoimen lähdekoodin sovellus. Käyttäjälle vapaat sovellukset luovat mahdollisuuden valita haluamansa sovellus lukuisista vaihtoehdoista ja kynnys sovellusten testaamiseen ja käyttöönottoon pienenee.

Luotettavuus avoimen lähdekoodin ohjelmissa on usein kyseenalaistettu, mutta internet on osoittanut avoimen lähdekoodin ratkaisut usein erittäin luotettavaksi. Ohjelmat kuten DNS, Sendmail ja Apache ovat esimerkkejä tästä.

Ohjelmat kehitetään usein yhteisöissä ympäri maailmaa, joten kehitys on tehokasta. Koska projekteissa työskennellään myös usein ilman rahallista korvausta, on kehittäjän sitoutuminen ja taitotaso laadun takeena.

Yritysten kannalta etuna ovat myös rahalliset säästöt lisenssimaksujen puuttuessa. Tietoturva on avoimen lähdekoodin sovelluksissa korkealla, koska koodi on jatkuvan julkisen tarkastelun alla.

Tietoturva-aukot havaitaan ja paikataan usein nopeasti, koska kuka tahansa pääsee tarkastelemaan koodia ja kenellä tahansa on mahdollisuus paikata se. (Open Source for America 2012.)

### 3.2 Avoimen lähdekoodin IoT-projekteja

Osana Turun ammattikorkeakoulun IoT-projektia kartoitimme Lokakuussa 2015 mahdollisia avoimen lähdekoodin IoT-projekteja ja ympäristöjä. Taulukossa 1 on listattuna projektin nimi, tämän hetkinen versionumero, uusimman version julkaisupäivä sekä avoimen lähdekoodin lisenssi.

Taulukko 1. Avoimen lähdekoodin IoT-projekteja.

Nimi	Versionumero	Julkaisupäivä	Lisenssi
DeviceHive	2.0	23.6.2015	MIT
IoTGo	0.0.1	2015	MIT
Kaa	0.7.4	30.12.2015	Apache 2.0
OpenRemote	2.1.1	26.7.2013	AGPL, GPL
OpenStack	2015.1.2	13.10.2015	Apache 2.0
SiteWhere	1.5.0	9.1.2016	CPAL 1.0
ThingSpeak	-	2015	GNU GPL
Zetta	0.33.0	2015	CC BY 4.0

Julkaisupäivämäärää ei kaikista ympäristöistä ollut tarkasti saatavilla, mutta suurin osa niistä on päivätty vuodelle 2015 tai 2016, joten kehitys on yhä työn alla. Vain OpenRemote:n kehitys on selkeästi keskeytynyt. Versionumeroa ei myöskään ollut kaikissa ympäristöissä ilmoitettu.

Taulukossa 2 on listattuna samat IoT-projektit, mutta tällä kertaa taulukosta löytyy tiedot mahdollisista referensseistä, kaupallisen tuen saatavuudesta sekä ympäristön verkko-osoite.

Taulukko 2. Avoimen lähdekoodin IoT-projekteja 2.

Nimi	Referenssit	Kaupallinen tuki	Verkko-osoite
DeviceHive	Ei	Ei	<a href="http://www.devicehive.com/">http://www.devicehive.com/</a>
IoTGo	Ei	Ei	<a href="http://iotgo.itead.cn/">http://iotgo.itead.cn/</a>
Kaa	Ei	Kyllä	<a href="http://www.kaaproject.org/">http://www.kaaproject.org/</a>
OpenRemote	Kyllä	Kyllä	<a href="http://www.openremote.com/">http://www.openremote.com/</a>
OpenStack	Ei	Ei	<a href="https://www.openstack.org/">https://www.openstack.org/</a>
SiteWhere	Ei	Tulossa	<a href="http://www.sitewhere.org/">http://www.sitewhere.org/</a>
ThingSpeak	Ei	Ei	<a href="https://thingspeak.com/">https://thingspeak.com/</a>
Zetta	Ei	Ei	<a href="http://www.zettajs.org/">http://www.zettajs.org/</a>

Taulukosta 2 käy selkeästi ilmi, ettei avoimen lähdekoodin IoT-ympäristöistä ole tässä vaiheessa näyttöä todellisessa käytössä. Yhtä lukuun ottamatta yksikään ympäristö ei ole saanut todistettavasti referenssejä taakseen. Kaupallinen tuki on parissa ympäristössä olemassa, mutta lopuissa siitä ei ole mainintaa. SiteWhere'n kohdalla tuki on kehittäjän mukaan tulossa, mutta ajankohdasta ei ole tarkempaa tietoa.

Ympäristöjä ei ole testattu toimiviksi Turun ammattikorkeakoulun projektissa SiteWhereä ja Kaata lukuunottamatta.

## 4 SITEWHERE

SiteWhere on yhdysvaltalaisen SiteWhere LLC:n kehittämä avoimen lähdekoodin IoT/M2M -ympäristö. Yrityksen pääkonttori on Atlantassa ja se on ollut mukana IoT-kehityksessä vuodesta 2009 alkaen. Yrityksen historiasta on hyvin vähän mainintoja Internetissä, mutta se on perustettu vuonna 2014, SiteWhere-ympäristön ollessa yrityksen pääasiallisen kehityskohde. Ympäristöstä on työn alla avoimen lähdekoodin Community Edition (CE) ja kaupallinen Enterprise Edition (EE) versiot. Tarkempaa tietoa kaupallisen puolen EE-version ilmestymisestä ei kuitenkaan ole saatavilla. Kehittäjien mukaan julkaisu tapahtuu lähitulevaisuudessa, mutta tieto perustuu sähköpostinvaihtoon eikä viralliseen tiedotteeseen. Avoimen lähdekoodin CE-versio on marraskuussa 2015, versionumerossa 1.3.0. (LinkedIn 2015.)

SiteWheren pääasiallinen käyttötarkoitus on kerätä, varastoida, prosessoida sekä reitittää haluttua dataa siihen liitetystä ulkoisista laitteista. Ympäristö perustuu palvelimelle, jonka tehtävänä on prosessoida laitteista kerättyä dataa. Palvelin voidaan asentaa lokaalisti tietokoneelle tai hyödyntäen pilvipalveluita. Ympäristö on kehitetty kykeneväksi prosessoimaan miljardeja laitetapahtumia päivittäin. Laitteista kerätyn arvokkaan datan ollessa IoT:n keskipisteessä ympäristö lupaa tiedoille pitkäaikaisen säilyvyyden. Tietoja ei katoa laitetapahtumien määrästä riippumatta. SiteWhere sisältää palveluntarjoajarajapinnat (SPI), joihin sisältyy ympäristön ydinmalli, mutta myös mahdollisuus kolmansille osapuolille laajentaa sekä muokata ympäristöä haluamallaan uusilla tekniikoilla. (SiteWhere 2015a.)

Ympäristö lupaa kehittyneen laitteiden hallintajärjestelmän, joka mahdollistaa laitteiden täydellisen hallinnan niiden koko elinkaaren ajan. Elinkaarella tarkoitetaan laitteiden rekisteröimistä ympäristöön, komentojen lähettämistä laitteisiin sekä datan vastaanottamista ja käsittelyä takaisin laitteesta. Järjestelmä sisältää joukon niin sanottuja ydinrajapintoja, joihin on mahdollista lisätä sekä konfiguroida uusia kommunikointiprotokollia sekä ohjelmointiskeemoja. Laitteista vastaanotettu data on luettavassa muodossa ja haettavissa erilaisilla kyselyillä. Laitteet

yhdistetään niin sanottuihin asetteihin, kuten ihmisiin tai erillisiin esineisiin. Esimerkiksi kulkukortti voidaan yhdistää sen omistavaan henkilöön, jolloin kyseinen henkilö on laitteen asset. Asettien hallinta on mahdollista myös ulkoisten järjestelmien ja protokollien kautta, kuten esimerkiksi LDAP:n. (SiteWhere 2015a.)

Kolmannen osapuolen integraatorajapinnat mahdollistavat erilaiset käyttömahdollisuudet tapahtumatiedoille. Tietoa voidaan esimerkiksi lähettää suoraan ulkoiseen sovellukseen tai erillistä sovellusta voidaan käyttää vaikkapa luomaan hälytystilanteessa puhelimeen tekstiviesti tapahtumasta. Ympäristön keskiössä on HTML5-pohjainen hallintasovellus, jonka kautta kaiken laitteista kerätyn tiedon tarkastelu ja käsittely on mahdollista ymmärrettävässä muodossa. Hallintasovellus käyttää REST-palveluita ollessaan vuorovaikutuksessa tietojen kanssa. Kolmannen osapuolen sovellukset voivat käyttää samoja REST-palveluita ilman hallintasovellusta ollessaan tekemisissä SiteWheren käsittelemän datan kanssa. (SiteWhere 2015a.)

SiteWhere tarjoaa Java-rajapinnan, minkä avulla kommunikointi on mahdollista useimmilla tarjolla olevilla REST-palveluilla. Ulkoiset Java-koodia tukevat järjestelmät on mahdollista yhdistää SiteWhereen koodinpätkällä. Ympäristössä on käyttäjänhallintaympäristö, jonka tarkoituksena on suojella kerättyä tietoa rajoittamalla tietoihin käsiksi pääsyä. Käyttäjätiedot voidaan myös hakea ulkoisesta tietolähteestä, kuten LDAP:stä. Järjestelmän tarkoituksena on luoda yksityiskoh- taista tietoa laitteista kerätystä datasta ja mahdollistaa tiedon etsimisen tietokan- nasta myöhempää tarkastelua varten. (SiteWhere 2015a.)

#### 4.1 SiteWhere-komponentit

SiteWhere koostuu useasta avoimen lähdekoodin ratkaisusta, jotka yhdessä muodostavat toimivan kokonaisuuden. Opinnäytetyössä asennetaan perusasennuksen yhteydessä MongoDB-dokumenttietokanta sekä HiveMQ MQTT -välittäjä, mutta ympäristö koostuu muistakin avoimen lähdekoodin komponenteista.

SiteWhere ydinpalvelin pyörii Apache Tomcat 7:n päällä. Tomcat on suosittu avoimen lähdekoodin web-palvelin. SiteWhere on kehitetty WAR-tiedostoksi

(Web Application Archive) ja se käynnistyy, kun Tomcat-serveri käynnistetään. Ympäristön asetukset hoidetaan asetustiedostoilla, jotka sijoitetaan conf-kansioon. Näillä asetuksilla pystytään määrittämään miten SiteWhere käsittelee laite-tapahtumia ja toimii yhdessä ulkoisten palveluiden kanssa. SiteWhere palvelin on keskeisin komponentti ympäristössä ja se kontrolloi jokaista muuta ympäristöön liitettyä komponenttia. (SiteWhere 2015b.)

Spring Framework tarjoaa rajapinnan SiteWhere-ympäristön konfigurointiin ja laajentamiseen. Se mahdollistaa ympäristön laajentamisen, koskematta SiteWheren alkuperäiseen lähdekoodiin. Spring konfiguraatitiedosto sijaitsee tiedostopolussa conf/sitewhere/sitewhere-server.xml. Spring Security puolestaan tarjoaa SiteWhere-ympäristölle tietoturvainfrastruktuurin. SiteWhere sisältää oman käyttäjänhallintakäyttöliittymän, mutta myös Spring Securityn tarjoamat käyttöliittymät ovat mahdollisia. Näiden jo olemassa olevien komponenttien avulla on mahdollista hoitaa todennus järjestelmän sisällä. (SiteWhere 2015a.)

MongoDB on avoimeen lähdekoodiin perustuva suorituskykyinen ja automaattisesti skaalautuva dokumenttitietokanta. Se on yksi suosituimmista NoSQL-tietokannoista ja sen toiminta perustuu JSON-tiedostomuotoon. MongoDB:tä käyttävät mm. Foursquare, Ebay ja McAfee. Lokaaliin SiteWhere asennukseen suositellaan käyttämään MongoDB:tä. (MongoDB 2015.)

Apache HBase on Hadoopin päälle rakennettu avoimen lähdekoodin hajautettu ja lähes lineaarisesti, uuden raudan lisääntyessä, skaalautuva big data tietokanta. SiteWhere käyttää kustomoitua HBase-skeemaa laitetapahtumien tallentamiseen. Tiedot tapahtumista tallennetaan tapahtuma-ajan mukaan niin kutsutuina aikasarjoina, mahdollistaen näin nopean pääsyn haluttuihin tietoihin. (Apache HBase 2015. SiteWhere 2015a.)

Apache Solr on suosittu avoimen lähdekoodin Apache Lucenelle rakennettu hakukone. SiteWhere käyttää Solr:ää indeksoinnissa laitetapahtumadataan liittyvissä kyselyissä. (SiteWhere 2015a.)

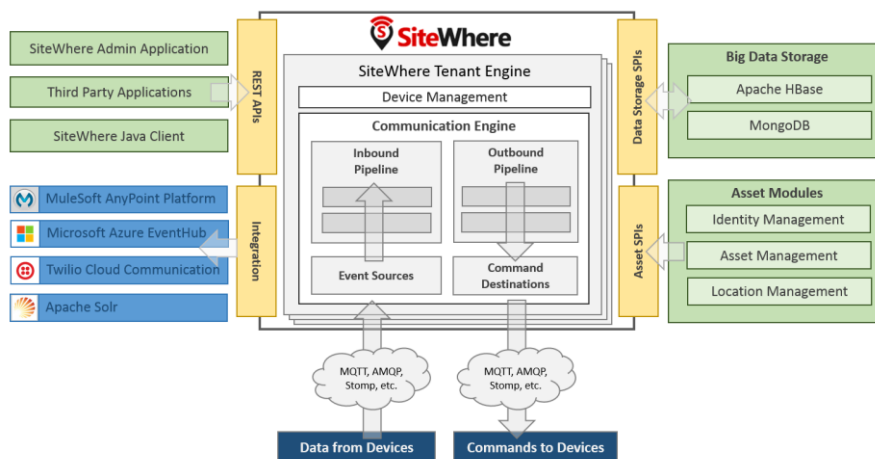
HiveMQ on niin sanottu MQTT-välittäjä. Sen tehtävänä on yhdistää järjestelmä ja siihen liitetyt laitteet keskenään eli toimittaa viestejä järjestelmästä laitteeseen ja

toisinpäin. MQTT on avoimen lähdekoodin kevyt tietoliikenneprotokolla, jota käytetään yleisesti IoT-ympäristöissä. Sitä käytetään yleisesti tiedonvälityksessä ulkoisten laitteiden ja ydinjärjestelmän välillä sen lähes reaaliaikaisen viestinvälityksen ja erittäin pienen latenssin takia. (HiveMQ 2015.)

SiteWhere sisältää HTML5-pohjaisen hallintasovelluksen, jota käytetään suoraan verkkoselaimen kautta. Hallintasovelluksen kautta tehtävät mahdolliset muutokset järjestelmään riippuvat siitä millaisia oikeuksia käyttäjätunnukselle on asetettu. Oletusasetuksessa ympäristössä on vain yksi käyttäjä, admin, jolla on täydet oikeudet ympäristön hallintaan. (SiteWhere 2015b.)

REST-palvelut mahdollistavat pääsyn SiteWheren ydintoimintoihin ulkoisesti. Niiden avulla voidaan lähettää toimintoja, joilla pystytään luomaan, tarkastelemaan, päivittämään tai poistamaan kokonaisuuksia järjestelmästä. Palvelut voivat myös olla yhteydessä ympäristön itsenäisten komponenttien kanssa. SiteWhere sisältää toimivan version Swaggerista, mikä on käyttöliittymä REST-pyyntöjen lähettämiseen käynnissä olevalle SiteWhere-palvelimelle ja JSON-vastausten tarkasteluun. Oletusasetuksessa Swaggerin osoite on localhost.com/sitewhere/. (SiteWhere 2015b.)

Kuvassa 3 on havainnollistettu SiteWhere-ympäristön arkkitehtuuri.



Kuva 3. SiteWhere-ympäristön arkkitehtuuri. (SiteWhere 2015b.)

## 4.2 SiteWheren asennus

SiteWhere-testiympäristön asennus on varsin yksinkertaista. Ympäristö asennetaan lokaalisti Ubuntu-käyttöjärjestelmään, koska testiympäristöön tutustuminen ei vaadi tietokoneelta tai ympäristöltä pidempiaikaista päälläoloaikaa. Todellisessa käytössä ympäristöä suositellaan käyttämään kehittäjän jakamalla ohjelmistopakettilla, joka on valmiiksi konfiguroitu pilvipalveluun sopivaksi. Saatavilla olevat pilvipalveluasennuksen levykuvakkeet löytyvät Amazon EC2 ja Microsoft Azure -palveluihin. Paikallinen asennus on huomattavasti joustavampi, mutta vaatii luonnollisesti konfiguroinnin suhteen enemmän työtä. Opinnäytetyössä käytetään työpöytäympäristöllä varustettua Ubuntu 14.04.3 -käyttöjärjestelmää, joka asennetaan VirtualBox- virtuaalikoneeseen. SiteWhere-ympäristön asennus ei poikkea merkittävästi muilla Linux-jakeluilla.

Toimiakseen SiteWhere-ympäristö vaatii Javan asentamisen käyttöjärjestelmään. Ubuntussa tämä tapahtuu seuraavasti:

Kirjaudutaan sisään järjestelmän pääkäyttäjänä: *sudo su*

Päivitetään pakettilista: *apt-get update -y*

Ladataan Java: *apt-get install unzip openjdk-7-jdk*

Seuraavaksi asennetaan MongoDB-tietokanta. Sitewhere suosittelee käyttämään MongoDB:tä lokaaleissa asennuksissa:

```
sudo apt-key adv --keyserver hkp://keyserver.ubuntu.com:80 --recv 7F0CEB10
```

```
echo 'deb http://downloads-distro.mongodb.org/repo/ubuntu-upstart dist 10gen' |  
sudo tee /etc/apt/sources.list.d/mongodb.list
```

```
apt-get update
```

```
apt-get install -y mongodb-org
```

```
echo "mongodb-org hold" | sudo dpkg --set-selections
```

```
echo "mongodb-org-server hold" | sudo dpkg --set-selections
```



```
echo "mongodb-org-shell hold" | sudo dpkg --set-selections
```

```
echo "mongodb-org-mongos hold" | sudo dpkg --set-selections
```

```
echo "mongodb-org-tools hold" | sudo dpkg --set-selections
```

```
service mongod start
```

Tämän jälkeen asennetaan MQTT-välittäjä HiveMQ.

HiveMQ:n lataaminen ei onnistu paketinhallintaohjelmalla, vaan se täytyy käydä lataamassa verkkosivuilta. Sivulla on selkeä Download-painike lataamista varten. Kun tiedosto on ladattu tietokoneelle, toimitaan seuraavasti:

```
Siirretään ladattu hivemq-3.0.3.zip /opt/ kansioon: mv /home/simo/Downloads/hivemq-3.0.3.zip /opt/
```

```
Siirrytään /opt/ kansioon: cd /opt/
```

```
Puretaan hivemq-3.0.3.zip: unzip hivemq-3.0.3.zip
```

```
Siirrytään kansioon: cd hivemq-3.0.3/bin
```

Tämän jälkeen testataan HiveMQ:n toimivuus ja käynnistetään se: `./run.sh &`

HiveMQ:n pitäisi käynnistyä ja olla nyt päällä.

Tämän jälkeen ladataan itse SiteWhere. Lataaminen ei tässäkään tapauksessa onnistu suoraan paketinhallintaohjelmalla, vaan se täytyy käydä lataamassa SiteWheren verkkosivuilta. Asennus on tehty erittäin hankalaksi, koska ladattaessa ympäristöä täytyy sivustolle syöttää sähköpostiosoite, johon latauslinkki lähetetään. Latauslinkin saamisen jälkeen suoritetaan tiedostolle seuraavat toimet:

```
mv /home/simo/Downloads/sitewhere-server-1.1.0.tar.gz /opt/
```

```
cd /opt
```

```
tar -zxvf sitewhere-server-1.1.0.tar.gz
```

```
mv sitewhere-server-1.1.0 /opt/sitewhere
```

```
export CATALINA_HOME=/opt/sitewhere
```

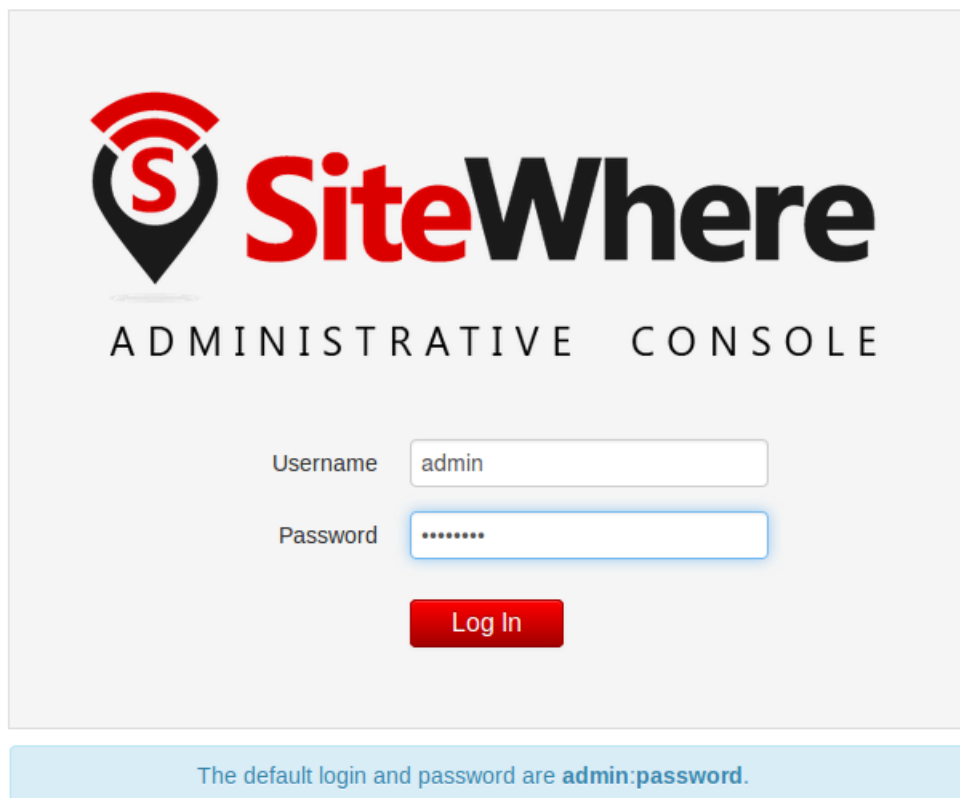
```
cd /opt/sitewhere/bin
```

```
sh startup.sh
```

Tämän jälkeen SiteWhere-palvelimen pitäisi toimia ja selaimella mentäessä osoitteeseen localhost:8080/sitewhere/admin html-pohjaisen hallintasovelluksen pitäisi avautua.

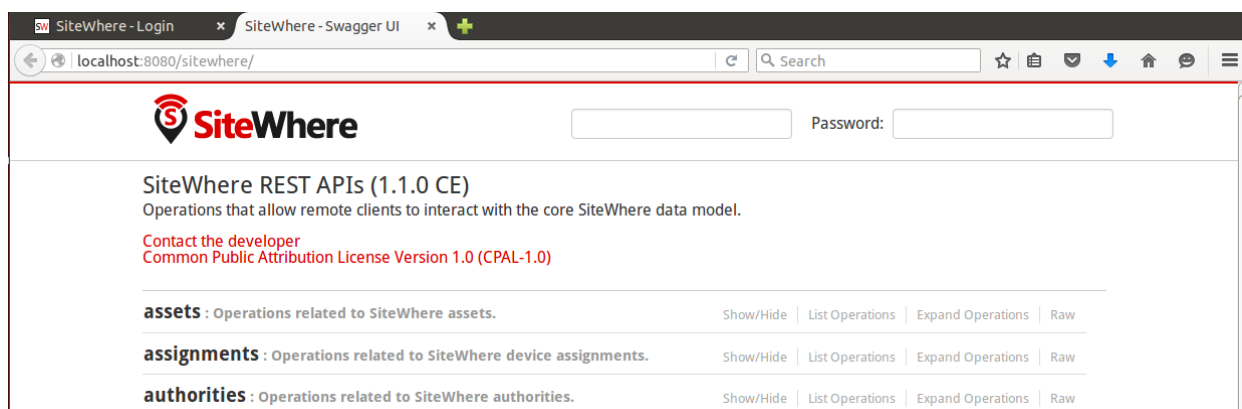
### 4.3 Testiympäristön käyttöönotto

Testiympäristön html-pohjainen hallintasovellus on käytettävissä oletusasetuksilla osoitteessa localhost:8080/sitewhere/admin, kuten kuvasta 4 näkyy. Sisäänkirjautuminen onnistuu käyttäjätunnuksella *admin*, ja salasanalla *password*.



Kuva 4. SiteWhere 1.1.0 version kirjautumisruutu.

Oletusasetuksessa Swagger löytyy selaimella osoitteesta localhost:8080/sitewhere/, kuten kuva 5 osoittaa.



Kuva 5. SiteWhere 1.1.0 version Swagger.

Swagger ei tarvitse oletusasetuksessa käyttäjätunnusta ja salasanaa toimiakseen.

#### 4.4 Käyttökokemukset

SiteWhere-ympäristöstä on hyvin vaikea antaa konkreettisia käyttökokemuksia. Testiympäristö on helppo asentaa, mutta todellisuudessa sillä ei pysty vielä tässä vaiheessa tekemään oikeastaan mitään. Se on hyvin epävakaata ympäristö ja mahdoton käyttää ulkoisilla laitteilla ilman saatavilla olevaa ohjeistusta tai käyttäjäkokemuksia. Hallintasovellukseen ja siinä navigointiin löytyy selkeä ohjeistus, mutta siinä on ohjeistus kerrottu tietokantaan luotujen valmiiden esimerkkien avulla. Ympäristö on kuitenkin ulkoasultaan erittäin siisti ja helposti omaksuttavissa. Välilehtiä on vain kuusi, joiden kautta ympäristössä navigoiminen tapahtuu.

Testiympäristössä pystyy luomaan ja muokkaamaan sivuja, joiden hallintaan ympäristö perustuu. Sivun pystyy luomaan esimerkiksi yksikkökohtaisesti, mikä nimetään, annetaan kuvaus ja rajataan kartalta. Sivulle pystyy syöttämään myös metadataa. Sivua tarkemmin tarkasteltaessa pystyy näkemään sinne liitetyt laitteet ja asetit. Aseteilla tarkoitetaan esimerkiksi tiettyyn yksittäiseen laitteeseen

liitettyä henkilöä tai paikkaa, johon laite on määritetty. Näiden laitekohtaisten tehtävänäntöjen perusteella pystyy tarkastelemaan esimerkiksi paikkatietoja ja laitteista kerättyjä lämpötiloja. Myös mahdolliset hälytykset on suoraan tarkasteltavissa hallintasovelluksen kautta.

Muut välilehdet käsittelevät laitteita ja aikaisemmin mainittuja asetteja. Tässä tapauksessa ympäristöön ei liitetty oikeita ulkoisia laitteita, mutta testiympäristössä on listattuna valmiina toistakymmentä erilaista äylaitetta. Laitteiden lisääminen ja poistaminen yhdistettynä asettiin aiheutti ympäristössä selkeästi ongelmia. Ympäristö jätti tietokantaan niin sanottuja haamulaitteita, vaikka ne oli kertaalleen jo poistettu. Tähänkään ongelmaan ei todellista vastausta löytynyt ohjesivustolta tai keskustelupalstalta lainkaan.

Ympäristö luo tietokantaan malliesimerkkejä sivuista, laitteista sekä käyttäjistä, joiden avulla ympäristön käyttöliittymään on helppo tutustua. Selainpohjainen hallintasovellus itsessään on erittäin selkeä ja helposti opittavissa käyttämään. Ympäristön ja tietokannan välillä on selkeitä yhteensopivuusongelmia, ja hallintaympäristö saattaa jopa lopettaa toimintansa tietokannassa tapahtuneen virheen seurauksena. Users-välilehdellä on mahdollista luoda hallintasovellukseen käyttäjiä ja määrittää käyttöoikeuksia halutuille käyttäjille.

#### 4.5 Android-sovellus

Testasin valmiiksi luotua Android-sovellusta, jonka tarkoitus oli lisätä älypuhelin SiteWhere-järjestelmään. Lähdekoodia jaettiin SiteWheren Google Groupissa. Sovelluksen puhelimeen lisäämisen jälkeen ajoin sovelluksen ja testasin sen toimivuutta. Puhelin kyllä saa yhteyden HiveMQ-välittäjään, mutta ympäristöön se ei puhelinta onnistu lisäämään. MQTT-protokolla siis toimii, mutta ympäristö ei osaa liittää tämän jälkeen laitetta MongoDB-tietokantaan. Tässäkin tapauksessa on mahdotonta sanoa, mistä toimimattomuus loppujen lopuksi johtuu.

## 5 POHDINTA

SiteWhere on keskeneräinen projekti ja ilman sen ympärille muodostunutta tukiverkostoa sitä on mahdotonta nähdä vaihtoehtona kaupalliselle toimijalle. Projektiin lähtiessä ympäristö vaikutti erittäin lupaavalta avoimen lähdekoodin vaihtoehdolta. Kuitenkin ilman aikaisempaa kokemusta IoT-ympäristöistä tai käytetyistä protokollista työskentely osoittautui tietyn pisteen jälkeen täysin mahdottomaksi. Alkuperäisen tavoitteen mukaan testiympäristön asentaminen onnistui ongelmitta, mutta ympäristön lopullinen potentiaali jäi vielä tässä vaiheessa näkemättä. Projektin edetessä ilmaantuneet ideat ympäristön mahdollisista käyttötarkoituksista katosivat yksi toisensa jälkeen toimimattomuusongelmiin ja pienimuotoinen turhautuminen otti vallan. Ilman konkreettista ohjeistusta ympäristön todellinen käyttöönotto oli suoraan sanoen mahdotonta. Tammikuuhun 2016 mennessä ympäristöä on kehitetty nopeasti ja tässä vaiheessa SiteWheren versionumero on jo 1.5.0. Opinnäytetyötä aloittaessa versionumero oli 1.1.0, joten kehitys on ollut erittäin nopeaa ja useita merkittäviä ominaisuuksia on lisätty matkan varrella. Ohjelmavirheitä ja toimimattomuusongelmia on korjattu paljon.

Versio 1.1.0, johon opinnäytetyö perustuu, oli hyvin epävakaa järjestelmä, jonka testiympäristön asentaminen oli kuitenkin yksinkertaista. Internetistä löytyneen noin 30 langan Google Groups -keskustelun ollessa ainoa varsinainen tukiverkosto ympäristölle kävi varhaisessa vaiheessa selväksi, ettei konkreettista käyttökokemusta ympäristön toimivuudesta ole mahdollista saada luettavaksi, koska kirjattuja käyttökokemuksia ei ole saatavilla. Keskustelussa oli kuitenkin muutamia mainintoja ympäristön kotikäytöstä sekä ympäristöön liitetyistä laitteista, mutta suhteuttaen 30 lankaa koko ympäristön vuoden mittaiseen olemassaoloihin se ei ole internetin mittakaavassa paljoakaan. Esimerkiksi Ubuntun suomenkielinen keskustelupalsta kerää saman verran keskustelua alle tunnissa. Toki vertailukohta on huono, koska kyseessä on paikkansa vakiinnuttanut, yksi suosituimmista Linux-jakeluista, mutta en ole aikaisemmin tavannut näin ulkoisesti potentiaalista ja käyttöliittymältään valmiilta vaikuttavaa ohjelmaa, jonka käytöstä ei ole minkäänlaista todellista mainintaa.

Ajankohtaisuutensa ansiosta opinnäytetyö oli kuitenkin erittäin opettava, vaikka odotinkin empiiriseltä osuudelta paljon enemmän. Henkilökohtaisesti en ole koskaan ollut tarkastelemassa yhtäkään ohjelmaa näin tarkasti, näin varhaisessa kehitysvaiheessa, etenkin kun Esineiden internet on juuri läpimurtoaan tekevää tekniikkaa.

Hakukoneiden hakutuloksissa ainoat osumat ympäristöstä koskivat lähinnä potentiaalisia IoT-projekteja, eivät niinkään käyttäjäkohtaisia merkintöjä. Tammi-kuussa 2016 blogimerkintöjä ja keskustelua on kuitenkin ilmaantunut muutama satunnainen merkintä lisää. Ulkoisesti projekti vaikuttaa edelleen erittäin lupaavalta ja sitä on syytä tarkkailla tulevankin vuoden aikana. Vain aika näyttää mihin pisteeseen projekti etenee tulevaisuudessa, ja tuleeko se saavuttamaan paikansa varteenotettavana avoimen lähdekoodin IoT-ympäristönä. Tässä vaiheessa ei kilpailijoitakaan ole vielä kovinkaan paljon.

## LÄHTEET

Apache HBase 2016. Welcome to Apache HBase™. Viitattu 12.1.2016 <http://hbase.apache.org/index.html>

Coss 2015. Avoin lähdekoodi. Viitattu 5.12.2015 <https://coss.fi/avoimuus/avoin-lahdekoodi/>

DigitalOcean 2015. How To Install Java on Ubuntu with Apt-Get. Viitattu 6.10.2015. <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-install-java-on-ubuntu-with-apt-get>

Elisa, Quva 2015. Yritysjohdon opas IoT:n ja teollisen internetin hyödyntämiseen. Viitattu 11.11.2015 [http://quva.fi/ext/cms3/attachments/yritysjohdon\\_opas\\_loT\\_ja\\_teollisen\\_internetin\\_hyodyntamiseen.pdf](http://quva.fi/ext/cms3/attachments/yritysjohdon_opas_loT_ja_teollisen_internetin_hyodyntamiseen.pdf)

Freescale 2014. What the Internet of Things (IoT) Needs to Become a Reality. Viitattu 11.11.2015 [https://www.digikey.com/Web%20Export/Supplier%20Content/Freescale\\_375/PDF/freescale-internet-of-things-reality.pdf](https://www.digikey.com/Web%20Export/Supplier%20Content/Freescale_375/PDF/freescale-internet-of-things-reality.pdf)

HiveMQ 2015. HiveMQ. Viitattu 26.11.2015 <http://www.hivemq.com/>

ITU-T 2012a. Overview of the Internet of things. Viitattu 26.11.2015 <http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=y.2060>

ITU-T 2012b. Y.2060. Viitattu 11.11.2015 <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11559-en?locatt=format:pdf&auth>

Libelium 2016. 50 Sensor Applications for a Smarter World. Viitattu 7.1.2016 [http://www.libelium.com/top\\_50\\_iiot\\_sensor\\_applications\\_ranking](http://www.libelium.com/top_50_iiot_sensor_applications_ranking)

LinkedIn 2015. SiteWhere. Viitattu 26.11.2015 <https://www.linkedin.com/company/sitewhere>

MongoDB 2015. Introduction to MongoDB. Viitattu 26.11.2015 <https://docs.mongodb.org/manual/core/introduction/>

Opensource 2012a. What is open source? Viitattu 13.11.2015 <https://opensource.com/resources/what-open-source>

Opensource 2012b. What is open source software? Viitattu 13.11.2015 <https://opensource.com/resources/what-open-source>

Open Source for America 2012. Benefits of Open Source Software Viitattu 13.11.2015 <http://opensourceforamerica.org/learn-more/benefits-of-open-source-software/>

Open Source Initiative 2007. The Open Source Definition. Viitattu 13.11.2015 <http://opensource.org/docs/osd>

PTC 2015. IoT Use Cases: Start Your Connected Journey Here. Viitattu 16.12.2015 <http://www.ptc.com/File%20Library/IoT/IoT-Use-Case-eBook.pdf>

SiteWhere 2015a. System Overview. Viitattu 26.11.2015 <http://documentation.sitewhere.org/overview.html>

SiteWhere 2015b. System Architecture. Viitattu 12.1.2016 <http://documentation.sitewhere.org/architecture.html>

Tekes 2015a. Teollinen internet –ohjelman tavoitteet. Viitattu 15.12.2015 <http://www.tekes.fi/ohjelmat-ja-palvelut/ohjelmat-ja-verkostot/teollinen-internet/>

Tekes 2015b. Mitä teollinen internet on?. Viitattu 15.12.2015 <http://www.tekes.fi/ohjelmat-ja-palvelut/ohjelmat-ja-verkostot/teollinen-internet/>

Valtioneuvosto 2015a. Hallitusohjelman toimeenpano. Viitattu 20.11.2015 <http://valtioneuvosto.fi/hallitusohjelman-toteutus/karkihankkeiden-toimintasuunnitelma>

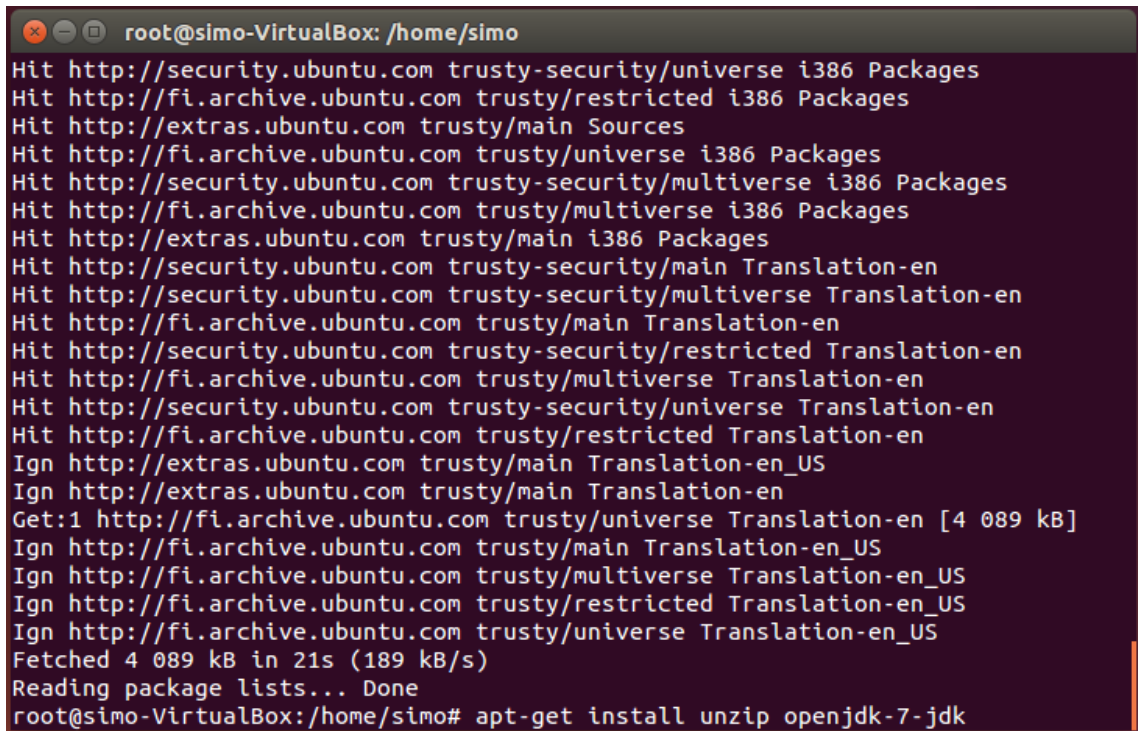
Valtioneuvosto 2015b. Digitalisaatio, kokeilut ja normien purkaminen. Viitattu 20.11.2015 <http://valtioneuvosto.fi/hallitusohjelman-toteutus/digitalisaatio>

Valtioneuvosto 2015c. Rakennetaan digitaalisen liiketoiminnan kasvu ympäristö. Viitattu 15.12.2015 <http://valtioneuvosto.fi/hallitusohjelman-toteutus/digitalisaatio/karkihanke2>



## Liite 1. SiteWheren ja sen vaatimien komponenttien asentaminen Ubuntu-käyttöjärjestelmään

Ohessa kuvakaappaukset SiteWhere ympäristön asennuksesta Ubuntu-käyttöjärjestelmään. Asennus aloitetaan asentamalla Java, jonka jälkeen asennetaan MongoDB, HiveMQ ja lopuksi SiteWhere.

A terminal window screenshot showing the output of an 'apt-get update' command. The window title is 'root@simo-VirtualBox: /home/simo'. The output lists various Ubuntu repositories and their package counts, including security, restricted, main, universe, multiverse, and translation-en sources. It shows that 4,089 kB of data was fetched in 21 seconds at a rate of 189 kB/s. The terminal ends with the command 'apt-get install unzip openjdk-7-jdk'.

```
root@simo-VirtualBox: /home/simo
Hit http://security.ubuntu.com trusty-security/universe i386 Packages
Hit http://fi.archive.ubuntu.com trusty/restricted i386 Packages
Hit http://extras.ubuntu.com trusty/main Sources
Hit http://fi.archive.ubuntu.com trusty/universe i386 Packages
Hit http://security.ubuntu.com trusty-security/multiverse i386 Packages
Hit http://fi.archive.ubuntu.com trusty/multiverse i386 Packages
Hit http://extras.ubuntu.com trusty/main i386 Packages
Hit http://security.ubuntu.com trusty-security/main Translation-en
Hit http://security.ubuntu.com trusty-security/multiverse Translation-en
Hit http://fi.archive.ubuntu.com trusty/main Translation-en
Hit http://security.ubuntu.com trusty-security/restricted Translation-en
Hit http://fi.archive.ubuntu.com trusty/multiverse Translation-en
Hit http://security.ubuntu.com trusty-security/universe Translation-en
Hit http://fi.archive.ubuntu.com trusty/restricted Translation-en
Ign http://extras.ubuntu.com trusty/main Translation-en_US
Ign http://extras.ubuntu.com trusty/main Translation-en
Get:1 http://fi.archive.ubuntu.com trusty/universe Translation-en [4 089 kB]
Ign http://fi.archive.ubuntu.com trusty/main Translation-en_US
Ign http://fi.archive.ubuntu.com trusty/multiverse Translation-en_US
Ign http://fi.archive.ubuntu.com trusty/restricted Translation-en_US
Ign http://fi.archive.ubuntu.com trusty/universe Translation-en_US
Fetched 4 089 kB in 21s (189 kB/s)
Reading package lists... Done
root@simo-VirtualBox:/home/simo# apt-get install unzip openjdk-7-jdk
```

Asennetaan Java paketinhallinnan päivittämisen jälkeen ylläolevalla komennolla.

```

simo@simo-VirtualBox: ~
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-7-openjdk-i386/bin/schemagen to provide
/usr/bin/schemagen (schemagen) in auto mode
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-7-openjdk-i386/bin/serialver to provide
/usr/bin/serialver (serialver) in auto mode
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-7-openjdk-i386/bin/wsgen to provide
/usr/bin/wsgen (wsgen) in auto mode
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-7-openjdk-i386/bin/wsimport to provide
/usr/bin/wsimport (wsimport) in auto mode
update-alternatives: using /usr/lib/jvm/java-7-openjdk-i386/bin/xjc to provide /
usr/bin/xjc (xjc) in auto mode
Processing triggers for libc-bin (2.19-0ubuntu6.6) ...
Processing triggers for ca-certificates (20141019ubuntu0.14.04.1) ...
Updating certificates in /etc/ssl/certs... 0 added, 0 removed; done.
Running hooks in /etc/ca-certificates/update.d...
done.
done.
root@simo-VirtualBox:/home/simo# java -version
java version "1.7.0_91"
OpenJDK Runtime Environment (IcedTea 2.6.3) (7u91-2.6.3-0ubuntu0.14.04.1)
OpenJDK Client VM (build 24.91-b01, mixed mode, sharing)
root@simo-VirtualBox:/home/simo# exit
exit
simo@simo-VirtualBox:~$ sudo apt-key adv --keyserver hkp://keyserver.ubuntu.com:
80 --recv 7F0CEB10

```

Aloitetaan MongoDB:n asennus ylläolevalla komennolla.

```

simo@simo-VirtualBox: ~
Processing triggers for ca-certificates (20141019ubuntu0.14.04.1) ...
Updating certificates in /etc/ssl/certs... 0 added, 0 removed; done.
Running hooks in /etc/ca-certificates/update.d...
done.
done.
root@simo-VirtualBox:/home/simo# java -version
java version "1.7.0_91"
OpenJDK Runtime Environment (IcedTea 2.6.3) (7u91-2.6.3-0ubuntu0.14.04.1)
OpenJDK Client VM (build 24.91-b01, mixed mode, sharing)
root@simo-VirtualBox:/home/simo# exit
exit
simo@simo-VirtualBox:~$ sudo apt-key adv --keyserver hkp://keyserver.ubuntu.com:
80 --recv 7F0CEB10
[sudo] password for simo:
Executing: gpg --ignore-time-conflict --no-options --no-default-keyring --homedir
/tmp/tmp.RkxLmDHG0N --no-auto-check-trustdb --trust-model always --keyring /et
c/apt/trusted.gpg --primary-keyring /etc/apt/trusted.gpg --keyserver hkp://keyse
rver.ubuntu.com:80 --recv 7F0CEB10
gpg: requesting key 7F0CEB10 from hkp server keyserver.ubuntu.com
gpg: key 7F0CEB10: public key "Richard Kreuter <richard@10gen.com>" imported
gpg: Total number processed: 1
gpg: imported: 1 (RSA: 1)
simo@simo-VirtualBox:~$ echo 'deb http://downloads-distro.mongodb.org/repo/ubuntu
u-upstart dist 10gen' | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/mongodb.list

```

Jatketaan MongoDB:n asennusta kirjoittamalla komento.

```

simo@simo-VirtualBox: ~
Hit http://fi.archive.ubuntu.com trusty/multiverse Translation-en
Hit http://fi.archive.ubuntu.com trusty/restricted Translation-en
Hit http://fi.archive.ubuntu.com trusty/universe Translation-en
Get:21 http://security.ubuntu.com trusty-security/multiverse Sources [2 357 B]
Get:22 http://security.ubuntu.com trusty-security/main i386 Packages [378 kB]
Ign http://fi.archive.ubuntu.com trusty/main Translation-en_US
Ign http://fi.archive.ubuntu.com trusty/multiverse Translation-en_US
Ign http://fi.archive.ubuntu.com trusty/restricted Translation-en_US
Ign http://fi.archive.ubuntu.com trusty/universe Translation-en_US
Get:23 http://security.ubuntu.com trusty-security/restricted i386 Packages [12,7
kB]
Get:24 http://security.ubuntu.com trusty-security/universe i386 Packages [122 kB
]
Get:25 http://security.ubuntu.com trusty-security/multiverse i386 Packages [4 95
5 B]
Hit http://security.ubuntu.com trusty-security/main Translation-en
Hit http://security.ubuntu.com trusty-security/multiverse Translation-en
Hit http://security.ubuntu.com trusty-security/restricted Translation-en
Hit http://security.ubuntu.com trusty-security/universe Translation-en
Ign http://downloads-distro.mongodb.org dist/10gen Translation-en_US
Ign http://downloads-distro.mongodb.org dist/10gen Translation-en
Fetched 2 773 kB in 33s (82,5 kB/s)
Reading package lists... Done
simo@simo-VirtualBox:~$ sudo apt-get install -y mongodb-org

```

Päivitetään paketinhallinta ja asennetaan MongoDB tietokanta.

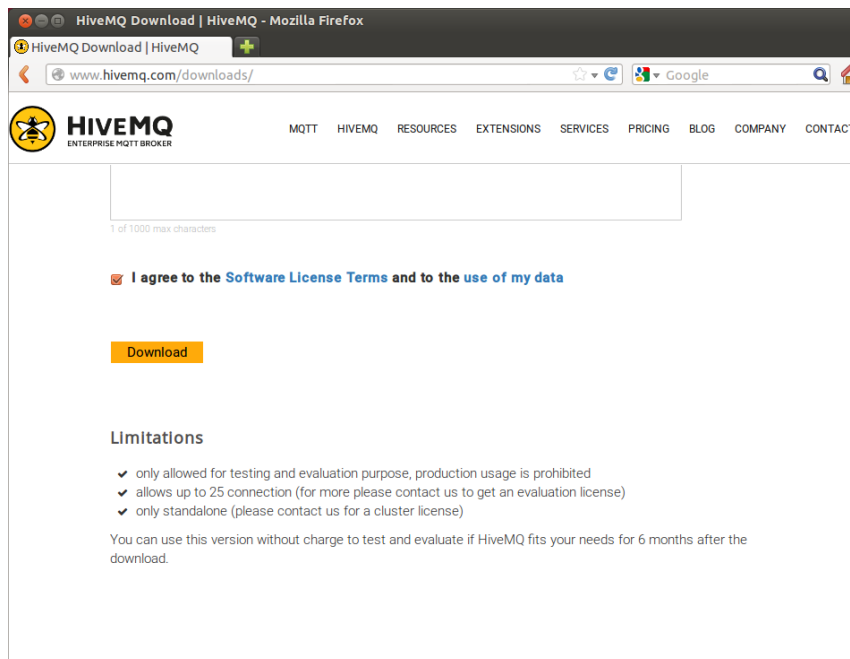
```

simo@simo-VirtualBox: ~
Setting up mongodb-org-server (2.6.11) ...
Adding system user `mongodb' (UID 116) ...
Adding new user `mongodb' (UID 116) with group `nogroup' ...
Not creating home directory `/home/mongodb'.
Adding group `mongodb' (GID 125) ...
Done.
Adding user `mongodb' to group `mongodb' ...
Adding user mongodb to group mongodb
Done.
mongod start/running, process 16306
Setting up mongodb-org-mongos (2.6.11) ...
Setting up mongodb-org-tools (2.6.11) ...
Processing triggers for ureadahead (0.100.0-16) ...
Setting up mongodb-org (2.6.11) ...
simo@simo-VirtualBox:~$ echo "mongodb-org hold" | sudo dpkg --set-selections
simo@simo-VirtualBox:~$ echo "mongodb-org-server hold" | sudo dpkg --set-selecti
ons
simo@simo-VirtualBox:~$ echo "mongodb-org-shell hold" | sudo dpkg --set-selectio
ns
simo@simo-VirtualBox:~$ echo "mongodb-org-mongos hold" | sudo dpkg --set-selecti
ons
simo@simo-VirtualBox:~$ echo "mongodb-org-tools hold" | sudo dpkg --set-selectio
ns
simo@simo-VirtualBox:~$ sudo service mongod start

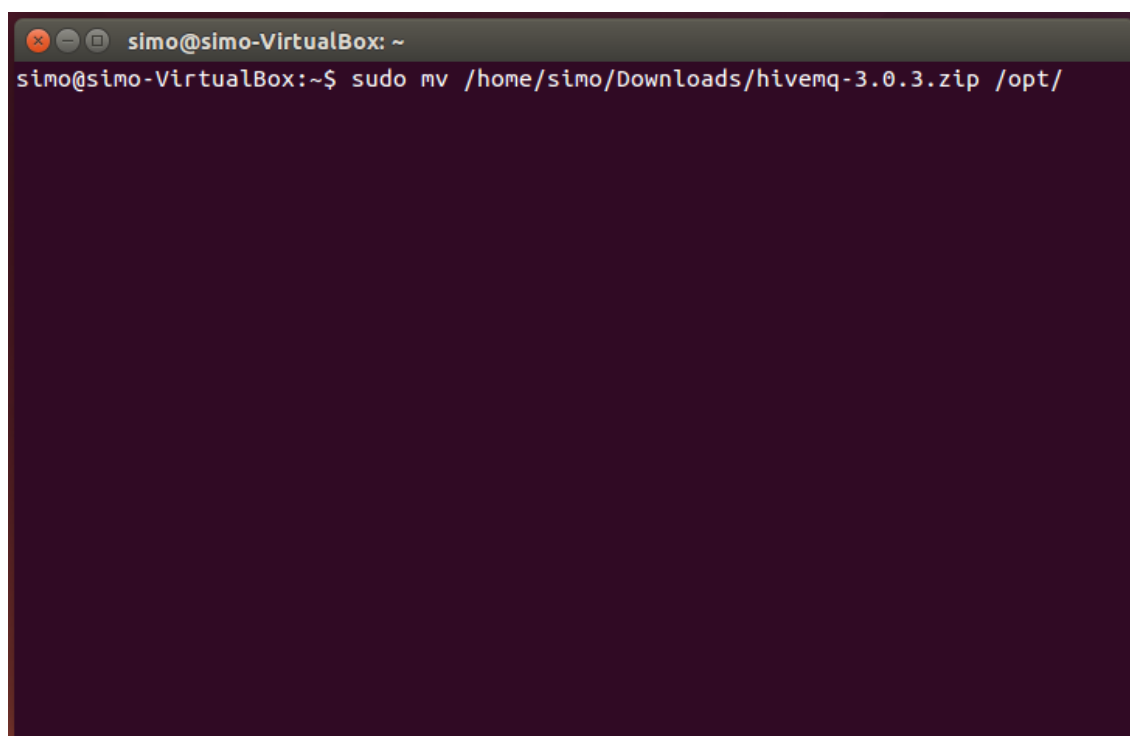
```

Viimeiset komennot ja MongoDB on valmis käynnistettäväksi. Tässä tapauk-  
sessa se oli jo päällä.

Seuraavaksi ladataan ja asennetaan MQTT-välittäjä HiveMQ.



HiveMQ:n lataaminen tapahtuu verkkosivujen kautta.



Kun pakattu HiveMQ on ladattu, siirretään se /opt/ kansioon.

```
simo@simo-VirtualBox: /opt
simo@simo-VirtualBox:~$ sudo mv /home/simo/Downloads/hivemq-3.0.3.zip /opt/
simo@simo-VirtualBox:~$ cd /opt/
simo@simo-VirtualBox:/opt$ sudo unzip hivemq-3.0.3.zip
```

Puretaan paketti hivemq-3.0.3.zip.

```
simo@simo-VirtualBox: /opt/hivemq-3.0.3/bin
t-messages.xml
  inflating: hivemq-3.0.3/conf/examples/configuration/other/config-in-memory.xml
  inflating: hivemq-3.0.3/conf/examples/configuration/other/config-shared-subscriptions.xml
  inflating: hivemq-3.0.3/conf/examples/configuration/other/config-throttling.xml
  creating: hivemq-3.0.3/conf/examples/configuration/tls/
  inflating: hivemq-3.0.3/conf/examples/configuration/tls/config-sample-mqtt-tls-client-auth.xml
  inflating: hivemq-3.0.3/conf/examples/configuration/tls/config-sample-mqtt-tls.xml
  inflating: hivemq-3.0.3/conf/examples/configuration/tls/config-sample-websockets-tls.xml
  creating: hivemq-3.0.3/conf/examples/logging/
  inflating: hivemq-3.0.3/conf/examples/logging/logback.xml
  creating: hivemq-3.0.3/plugins/
  inflating: hivemq-3.0.3/plugins/hivemq-jmx-metrics-plugin-3.0.0.jar
  inflating: hivemq-3.0.3/plugins/hivemq-sys-topic-plugin-3.0.0.jar
  creating: hivemq-3.0.3/data/
  creating: hivemq-3.0.3/log/
  creating: hivemq-3.0.3/license/
simo@simo-VirtualBox:/opt$ cd /opt/hivemq-3.0.3/bin/
simo@simo-VirtualBox:/opt/hivemq-3.0.3/bin$ sudo ./run.sh &
```

Kun paketti on purettu siirrytään /bin/ kansioon ja käynnistetään HiveMQ.

```
simo@simo-VirtualBox: /opt/hivemq-3.0.3/bin

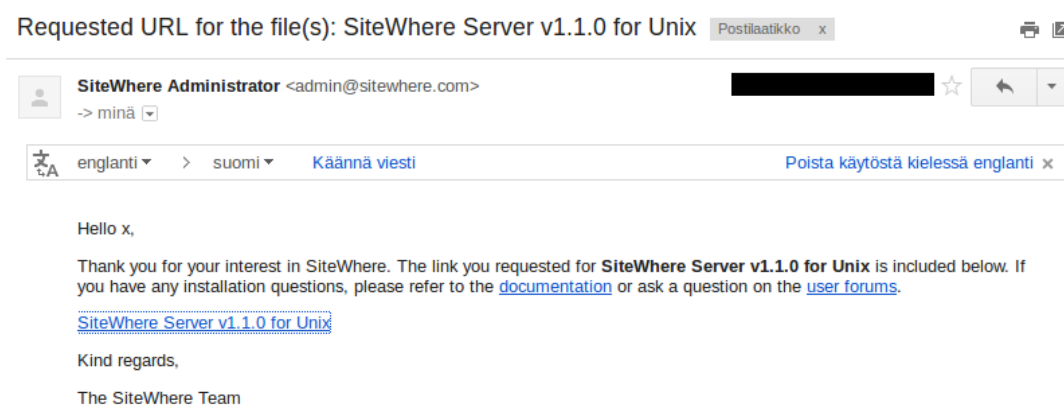
JAVA_OPTS: -Djava.net.preferIPv4Stack=true -XX:-UseSplitVerifier -noverify -XX:+HeapDumpOnOutOfMemoryError -XX:HeapDumpPath=/opt/hivemq-3.0.3/heap-dump.hprof

-----

2016-01-13 02:38:11,824 INFO - Starting HiveMQ Server
2016-01-13 02:38:11,840 INFO - HiveMQ version: 3.0.3
2016-01-13 02:38:11,843 INFO - HiveMQ home directory: /opt/hivemq-3.0.3
2016-01-13 02:38:13,476 INFO - Created user preferences directory.
2016-01-13 02:38:19,245 INFO - No valid license file found. Using evaluation li
cense, restricted to 25 connections.
2016-01-13 02:38:22,124 INFO - The HiveMQ cluster ID is b0577303-71f5-42e8-a2bf
-e4ac30dfb3f1
2016-01-13 02:38:23,946 INFO - Loaded Plugin HiveMQ JMX Metrics Reporting Plugi
n - v3.0.0
2016-01-13 02:38:23,948 INFO - Loaded Plugin HiveMQ Sys Topic Plugin - v3.0.0
2016-01-13 02:38:24,027 INFO - JMX Metrics Reporting started.
2016-01-13 02:38:24,083 INFO - Starting TCP listener on address 0.0.0.0 and por
t 1883
2016-01-13 02:38:24,295 INFO - Started TCP Listener on address 0.0.0.0 and on p
ort 1883
2016-01-13 02:38:24,304 INFO - Started HiveMQ in 12466ms
```

HiveMQ on nyt onnistuneesti käynnistetty ja valmiina yhteyksille.

Seuraavaksi asennetaan itse SiteWhere käyttöjärjestelmään. Lataaminen tapahtuu verkkosivun kautta, josta löytyy latauslinkki. Sitä seuraamalla tilataan sähköpostiin suora latauslinkki SiteWhereä varten.



Latauslinkki on saapunut sähköpostiin ja klikkaamalla sitä lataus alkaa.

```
simo@simo-VirtualBox: ~
simo@simo-VirtualBox:~$ sudo mv /home/simo/Downloads/sitewhere-server-1.1.0.tar.gz /opt/
```

Siirretään pakattu site-where-server-1.1.0 /opt/ hakemistoon.

```
simo@simo-VirtualBox: /opt
sitewhere-server-1.1.0/lib/catalina-ha.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/catalina-tribes.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/catalina.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/ecj-4.4.2.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/el-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/jasper-el.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/jasper.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/jsp-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/log4j.xml
sitewhere-server-1.1.0/lib/servlet-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-coyote.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-dbcp.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-i18n-es.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-i18n-fr.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-i18n-ja.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-jdbc.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-util.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat7-websocket.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/websocket-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/temp/safeToDelete.tmp
sitewhere-server-1.1.0/webapps/sitewhere.war
simo@simo-VirtualBox:/opt$ sudo mv sitewhere-server-1.1.0 /opt/sitewhere
```

Puretaan sitewhere-server-1.1.0 komennolla `tar -zxvf sitewhere-server-1.1.0.tar.gz` ja siirretään purettu paketti samalla luotavaan `/opt/sitewhere` hakemistoon.

```

simo@simo-VirtualBox: /opt/sitewhere/bin
sitewhere-server-1.1.0/lib/el-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/jasper-el.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/jasper.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/jsp-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/log4j.xml
sitewhere-server-1.1.0/lib/servlet-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-coyote.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-dbc.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-i18n-es.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-i18n-fr.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-i18n-ja.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-jdbc.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-util.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat7-websocket.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/websocket-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/temp/safeToDelete.tmp
sitewhere-server-1.1.0/webapps/sitewhere.war
simo@simo-VirtualBox:/opt$ sudo mv sitewhere-server-1.1.0 /opt/sitewhere
simo@simo-VirtualBox:/opt$ sudo export CATALINA_HOME=/opt/sitewhere
sudo: export: command not found
simo@simo-VirtualBox:/opt$ export CATALINA_HOME=/opt/sitewhere
simo@simo-VirtualBox:/opt$ cd /opt/sitewhere/bin/
simo@simo-VirtualBox:/opt/sitewhere/bin$ sudo sh startup.sh

```

Siirrytään /opt/sitewhere/bin/ hakemistoon ja käynnistetään SiteWhere.

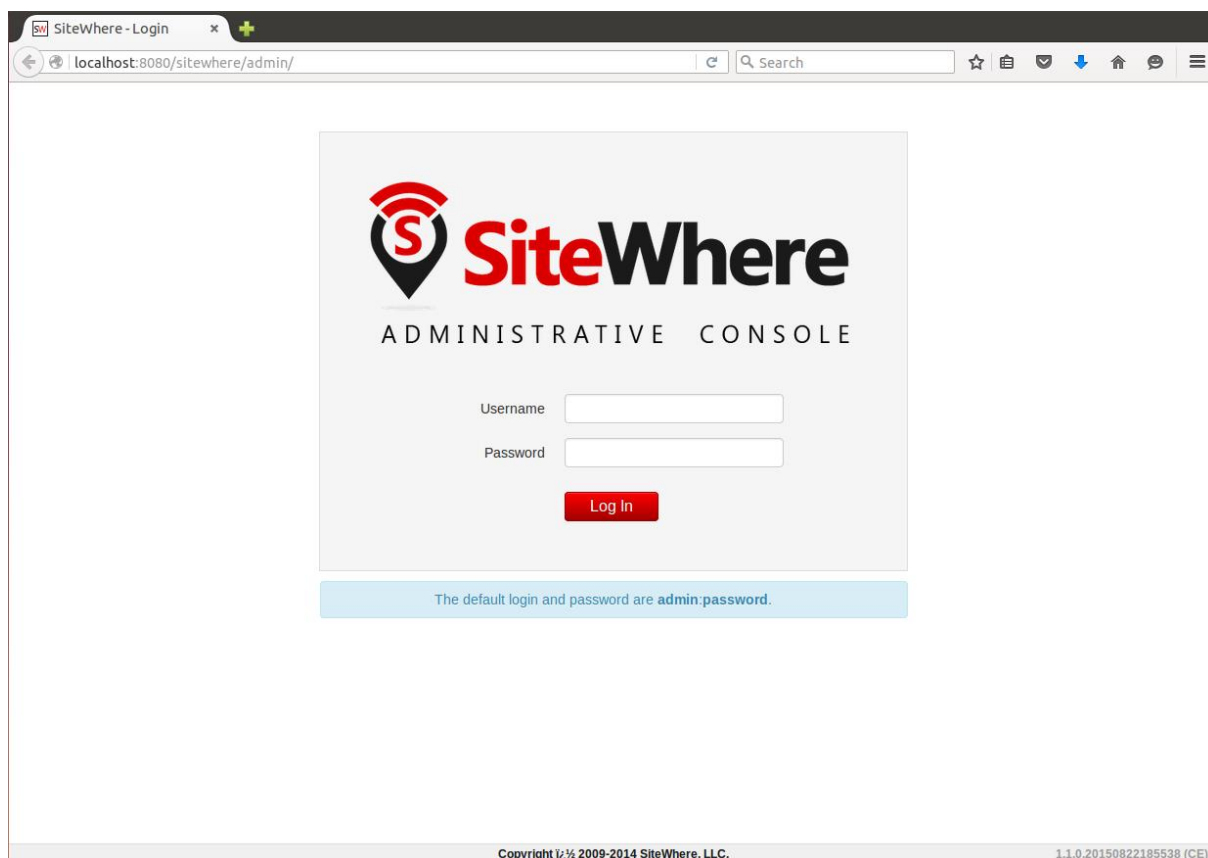
```

simo@simo-VirtualBox: /opt/sitewhere/bin
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-dbc.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-i18n-es.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-i18n-fr.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-i18n-ja.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-jdbc.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat-util.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/tomcat7-websocket.jar
sitewhere-server-1.1.0/lib/websocket-api.jar
sitewhere-server-1.1.0/temp/safeToDelete.tmp
sitewhere-server-1.1.0/webapps/sitewhere.war
simo@simo-VirtualBox:/opt$ sudo mv sitewhere-server-1.1.0 /opt/sitewhere
simo@simo-VirtualBox:/opt$ sudo export CATALINA_HOME=/opt/sitewhere
sudo: export: command not found
simo@simo-VirtualBox:/opt$ export CATALINA_HOME=/opt/sitewhere
simo@simo-VirtualBox:/opt$ cd /opt/sitewhere/bin/
simo@simo-VirtualBox:/opt/sitewhere/bin$ sudo sh startup.sh
Using CATALINA_BASE: /opt/sitewhere
Using CATALINA_HOME: /opt/sitewhere
Using CATALINA_TMPDIR: /opt/sitewhere/temp
Using JRE_HOME: /usr
Using CLASSPATH: /opt/sitewhere/bin/bootstrap.jar:/opt/sitewhere/bin/tomcat-juli.jar
Tomcat started.
simo@simo-VirtualBox:/opt/sitewhere/bin$

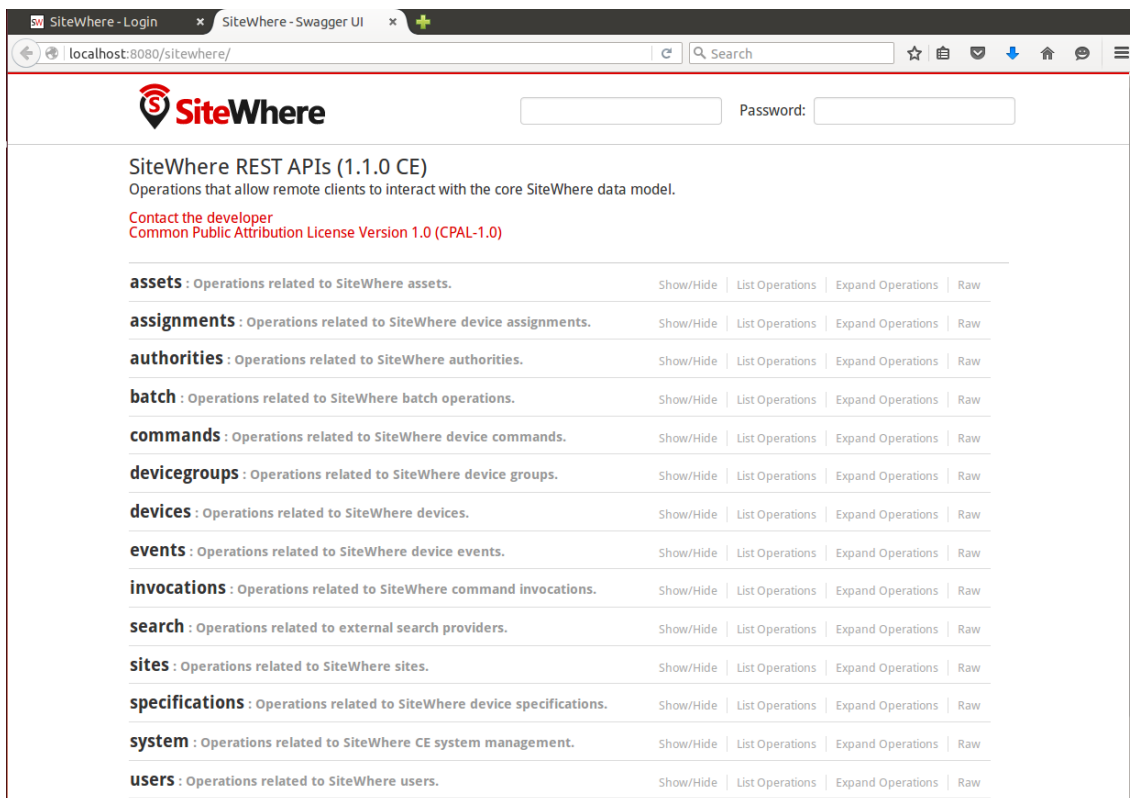
```

SiteWhere 1.1.0 on nyt asennettu ja käynnistetty. Seuraavaksi avataan selain ja mennään osoitteeseen localhost:8080/sitewhere/admin.



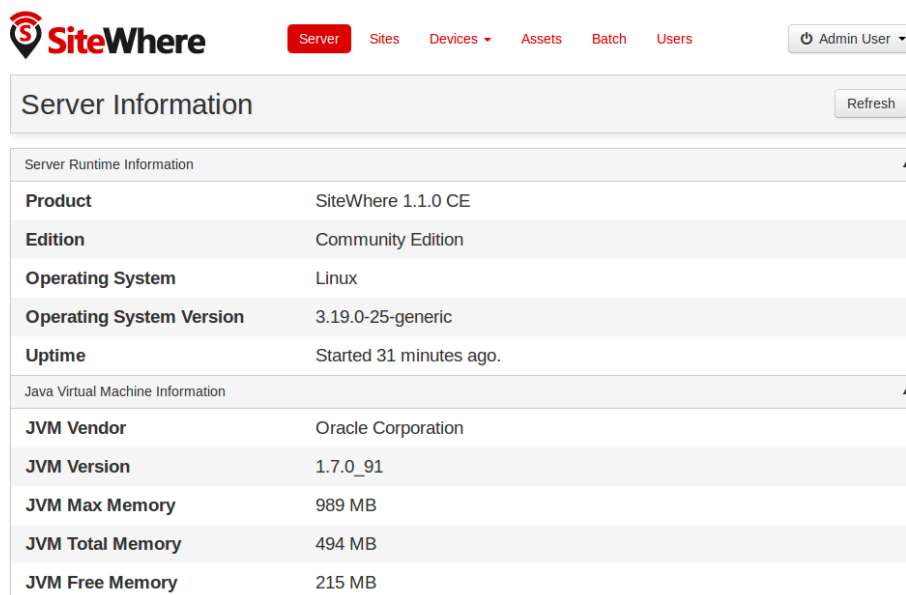


Selainpohjainen hallintaympäristö aukeaa. SiteWhere on asennettu onnistuneesti. Käyttäjätunnus oletusasennuksessa on admin ja salasana password.



Swagger REST pyynnöille löytyy osoitteesta localhost:8080/sitewhere/.

Seuraavaksi tarkastellaan SiteWhere käyttöliittymää hieman tarkemmin.



Kirjautuessa sisään hallintasovellus näyttää tältä. Ensimmäinen välilehti kertoo tietoja käynnissä olevasta SiteWhere-serveristä.

Sites välilehti. Kuvassa ympäristön valmiiksi MongoDB tietokantaan luoma esimerkkisivu, jota on mahdollista muokata tai tarkastella lähemmin.





















Specification	Asset	Token	Desc	Created	Updated
Android Tablet	Galaxy Tab 3 (SKU: GTAB3)	d2604433-e4eb-419b-97c7-88efe9b2cd41	This thin, lightweight Android tablet features a 7-inch touch display along with...	2016-01-13 02:58:40	N/A
Arduino High Memory	Arduino Mega 2560 (SKU: M2560)	417b36a8-21ef-4196-a8fe-cc756f994d0b	The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560.	2016-01-13 02:58:40	N/A
Gateway Default	Gateway Device (SKU: GW1)	75126a52-0607-4cca-b995-df40e73a707b	Sample gateway for testing nested device configurations.	2016-01-13 02:58:40	N/A

Esimerkkilaitteita Devices välilehdellä. Kuvassa vain muutama valmiiksi luoduista esimerkeistä.

**SiteWhere** Server Sites **Devices** Assets Batch Users Admin User

### Manage Devices

Filter Results Add New Device

















 <b>Arduino Mega 2560</b> Id: 289795f2-3352-404e-ade2-... Spec:Arduino High Memory	 <b>Construction Trailer</b> Assigned: 2016-01-13 02:58:56 Status: Active	Created: 2016-01-13 02:58:56 Updated: N/A	  
 <b>Raspberry Pi</b> Id: 1add9a6e-6f9a-4e7c-a6d4-... Spec:Raspberry Pi	 <b>Construction Trailer</b> Assigned: 2016-01-13 02:58:56 Status: Active	Created: 2016-01-13 02:58:56 Updated: N/A	  
 <b>MeiTrack MT90</b> Id: 5e6a96bd-1be9-47aa-8e82-... Spec:MeiTrack GPS	 <b>Caterpillar D5K2 Dozer</b> Assigned: 2016-01-13 02:58:55 Status: Active	Created: 2016-01-13 02:58:55 Updated: N/A	  
 <b>Galaxy Tab 3</b> Id: 0fd6ebc6-f207-4a4b-8526-1... Spec:Android Tablet	 <b>Martin Weber</b> Assigned: 2016-01-13 02:58:55 Status: Active	Created: 2016-01-13 02:58:55 Updated: N/A	  

Laitteita liitettyä niin sanottuihin asetteihin.

**SiteWhere** Server Sites Devices **Assets** Batch Users Admin User

### Manage Asset Categories

Add New Asset Category

 Default Device Management (fs-devices)	  
 Default Hardware Management (fs-hardware)	  
 Default Identity Management (fs-persons)	  
 Default Location Management (fs-locations)	  

1 - 4 of 4 items

Assets välilehti.

SiteWhere

Server Sites Devices Assets Batch Users Admin User

Manage Users Filter Results Add New User

User Name	First Name	Last Name	Status	Last Login	Created	Updated	
admin	Admin	User	Active			N/A	
simo	Simo	Karjalainen	Active	N/A		N/A	

1 - 2 of 2 items

Users-välilehdellä hallinnoidaan hallintaympäristön käyttäjiä ja oikeuksia järjestelmään.