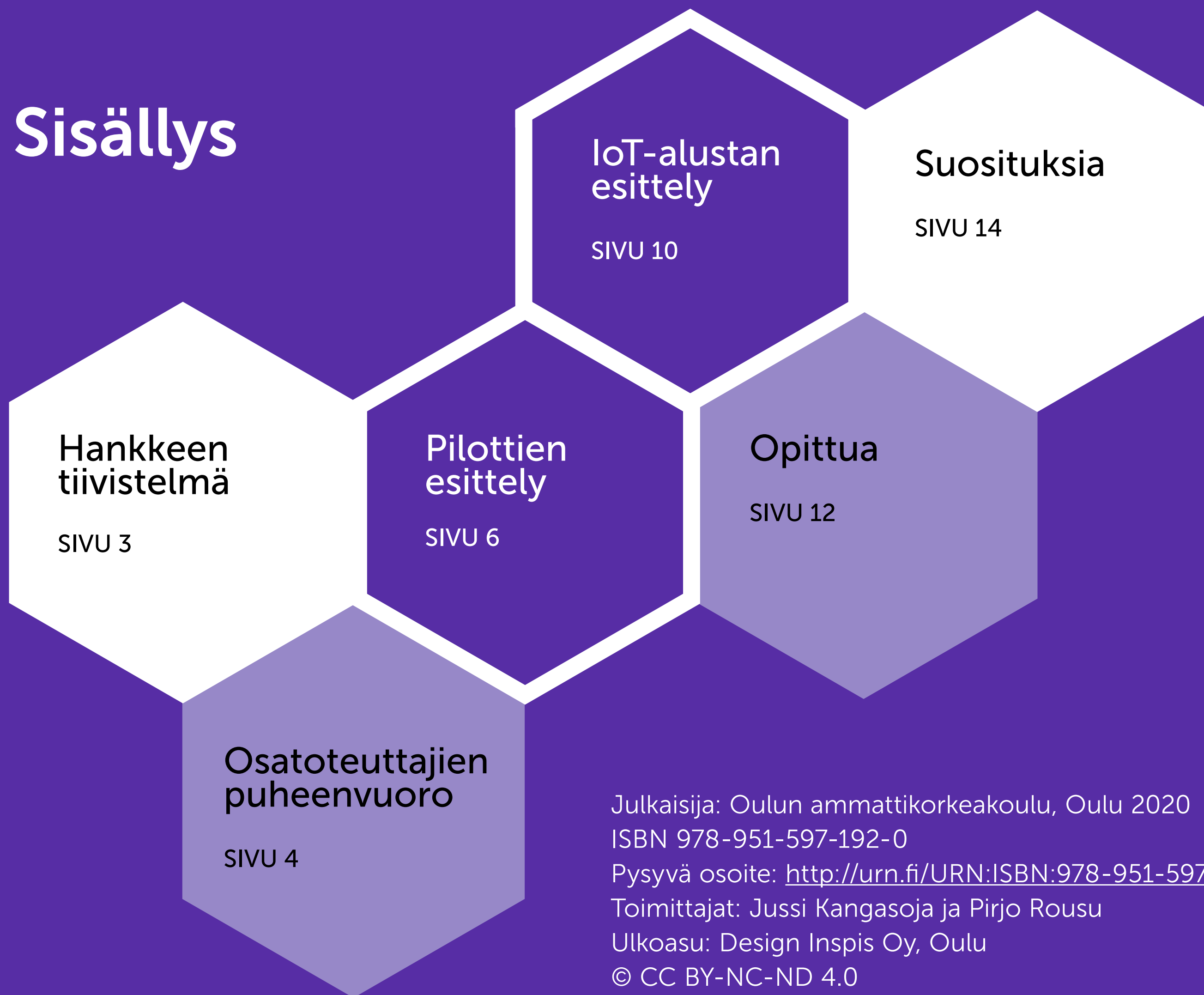


CityIoT – Ratkaisuja kaupunkien digimurrokseen

toim. Jussi Kangasoja ja Pirjo Rousu

Sisällys



Keskeiset tulokset

- Avoimen IoT-alustan käyttö on taloudellisesti perusteltua ja parantaa tiedon luotettavuutta.
- Referenssiarkkitehtuuri ja referenssitoteutus tuotteiden ja IoT-teknologioiden kehittämiseen.
- Uusien digitaalisten palvelujen käyttöä jatkettiin onnistuneiden pilotointien myötä normaalein kaupallisin ehdoin.
- Hankkeeseen osallistuneet yritykset kehittivät uusia tuotteita.
- Yritysten tuotteita parannettiin asiakastarpeet huomioiviksi palvelumuotoilun avulla.

Hankkeen tiivistelmä

Pirjo Rousu, Oulun yliopisto

6Aika-perheeseen kuuluva "Tulevaisuuden toimijariippumaton dataintegraatioalusta" eli CityIoT-hanke toteutettiin 1.9.2017 ja 31.5.2020 välisenä aikana. Hankkeen päärahoitus tuli Euroopan aluekehitysrahastosta ja rahoituksen koordinoi Uudenmaan liitto. Hankkeessa oli viisi osatoteuttajaa: pääkoordinaattorina toiminut Oulun yliopisto, Oulun kaupunki, Tampereen kaupunki, Oulun ammattikorkeakoulu ja Tampereen yliopisto.

Tulevaisuuden älykkäissä kaupungeissa palvelut ovat sähköisiä, perustuvat langattomaan tiedonsiirtoon ja tietoa hyödynnetään tehokkaasti. Eräs esineiden internetin eli IoT-ratkaisujen ongelma on järjestelmien yhteensopimattomuus. Samaan aikaan kun varsinaisen Internetin vahvuus on yhteensopivissa protokollissa ja muissa teknologioissa, esineiden internetissä tällaista yhteensopivuutta ei ole. Tästä syystä, olemassa olevien IoT-järjestelmien päälle on erittäin vaikeaa tehdä uusia sovelluksia. Samoin datan yhdistäminen useasta IoT-järjestelmästä on hankalaa.

CityIoT-hanke syntyi tarpeesta kehittää kaupunkien digitalisaatiovalmiuksia ja ratkaisuja saada data eri toimittajien tietojärjestelmien "siiloista" kokonaisvaltaisesti hyötykäyttöön.

CityIoT-referenssiarkkitehtuurin spesifikaatio kokoaa yhteen tiedon datan yhdistämisen palveluista, toiminnallisuuksista, komponenteista ja rajapinnoista, joista älykaupunkien dataintegraatioalusta muodostuu. Hankkeen tuloksena rakennettiin referenssitoteutuksena ei-kaupallinen, avoin, toimijariippumaton IoT-dataintegraatioalusta. Kaupungeille hyödyt avoimen IoT-alustan käytöstä ovat ilmeiset; kaupungit voivat mm. aidosti kilpailuttaa tietojärjestelmähankinnat lukkiutumatta yksittäiseen toimittajaan. Toisaalta avoin IoT-alusta parantaa erityisesti pienten yritysten mahdollisuutta kehittää innovatiivisia uusia palveluita kaupungeille.

Hankkeessa toteutetut pilotit tarjosivat kaupungeille mahdollisuuden testata uusia digitaalisia palveluita ja

ratkaisuja. Yrityksille pilotit mahdollistivat teknologian testauksen aidossa ympäristössä sekä tilaisuuden ratkaisujen yhdessä kehittämiseen loppukäyttäjien kanssa. CityIoT-hankkeelle pilotit olivat keino testata ja kehittää referenssitoteutukseen luotua FIWARE-alustaa.

Oulussa yritysten kanssa testatut palvelut keskittyivät rakennusten kunnossapidon ja elinkaaren hallinnan parantamiseen. Tampereella testattiin ratkaisuja kaupunkiympäristön moninaisiin haasteisiin, joita olivat esimerkiksi ulkovalaistuksen älykäs ohjaus, tien kunnon analysointi ja linja-autojen käyttöasteen seuranta.

Noin 160 yrityksen osallistuminen hankkeeseen vahvisti kaupunkien digivalmiuksien kehittämisen kiinnostavuuden ja ajankohtaisuuden. Hankkeessa toteutettiin yli 40 pilottia. Useat yritykset raportoivat hankkeen myötä kehittävänsä uuden tuotteen markkinoille ja start-up yritykset vahvistivat valmiuksiaan uusien tuotteiden kehittämiseen.

Osatoteuttajien puheenvuoro

Oulun yliopisto

Erityisesti start-up yritykset tarvitsevat ulkopuolista tukea palvelujen muotoilemiseksi asiakaslähtöisesti. Hedelmällisiä olivat yritysten kanssa toteutetut työpajat, joissa yritysedustajien ja loppukäyttäjien kanssa yhdessä hahmoteltiin asiakkaan tarve ja ongelma ja suunniteltiin uusi ratkaisu niiden pohjalta. Yrityksiä kannustettiin muotoilemaan palvelu skaalautuvaksi. Pohdittiin mm. kuinka tieto määritellään palveluiden käyttöön sekä missä muodossa tieto on tarjottava niin, että palveluita voidaan käyttää eri ympäristössä teknisestä alustasta riippumatta.

Tampereen yliopisto

Tampereen yliopistolla oli keskeinen rooli FIWARE-tietämyksen kokoajana ja levittäjänä. Yliopisto analysoi ja pilotoi FIWARE-teknologiaa, käyttäen Tampereen kaupungin CityIoT-pilottien dataa. Datan pohjalle toteutettiin esimerkki-sovelluksia. Työn tuloksena kehitettiin avoimeen lähdekoodiin perustuva referenssitoteutus sekä dokumentoitiin kokemukset FIWARE-komponenttien käytöstä, datan keräämisestä sekä tietoturvasta. Projektissa määritelty kolmivaihesähkön mittaamisen tietomalli on nyt yksi FIWARE-organisaation virallistamista tietomalleista.

Tampereen kaupunki

Tampereella toteutettiin yli 30 nopeaa kokeilua ja Hackathoneja. Yritysten kiinnostus kokeiluja kohtaan oli ilahduttavaa ja markkinoilta löytyi lupaavia, kaupunkiympäristöön soveltuvia ratkaisuja. Nopeilla kokeiluilla on testattu kaupunki-yritysyhteistyön toimivuus ja digitaalisten ratkaisujen tekniset- ja kaupalliset edellytykset kaupunkiympäristössä. Ketterät kokeilut mahdollistavat kaupungin toimintamallien kehittämisen tiedolla johtamisen suuntaan mahdollistaen edelleen mm. kerrannaisvaikutusten kautta saatavat lisähyödyt.



Oulun kaupunki

Oulussa toteutettiin pilotteja julkisissa kiinteistöissä, kuten kouluissa ja päiväkodeissa. CityIoT:ssa toimivaksi todettiin työjako, jossa Yliopisto koordinoi yritysten ja CityIoT-hankehenkilöstön välistä yhteistyötä ja Oulun kaupunki organisoii ja toteutti pilottikohteissa tarvittavat valmistelut ja asennukset. Yritykset kokeilivat tuotteitaan aidoissa kohteissa ja saivat palautetta todellisilta loppukäyttäjiltä. Yrityksiltä saatu palaute piloteista oli positiivista, nopeat kokeilut –malli toimi ja kaupungin kohteet soveltuivat hyvin tutkimus- ja kehitysympäristöiksi.

Oulun ammattikorkeakoulu

Oamk validoi pilottien tuloksia ja kelpoisuutta kaupunkien näkökulmasta. Tarkastelun kohteina olivat pilotoidun ratkaisun kiinnostavuus, toiminnallinen ja taloudellinen lisäarvo, skaalautuvuus sekä ratkaisun käyttö pilotin jälkeen. Parhaiden ratkaisujen osalta Tampereen ja Oulun kaupungit päättivät jatkotoimista heti pilotointien päätyttyä.

Yhdessä yritysten kanssa Oamk kartoitti digitalisaation tuomia uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Selvityksen perusteella kaikkien hankkeeseen osallistuneiden korkeakoulujen suhtautuminen spin-off –tyyppisen liiketoiminnan syntymiseen oli hyvin positiivinen.

Digitalisaatio luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Pilottien esittely

Jani Nousiainen, Oulun kaupunki

Mika Heikkilä, Tampereen kaupunki

Markku Niemi, Business Tampere



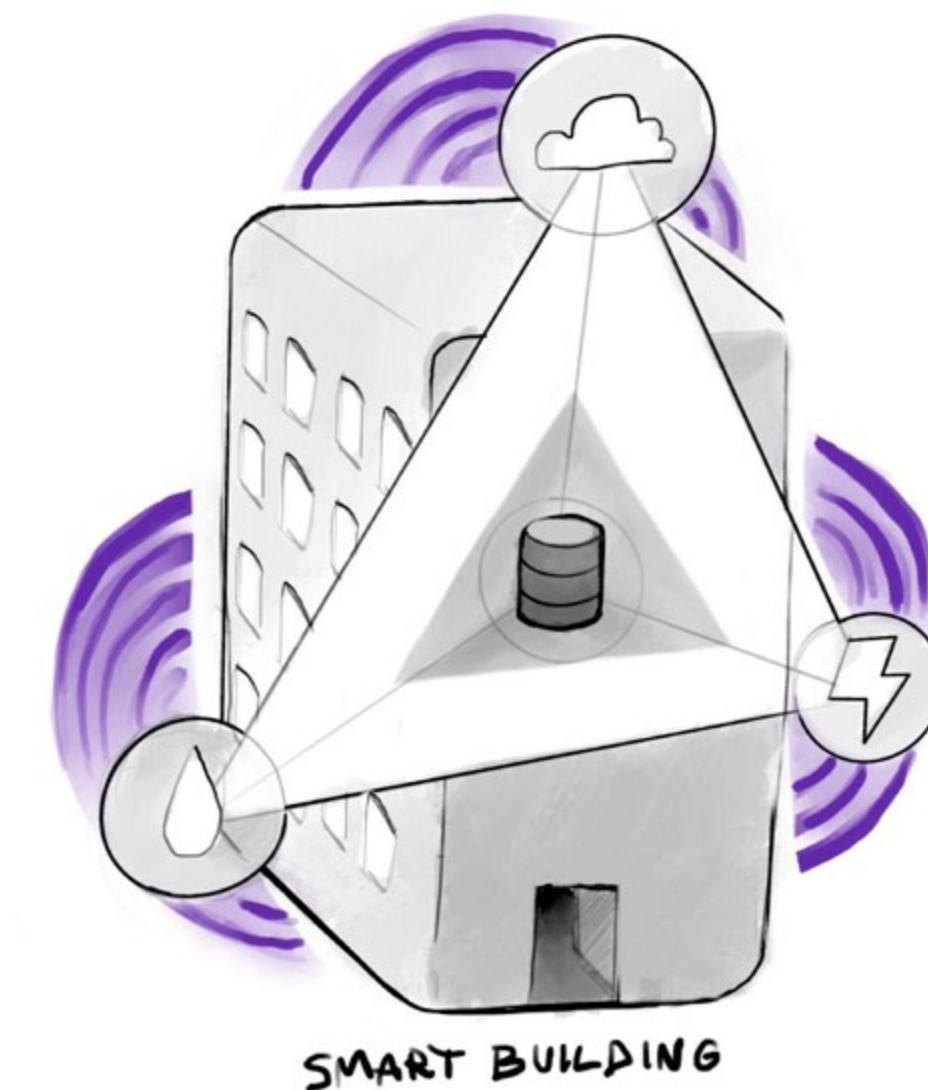
Kattojen lumikuorman seuranta, Oulu

Hankkeen aikana pilotteja toteutettiin Oulussa ja Tampereella yhteistyössä eri toimialoja edustavien yritysten, kaupunkien ja tutkijoiden kanssa. Piloteissa yritykset testasivat tuotteitaan sekä hyödynsivät kaupunkien testiympäristöjä teknologian kehitystyössä. Oulussa pilotoitiin kiinteistöstä kerätyn datan hyödyntämistä rakennusten kunnossapidossa ja elinkaaren hallinnassa. Tampereella testattiin erityisesti kaupunki-infraan liittyviä uusia digitaalisia ratkaisuja. Piloteissa käytettiin sekä olemassa olevia, että piloteissa asennettuja uusia datalähteitä. Dataa käytettiin hankkeessa rakennetun, toimijariippumattoman IoT-alustan kehittämisessä.

Kaupungin Tilapalveluiden tavoitteena oli löytää edullinen ja helposti monistettava ratkaisu, joka hyödyntää IoT-teknologiaa kattojen lumimäärien mittaamisessa. Aiemmin lumikuormia on mitattu muun muassa erilaisilla prismoilla.

Nykyisin harkintaan perustuvan kattojen lumenpudotustarpeen arvioinnin sijaan etsittiin tietoon perustuvaa ratkaisua, jonka perusteella lumenpudotukset voidaan ajoittaa oikein ja kohdentaa oikeisiin rakennuksiin. Päiväkodissa ja jäähallilla toteutetuissa piloteissa testattiin Ramboll Finland Oy:n kehitteillä olevaa ratkaisua lumen seurantaan Haltian Oy:n antureita käyttäen. Antureilla, jotka asetettiin rakennelaskelmien perusteella kriittisiin paikkoihin, mitattiin kattorakenteiden taipumaa. Mittaustulosten seurantaan käytettiin kehitettyä sovellusta ja hälytykset oli mahdollista ohjata kiinteistöhoitajan puhelimeen ja sähköpostiin.

Vähälumisesta talvesta 2019 huolimatta kokeilu antoi lupaavia tuloksia ratkaisun toimivuudesta.



Älykäs rakennus, jossa kerätään dataa esimerkiksi IoT-antureilla. Kuvitus: Michael Persson.

Sisäilman laadun seuranta, Oulu

Talvikankaan koululla pilotoitiin Playsign Oy:n kehitteillä olevaa sovellusta sisäilman laadun seurantaan. Datalähteinä toimivat kiinteistöautomaatiojärjestelmä, avoin säädä ja kiinteistöön sijoitetut IoT-anturit. Data kerättiin CityIoT:n avoimelle IoT-alustalle. Tietoa kerättiin mm. hiilidioksidin määrästä, lämpötilasta, ilmankosteudesta, äänenvoimakkuudesta ja haihtuvista orgaanisista yhdisteistä. Rakennuksen pohjakuvista tehtiin 3D-malli, johon kiinteistön eri tilojen olosuhteet visualisoitiin. Eri värein indikoitujen olosuhteiden raja-arvojen perusteella verkkosovelluksen käyttäjä pystyi nopealla vilkaisulla saamaan kuvan vallitsevista olosuhteista. Samalla sovelluksella kerättiin myös käyttäjien subjektiivinen kokemus kiinteistön olosuhteista, jolloin mitattua tietoa ja käyttäjäkokemuksia voitiin verrata keskenään.

Nopeat kokeilut, Tampere

Tampereella toteutettiin useita katujen ja ulkoalueiden infrastruktuuriin liittyviä kokeiluja, joissa kartoitettiin muun muassa katuverkoston kuntoa ja seurattiin reaaliaikaisesti tienpinnan liukkautta. Eri lähteistä kerätyn tiedon kerääminen yhteiseen avoimeen alustaan parantaa tiedon luotettavuutta ja kattavuutta ja tukee kunnossapidon suunnittelua ja päätöksentekoa. Kerätyn ja jalostetun datan pohjalta liikenteen turvallisuutta voidaan parantaa ja kunnossapitotoimenpiteitä kohdistaa juuri sinne missä tarve on suurin. Tämä säästää kustannuksia, parantaen samanaikaisesti kaupunkilaisten palvelujen laatua.

CityIoT-hankkeessa onnistuttiin uudella tavalla yhdistämään yritysten ratkaisuja ja ideoita kaupungin palvelujen kehittämiseen. Uusilla IoT-ratkaisuilla, erityisesti erilaisissa still- tai videokuvien käsittelyyn tekoälyä ja koneoppimista hyödyntävissä ratkaisuissa, nähdään huomattavan

paljon potentiaalia kaupunkiympäristössä. Osaa hankkeen lupaavimmista kokeiluista on jatkettu normaalein kaupallisin ehdoin.

Uusilla IoT-ratkaisuilla, erityisesti erilaisissa still- tai videokuvien käsittelyyn tekoälyä ja koneoppimista hyödyntävissä ratkaisuissa, nähdään huomattavan paljon potentiaalia kaupunkiympäristössä.

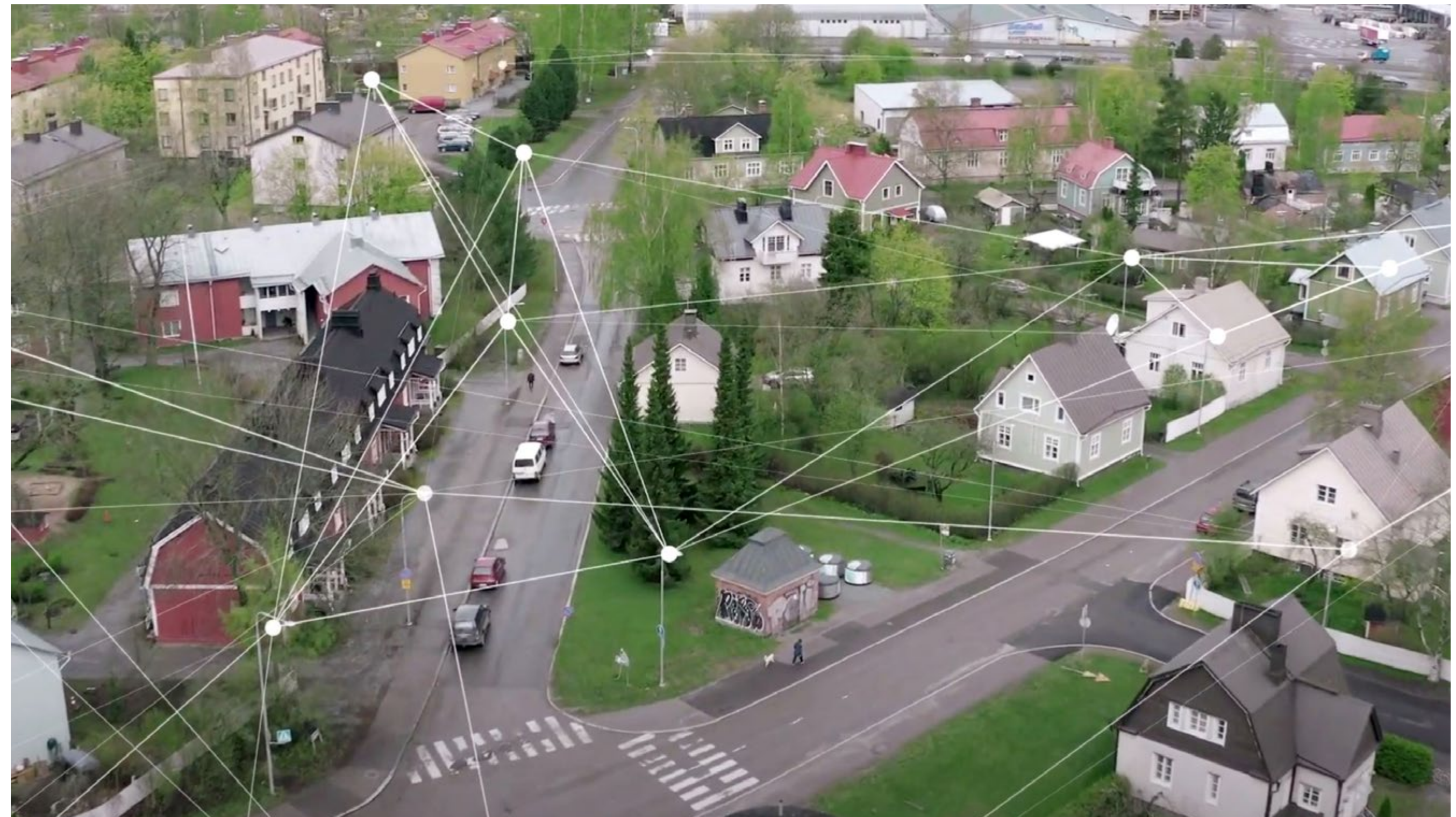
Tampereella tehtiin CityIoT-hankkeen aikana 8 Nopeat kokeilut -hakukierrosta. Yritykset jättivät 66 kpl tarjouksia, joista pilotointeihin valikoitui kaiken kaikkiaan 30 kpl.

Älyvalopilotti, Tampere

Tampere pilotoi älykästä valaistusta, joka hyödyntää ympäristöstä ja kaupunkilaisilta kerättyä avointa dataa. IoT-ratkaisu rakentui ruotsalais-suomalaisessa yhteistyössä Capelon AB:n ja Wirepas Oy:n kanssa. Viinikan alueen 400 katuvaloa syttyvät ja sammuvat pimeän ajan kävelijän tai autoilijan liikkeen mukaan. Energiaa säästyy, kun valot eivät pala turhaan. Tarvittaessa pelastuslaitos

Viinikan alueen 400 katuvaloa syttyvät ja sammuvat pimeän ajan kävelijän tai autoilijan liikkeen mukaan.

voi esimerkiksi onnettomuustilanteessa kytkeä valot päälle tietyille alueelle. Valoja voidaan ohjata kortteli- ja valaisinkohtaisesti, tarpeen mukaan. Viinikassa pystytään säätämään valaistusta päivän mittaan muuttuvien varjojen mukaan. Kun jokin alue peittyy varjoon, valoa voidaan lisätä ja näin taata riittävä ja turvallinen valaistus joka paikassa.



Tampereella on kokeilualue uudelle älykkäälle valaistukselle, joka mukautuu liikenteen määrään.
Kuva: [Capelon AB:n ja Wirepas Oy:n videosta](#).

IoT-alustan esittely

Kari Systä, Tampereen yliopisto

Toimittajariippumaton IoT-alusta oli yksi projektin keskeisistä tavoitteista. Vaatimukseen perustuvassa suunnittelutyössä ohjenuorana oli avoimuus sekä tietolähteiden että sovellusten suuntaan.

Vaatimukset

Projektissa kerätyt IoT-alustan vaatimukset jaettiin seitsemään kategoriaan:

1. Avoimuus
2. Datan keräys ja tallennus
3. Sovellusrajapinta
4. Arkkitehtuuri, toteutus ja ylläpito
5. Turvallisuus ja yksityisyys
6. Liiketoiminnan mahdollistaminen
7. Kaupunkikohtainen toteutus

¹ <https://www.internationaldataspaces.org/>

² <https://www.fiware.org>

Referenssiarkkitehtuuri

Seitsemän vaatimuskategorian lisäksi projektissa tarkasteltiin yleisemmin Euroopassa ja IoT-järjestelmien tutkimuksessa vallitsevia suuntauksia dataan perustuvia markkinoita, IoT-alustan arkkitehtuurin määrittelyä sekä data-alustojen standardointia ja järjestelmien sertifiointia varten. Euroopassa erilaiset teollisuuden toimijat ja tutkimuslaitokset ovat perustaneet liittoutumia kuten [International Data Spaces \(IDS\) Association¹](#) ja [FIWARE Foundation²](#), joiden yhteistyön tuloksena on syntynyt avoimeen lähdekoodiin perustuvia alustaratkaisuja, tietomalleja ja referenssimalleja. Näitä myös kaupungit pystyvät jo tällä hetkellä hyödyntämään omissa IoT-hankinnoissaan ja -järjestelmissään.

Referenssiarkkitehtuurimme pohjaksi valitsimme FIWARE-tekniikan. Valinta perustui siihen,

että älykaupungit ovat yksi FIWARE:n keskeisiä sovellusalueita ja FIWARE keskittyy datan integrointiin ja sovelluksiin.

Referenssiarkkitehtuurin kannalta FIWARE-tekniikan oleelliset osat ovat sen avoimet API-rajapinnat ja tietomallit. Avoimien rajapintojen yksi ajatus on se, että kaupalliset IoT-plattformit voisivat toteuttaa samat rajapinnat kuin tutkimusprojektin käyttämät avoimet toteutukset.

Referenssitoteutus

Projektin aikana rakensimme avoimeen lähdekoodiin perustuvat referenssitoteutukset sekä Tampereen että Oulun yliopistossa. Nämä referenssitoteutukset toteuttavat FIWARE/NGSI2 standardin mukaisen rajapinnan, jonka avulla sovellukset voivat käyttää tietoa. Referenssitoteutusten tavoitteena oli kokeilla

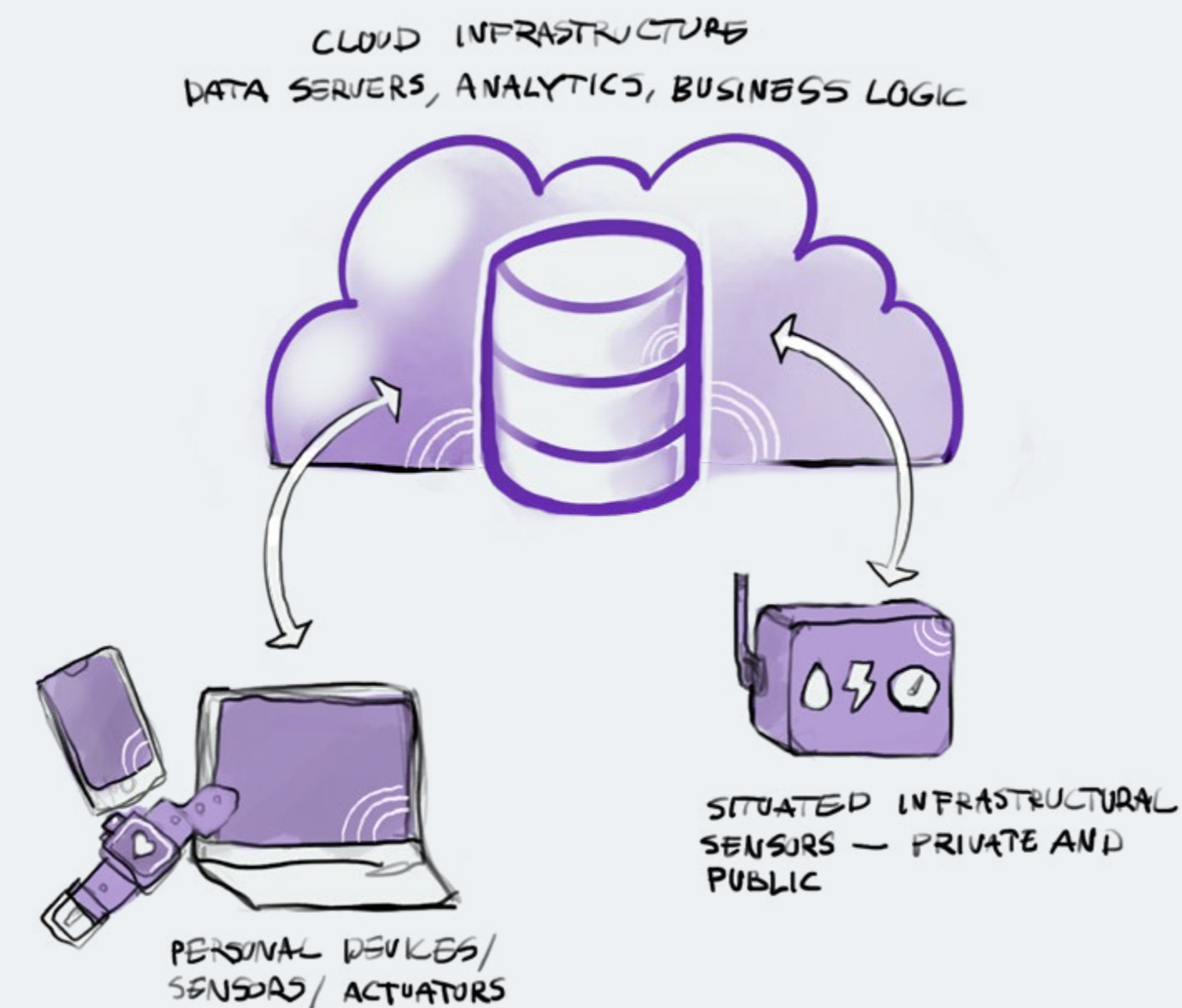
arkkitehtuurin määrittelytyössä syntyneitä ratkaisuja ja toimia pilottien IoT-alustana.

Alustan komponentit ovat

- Välittäjä (Broker), joka välittää tiedon eteenpäin sekä pitää yllä tilatietoa koko järjestelmän nykytilanteesta sisältäen mm. viimeiset mitatut arvot. FIWAREn Orion toimii tämän komponentin toteutuksena.
- Historiatietokanta, joka tallentaa mittausten historian. Testasimme sekä STH-Comet että QuantumLeap teknologioita ja suosittelimme jälkimmäistä.
- Pääsynhallinta jonka avulla tiedon käyttö voidaan rajoittaa rajatulle joukolle sovelluksia.

- Joukko pilottien tarvitsemia tiedonkerääjiä, joilla tieto muutettiin alustan edellyttämään muotoon.
- Datajoukkojen dokumentointi- ja julkaisujärjestelmä joka perustuu [CKAN³](https://ckan.org) teknologiaan.
- Graafisia visualisointityökaluja jotka pohjautuvat [Grafana⁴](https://grafana.com) ja [Wirecloud⁵](https://wirecloud.readthedocs.io/en/stable/) teknologioihin.

IoT-alusta ja sen komponentit on rakennettu niin, että uusien toimijoiden ja jatkoprojektien on mahdollisimman helppo pystyttää samanlainen IoT-alusta. Referenssitoteutus on kokonaan avointa lähdekoodia, ja sen käyttöönottoa varten olemme koostaneet kattavan dokumentoinnin.



IoT-arkkitehtuuri. Kuvitus: Michael Persson.

³ <https://ckan.org>

⁴ <https://grafana.com>

⁵ <https://wirecloud.readthedocs.io/en/stable/>

Opittua

Jarkko Hyysalo, Oulun yliopisto

Digitalisaation hyödyntäminen

Avoin dataintegraatioalusta edistää avoimeen dataan pohjautuvien palveluiden kehittämistä.

Tähän asti esimerkiksi kiinteistöistä saatu data on ollut kiinteistöautomaatiojärjestelmän toimittajien takana, ei laajemmin hyödynnettävissä. Teknologian nopea kehittyminen ja avoimet rajapinnat ovat laskeneet komponenttien hintoja ja mahdollistaneet tiedonkeruun eri järjestelmistä.

Esimerkkinä datan hyödyntämisestä on Oulussa toteutettu pilotti, jossa eri lähteistä kerätyn datan pohjalta kehitettiin sovellus sisäilman laadun seurantaan kiinteistöhuollon ja rakennuksen käyttäjien tarpeisiin.

Edullisia antureita voidaan sijoittaa tiheämmin ja kerätä tietoa kattavasti. Jatkuvalla seurannalla

saavutetaan merkittävää etua kiinteistöjen elinkaaren hallinnassa ja poikkeamiin voidaan reagoida heti niiden syntyessä. Näin vältetään pysyvien vaurioiden syntyminen.

Data-analysointi

Data-analytiikan avulla kerätystä tiedosta voidaan muodostaa kiinnostavaa informaatiota ja malleja sekä etsiä vastauksia: mitä on tapahtunut, miksi ja mihin se johtaa? Data-analyysi tukee informaatioon perustuvaa päätöksentekoa ja tilanteiden ennakoitua.

Tampereella toteutettiin katujen ja ulkoalueiden infrastruktuuriin liittyviä kokeiluja, joissa kartoitettiin katuverkoston kuntoa ja seurattiin reaaliaikaisesti tienpinnan liikkautta. Tiedon kerääminen avoimeen alustaan paransi tiedon luotettavuutta ja kattavuutta. Kerätyn ja jalostetun datan pohjalta

liikenteen turvallisuutta kyettiin parantamaan ja kunnossapitotoimenpiteitä pystyttiin suuntaamaan oikeisiin kohteisiin.

Data-analyysi tukee informaatioon perustuvaa päätöksentekoa ja tilanteiden ennakoitua.

IoT-toimijariippumattomuuden hyödyt

Avoin alusta standardoitujen rajapintojen ja datamallien kautta mahdollistaa IoT-datan kokonaisvaltaisen hyödyntämisen sekä uusien sovellusten ja palveluiden kehittämisen tehokkaasti. Standardoitujen ratkaisujen ja modulaarisuuden myötä palveluja voidaan mukauttaa uusiin tarpeisiin ja uusille toimijoille. CityIoT:ssa käytetty FIWARE-teknologia ei vaadi kalliita lisenssejä kehittämiseen.

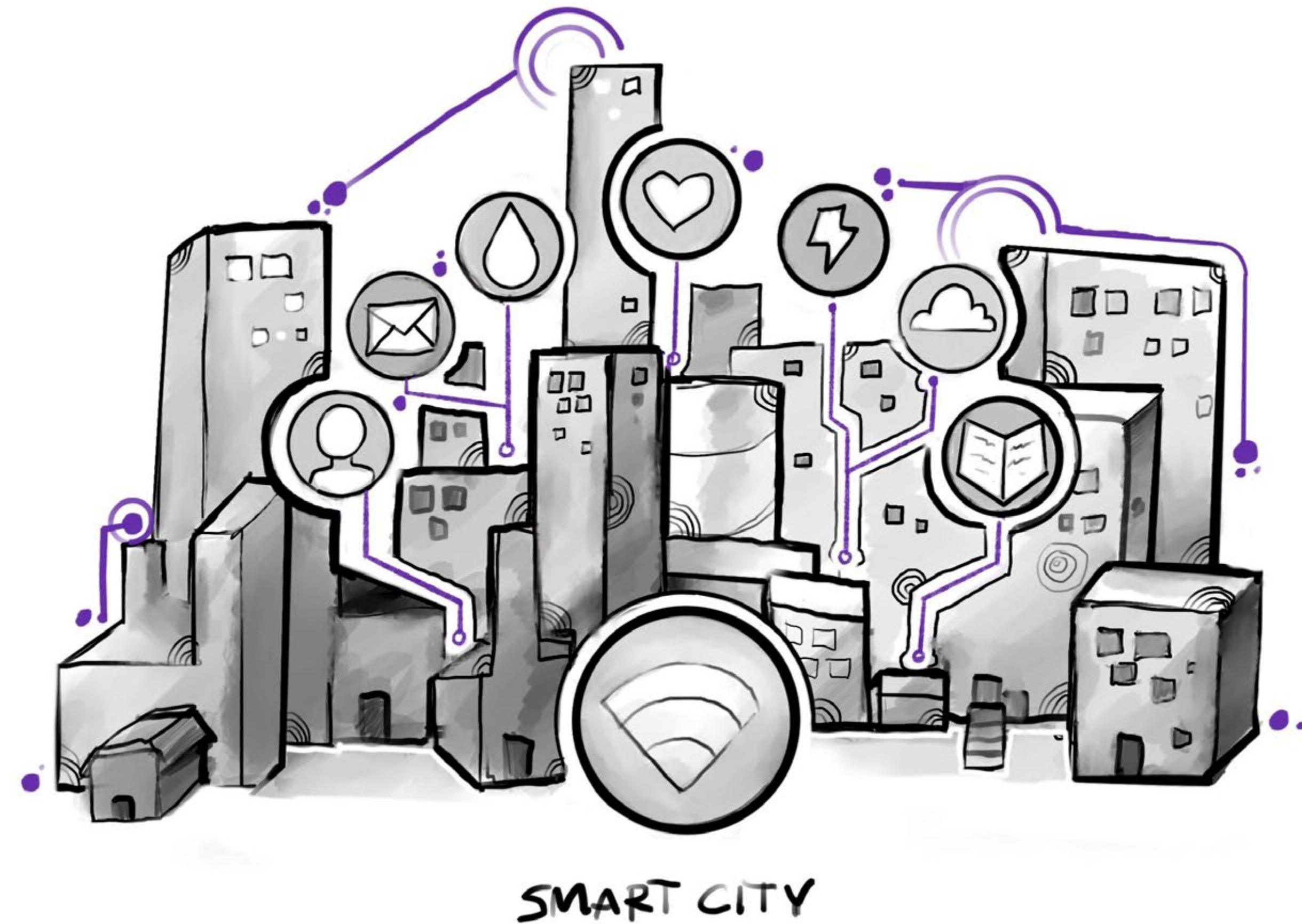
Nopeat kokeilut käytännössä

Pilottien toteuttaminen Nopeat kokeilut -konseptin mukaisesti toimi hyvin. Kaupungit saivat määrittelemiinsä haasteisiin uusia IoT-ratkaisuja, ja yritykset pääsivät testaamaan omia tuotteitaan saaden arvokkaan referenssin onnistuneesta kokeilusta.

Kokeilut antoivat kaupungeille arvokasta tietoa kehitystoiminnan ja investointien jatkosuunnitteluun.

Nopeissa kokeiluissa on hyvä muistaa:

- Onnistuneeseen kokeiluun on varattava riittävät resurssit muun muassa etenemisen seurantaan, yhteistyön koordinointiin ja tekemiseen patisteluun.
- Pilotin käynnistäminen vaatii etukäteisvalmistelua, kuten esimerkiksi sähköt, tietoliikenneyhteydet, fyysiset tilat, tietoturvasta ja lupa-asioista huolehtiminen.



Smart City integroi älyteknologioita kaupunkilaisia palveleviksi kokonaisuuksiksi. Kuvitus: Michael Persson.

Suosituksia

Hankkeen tulosten ja hankkeen aikana kerättyjen kokemusten perusteella kaupunkien on erityisesti tarpeen huomioida seuraavia näkökulmia tehdessään hankintoja ja ottaessaan käyttöön uusia digitaalisia ratkaisuja.

Teknisiä näkökohtia

Datan omistajuus. Hankittavista uusista mittalaitteista, antureista ja IT-järjestelmistä syntyy dataa, jolle on määriteltävä omistaja. Kuka omistaa raakadatan, onko muokatun ja analysoidun datan omistaja sama, päättääkö järjestelmätoimittaja järjestelmän integroinnista?

Vaatimusten määrittely. Onnistunut IoT-laitteiden ja järjestelmien hankkiminen edellyttää hankinnan vaatimusten huolellisen ja kattavan määrittelyn ja dokumentoinnin, eli hankintaspesifikaation laatimisen. Apuna

kaupungit voivat käyttää teknisten asiantuntijoiden laatimia tarkistuslistoja.

Pilotointiympäristöt. Kaupunkien on suositeltavaa joko itse ylläpitää, tai varmistaa pilotointiympäristöjen käyttömahdollisuus yhteistyökumppaniensa kautta. Erityisesti pienet yritykset tarvitsevat ympäristöjä omien ratkaisujensa testaukseen ja kehittämiseen.

Avoimet ja standardinmukaiset rajapinnat mahdollistavat datan kokonaisvaltaisen hyödyntämisen. Avoimuudella varmistetaan, että datalähteiden ja uusien sovellusten lisäämistä ei rajoita mikään, vaan niiden lisääminen on alustan omistajan (kaupungin) päätettävissä. Kilpailevien, samaa rajapintaa toteuttavien toteutusten tekeminen on mahdollista.

Rajapinnan on perustuttava yleisesti käytettyihin ja valmistajasta, alustasta ja ohjelmointikielistä

riippumattomiin standardeihin. Rajapinta koostuu kolmesta osasta:

1. rajapinta, jonka avulla tietoa tuodaan alustalle
2. rajapinta, jonka avulla tietoa käytetään
3. tietomallit, joilla varmistetaan metadatan yhteneväisyys.

Avoim IoT-alusta luo liiketoimintahyödyn.

Avoimien järjestelmäratkaisujen avulla voidaan ketterästi toteuttaa kaupunkikohtaisia IoT-palveluita. Kaupungit voivat muun muassa aidosti kilpailuttaa tietojärjestelmähankinnat lukkiutumatta yksittäiseen toimittajaan. Arkkitehtuuriratkaisuja tehtäessä on kuitenkin huolella arvioitava avoimuuden ja kaupallisten pilviratkaisujen välillä elinkaarikustannuksia ja resursseja, joita järjestelmien määrittely, toteutus ja operoiminen vaativat.

Smart City – älykaupungin kehittämisen näkökohtia

Ihmiset kehittämisen keskiöön. Ihmiset käyttävät palveluita ja tietävät millaisia tarpeita heillä on. Yhteiskehittäminen on tuotteen tai palvelun kehittämistä yhdessä sen mahdollisten tulevien käyttäjien eli potentiaalisten asiakkaiden kanssa.

Jaa ja käytä avointa dataa. Avoin data mahdollistaa uudet palvelut ja uusia mahdollisuuksia innovointiin ja liiketoiminnan kehittämiseen. Avointa dataa käyttämällä voidaan luoda kokonaan uudentyyppisiä palveluita yhdistämällä eri lähteistä saatua dataa.

1 Datalle on määritettävä omistaja.

2 Onnistuneet hankinnat edellyttävät vaatimusten huolellisen määrittelyn.

3 Pilotointiympäristöt sujuvoittavat käyttöönottoa.

4 Avoimet ja standardinmukaiset rajapinnat mahdollistavat datan kokonaisvaltaisen hyödyntämisen.

5 Kaupunkilaiset palvelujen kehittämisen keskiöön.

6 Jaa ja käytä avointa dataa.

Suosituksia IoT-järjestelmien käyttöönottoon.

CityIoT – Ratkaisuja kaupunkien digimurrokseen

Toimijariippumattoman IoT-alustan referenssitoteutus mahdollisti eri lähteistä kerättävän datan kokonaisvaltaisen hyödyntämisen. Tampereella ja Oulussa testatuilla IoT-teknologiaa hyödyntävillä ratkaisuilla kehitettiin kaupungeille uusia, kustannuksiltaan tehokkaita ja innovatiivisia palveluja.

www.cityiot.fi

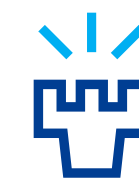
6 Aika



OULU



TAMPERE



OULUN YLIOPISTO

OAMK
OULUN AMMATIKORKEAKOULU



Tampereen yliopisto
Tampere University