

Johdanto

Tämä on yhteenveto raportti kahdesta KoDa hankkeen sensori kokonaisuudesta. Raportissa kerrotaan toteutuksen vaiheista, käytetyistä teknologioista, haasteista ja ratkaisuista mitä toteutuksen aikana tehtiin.

Projektien tavoitteet ja lähtötila

Projektien tavoitteena oli luoda sensorit Kolin kansallispuiston alueelle säätiedon keräämiseen, sekä Kolin jäätien jäänpaksuuden mittaamiseen. Tavoitteina Kolin kansallispuiston alueelle oli saada lompakon kokoiset sensorit, jotka keräävät tietoa 1 minuutin välein ja lähettävät tietoa 10 minuutin välein. Lisävirtaa ei ollut saatavilla vaan sensoreiden piti toimia akuilla, mielellään yli 6kk akkukestolla. Kerättytieto visualisoidaan selkeäkäyttöiseen käyttöliittymään jota voidaan katsella selaimen kautta.

Haasteet määrittelyssä

Ensimmäinen tarjous joka tehtiin sääsensoreiden toteutukseen, arvioitiin edellä olevilla vaatimuksilla, ja hinta-arvioksi tuli 78000€ + alv. Tässä ajatuksen oli käyttää mahdollisimman laadukkaita komponentteja joilla varmistetaan toiminnallisuus. Ensimmäisen tarjouksen jälkeen käytiin vielä tarkentavia keskusteluja, joista tehtiin suppeampi tarjous 14 200€ + alv, sekä erillinen tarjous jäänpaksuuden mittamiseksi (13000€ + alv). Tarjousten välillä käytiin teknistä tiedonkeruuta ja suunnittelua mitkä ovat parhaat ja edullisimmat ratkaisut sensoreiden toteuttamiseen. Näistä ratkaisuista enemmän teknisessä osiossa.

Näin jälkeenpäin tarkasteltuna määrittelyn ja tarjouspyynnön isoimpana haasteena on ollut laajat toiveet. Jos koko ja akun kesto vaatimukset olisi unohdettu määrittelystä, valmiiden sensoreiden käyttö olisi ollut mahdollista. Näin yhden laadukkaan markkinoilla olevan sääsensorin kustannus

COLLAPICK

olisi ollut noin 2000€ + alv. Tämä vaihtehto suljettiin pois kustannuksien ja kokoluokan takia, koska Metsähallitukselle hankkeessa oli kerrottu lompakon kokoisista sensoreista.

Tekninen määrittely

Sensoreiden teknisessä määrittelyssä tutkimme vaihtoehtoja eri tiedonlähetyksentavoille niin, että akunkesto on hyvä. Tässä vaiheessa tarkasteltiin eri IoT teknologiat kuten GSM, LoRa, Zigbee ja muut radiosignaalin perustuvat ratkaisut. Virran kulutukseltaan parhaimmaksi osoittautui LoRa-verkko(https://www.digita.fi/yrityksille/iot/mika_on_lorawan). Lora -verkon kantavuus ja peitto tarkistettiin Digitan omasta peittopalvelusta, sekä Digita lupasi ympäristön käyttöömme tavallista pienemmällä kustannuksella, koska verkko on vielä kehitysvaiheessa. Tarkemmin Lora verkosta voi lukea täältä: https://www.digita.fi/yrityksille/iot/mika_on_lorawan

Sensoreiden teknisessä toteutuksessa hyödynnetään samaa lähetystekniikka.

Säänmittaussensorit

Säänmittaussensorit tehtiin räätälöitynä hyödyntäen eri komponentteja ja paketoitiin samaan ohjauslogiikkaan. Sensorit vietiin IP-luokitellun kotelon sisälle, jotta ne kestävät rajumpia olosuhteita, maanlämpötila mittari tuotiin johdolla kotelosta ulos. Itse kustomoituun elektroniikkaan otettiin huomioon, se että lisäensoreita voidaan myöhemmin liittää piirilevylle.

Sääsensoreissa käytetyt komponentit:

- Arduino piirilevy, joka hoitaa tiedon prosessoinnin, eli toimii järjestelmän prosessorina.
- Prosessori on AtMega2560 8-bittinen Mikrokontrolleri - 256kB Flash 4kB EEPROM 86 I/O Pinniä. Tähän on mahdollista liittää lisää sensoreita mm. i2C-, SPI-väylään, one-wire, digitaalinen, analogia- tuloihin
- Jatkokehityksessä ollaan korvattu Arduino omalla prosessoilla
- Piirilevylle oleva säätiedonkeruu sensorin on BME280. Tästä tarkemmat tiedot löytyvät täältä:

<https://ae-bst.resource.bosch.com/media/tech/media/datasheets/BST-BME280-DS002.pdf>

COLLAPICK

- Muut liitettävät sensorit voidaan tuoda One-Wire systeemillä
- Maanlämpötilan seuranta tapahtuu One-Wire sensorilla nimieltä DS18B20. Lisätietoa löytyy täältä: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>
- Akkuina toimivat 3 kappaletta AAA paristoja
- Radiona eli tiedonlähetyksen komponenttina toimii linkin takaa löytyvä komponentti <https://www.rfsolutions.co.uk/radio-modules-c10/frequency-c57/fm-lora-transceiver-module-pre-set-to-868mhz-p468>

Säänmittausensoreissa onnistuttiin saamaan akunkesto toivotulle tasolle, mutta Lora verkonsignaali aiheuttaa ongelmia. Kaupunki oloissa verkon kantavuus on hyvä, mutta esim Kolilla asennuspaikalla on iso merkitys. Kolilla sensori 03 on toiminut nyt yhtäjaksoisesti heinäkuusta lähtien. Akun kesto on ollut noin 4 kuukautta joka on hyvä ja näyttää siltä, että akku kestää vielä 1 - 2 kuukautta. Muilla sensoreilla ongelmana on ollut verkosta tippuminen. Maaston asennettavilla tukiasemilla tätä saataisiin parannettu, mutta itse tukiasemat vaativat kiinteän virran ja verkkoyhteyden. Kustannuksiltaan nämä ovat 400€ - 1000€ + alv per kappale.

Jäänmittausensorit

Jäänmittaus sensoreissa käytetään osittain samoja komponenttejä kuin säänmittausensoreissa. Jäänmittaus sensorissa tutkittiin määrittelyvaiheessa kolmea eri toteutusvaihtoehtoa.

Toteutusvaihtoehdot:

- Tutka: Tutkalla olisi ollut mahdollista tunnistaa pintoja, mutta tarkkuus olisi ollut haasteellinen
- Lämpömittarit sarjassa: Toisena vaihtoehtona olisi ollut lämpömittarit tietyssä sarjassa, jolloin lämpötiloja oltaisiin seurattu. Tämä ratkaisu olisi ehkä hieman parempi, koska näin ei tarvitsisi tehdä kalibrointia, eli voitaisiin olettaa tiettyjen arvojen olevan jäätä
- Kapasitanssi: Toteutettavassa sensorissa päädyttiin kapasitanssiin jolla mitataan jäätä oikealla puolella olevassa mittakepissä. Mittakeppi kerää mittausmatkalta kapasitanssi arvot, joita verrataan kalibroinnissa tehtyihin mittauksiin. Näin jään paksuus voidaan arvioida.



Kuva sensorista.

Pavelin ja visualisointi

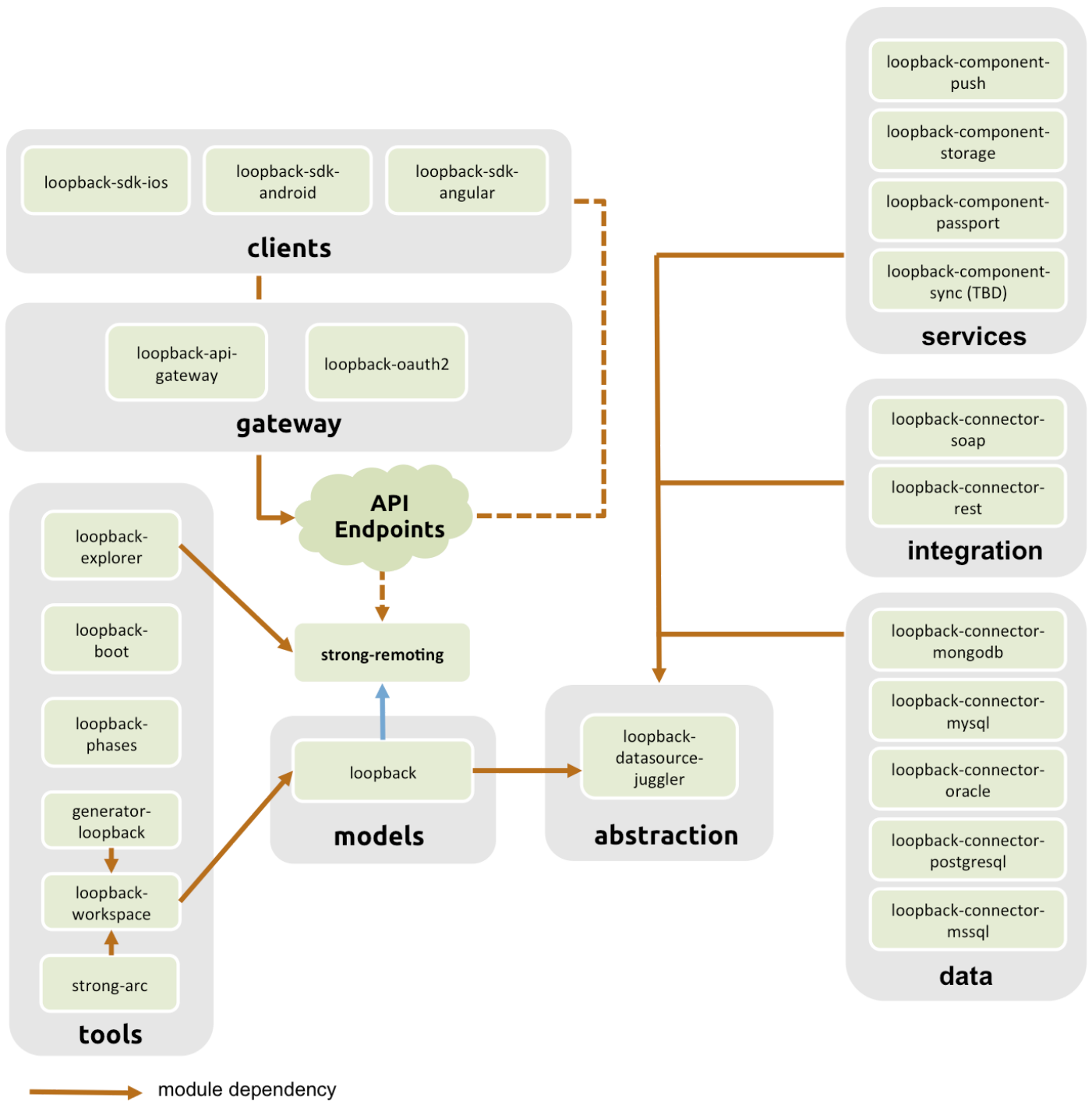
Palvelin ratkaisuksi otettiin käyttöön REST-pohjainen arkkitehtuuri johon LoRa:n oma palvelu lähettää tietoa. Palvelin ratkaisuna käytettiin IBM:n alustaratkaisua nimeltä LoopBack. Tarkemmat tiedot ratkaisusta löytyy tästä linkistä: <https://loopback.io/doc/en/lb3/index.html>

COLLAPICK

Visualisoinnissa hyödynnettiin HTML5 pohjaisia kirjastoja jotta järjestelmä toimii kaikilla selaimilla.

Esimerkkejä visualisoinneista:

- Nykyinen Kontiolahti ja entinen Koli <https://koda.collapick.com/>
- Retkeilyreittien visualisointi Kolilla: <https://kodakesa.collapick.com/>
- Kontiolahten visualisointi:
<https://api.karelia.ponniste.com/kytkin-api/kontiolahti?device=00208ABC>
- Sensori tietojen hakeminen järjestelmästä:
<https://api.karelia.ponniste.com/kytkin-api/hae-tietoja>
- Yhden sensorin tiedon visualisointi:
<https://api.karelia.ponniste.com/kytkin-api/tulosta-tietoja?query={%22devices%22:%2200203ABC%22,%22from%22:%222019-10-03%22,%22to%22:%222019-11-03%22}>

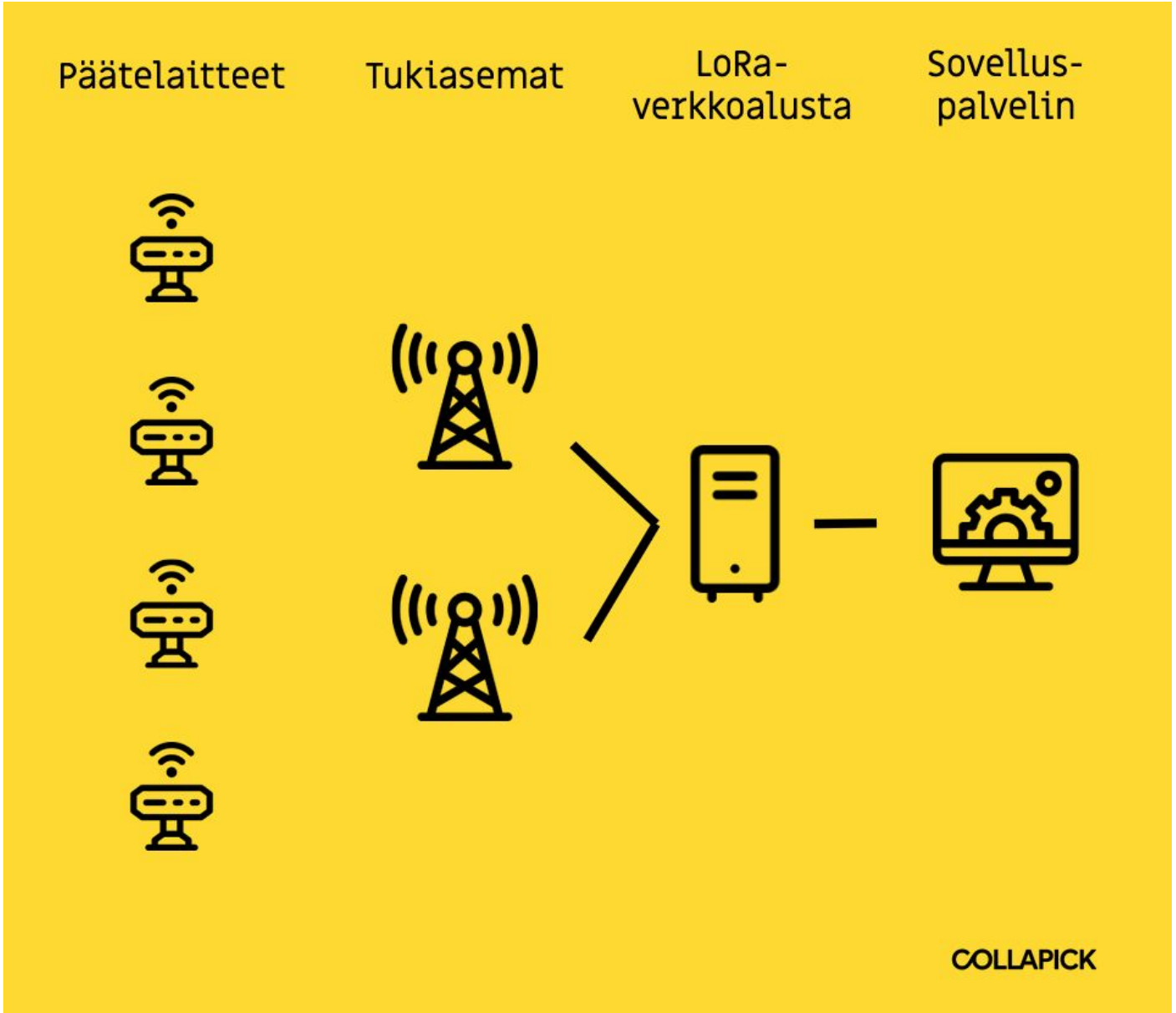


Kuva LoopBack arkkitehtuurista.

Lora -verkko (https://www.digita.fi/yrityksille/iot/mika_on_lorawan)

Toteutuksessa päädyttiin Lora verkon käyttöön juuri virrankulutuksen takia. *LoRaWAN on spesifinen tiedonsiirtoverkko, joka on tarkoitettu langattomaan ja nopeaan mutta vähätehoiseen tiedonsiirtoon. LoRaWAN-verkko sopii erityisesti pienten datamäärien lähettämiseen ja vastaanottamiseen. Sen tärkeimpiä ominaispiireitä ovat kaksisuuntainen tiedonsiirto, liikuteltavuus, paikannuspalvelut ja helppo käyttöönotto.*

Kuvaus Lora - verkosta:



Kokemukset eri asennuksista

Tässä osiossa on kokemuksia eri piloteista ja mitä niissä toteutettiin.

Kolin latutiedon keruu

Kolille sensoreiden asentamisen jälkeen tehtiin räätälöity käyttöliittymä jossa näytettiin sensoreiden paikat ja niiden tämänhetkinen lämpötila. Kolia varten toteutettiin myös tablet ständi jossa käyttäjälle näytettiin latujen tiedot, kerättiin käyttäjältä palautetta suksivoiteiden toiminnasta. Tavoitteena oli myös näyttää suosituksia suksivoiteista. Tästä keskustelua käytiin projektin alussa Harri Kirvesniemen kanssa. Ajatuksena olisi ollut, että Kiteen sukselta oltaisiin saatu voide ohjeet, mutta Harri on ollut sen verran kiireinen, että nämä suosittelu videot ei onnistunut.

Asennus tapahtui hiihtokauden loppupuolella, jonka takia kokeilu jäi lyhyeksi. Ihmiset olivat kiinnostuneita palvelusta. Hotelli henkilökunta koki ständin pikkaisen monimutkaiseksi, koska he joutuivat ohjeistamaan käyttäjiä. Jossain vaiheessa myös ständin virran saanti oli keskeytynyt ja tästä aiheutui ongelmia hotelli henkilökunnalle.

Parhaiten ratkaisu toimisi niin, että ständi olisi käytössä sellaisessa paikassa jossa on osaamista myös ständin ylläpitoon ja opastukseen. Yhtenä vaihtoehtona olisi pelkkä paperitiedot joka ohjaa kyseiseen palveluun QR-koodin avulla. Näin matkailijat voisivat käyttää palvelua omalla puhelimella. Tämä on jo tällä hetkellä mahdollista.

COLLAPICK

Kolin jäätiedon keruu

Kolin jäätiedon keruun testejä tehtiin maaliskuun aikana yhden kuukauden verran. Sensori kokonaisuus oli asennettu Ukko kolin alamajan satamaan. Tietoja saatiin kerättyä kyseisestä kohdasta ja ne ovat erillisessä CSV-tiedostossa, sekä palvelimella sijaitsevassa tietokannassa.

Jäätiedon keruuta varten tarvitaan konversatio taulukko, koska se perustuu kapasitanssiin. Tätä varten tehtiin koemittaukset isossa pakastimessa, jotta jäätyminen raja-arvot saatiin talteen.

Jatkokehityksenä kapasitanssiin perustuva mittaus vaatii kalibrointia, jonka takia voisi parempana ja kustannustehokkaan ratkaisuna pitää lämpömittareita jotka ovat sarjassa.

Sensoreita testattiin myös Karelian sääkaapissa ja siitä olevat tulokset ovat tällä hetkellä konversioprosessin alla. Testissä myös huomattiin, että vahvemmallalla akulla varustettua Lora lähetin pystyi lähettämään tietoa jopa sääkaapin sisältä kaupunkialueella.

Kontiolahden latutiedon keruu

Kesän 2019 aikana käytyjen lähetysohjelmien selvittelyn aikana ideoitiin toteutusta Kontiolahden jäädytetyille ladulle. Näin voitaisiin paremmin sulkea lähetysohjelmat pois ja paikalla käynti on mahdollista.

Tälle hetkellä sensorit ovat olleet testissä siellä, ja sitä varten on toteutettu räätälöity käyttöliittymä joka visualisoi sensoreiden tilaa.

Asennus tapahtui eri kohtiin laduilla. Asennusten jälkeen huomattiin, että yhden sensorin ulkoinen lämpötilamittari oli ajettu latukoneella rikki. Asennuspaikat käytiin läpi henkilökunnan kanssa, mutta nähtävästi asennuspaikkoja kannattaa opitimoida vielä. Luultavammin latukone oli ajanut ulkoisen lämpösensorin päältä ja tämä vaurioitui. Jatkokehitysehdotuksena sensorin voisi paketoita punaisen metallitangon sisälle, jolloin se olisi työnnettävissä lumeen, sekä nähtävissä latukoneesta.



Esimerkki asennuksesta



Esimerkki asennuksesta

Kustannuksien jakautuminen

Kustannukset ovat jakautuneet vaadittavien komponenttien hankintaa, suunnittelutyöhön ja itse toteutustyöhön. Itse komponentit joita toteutuksissa käytetään eivät ole kalliita sääsensoreiden osalta 100€ + alv per laite ja jäänmittauksen osalta 1000€ + alv per laite. Jäänmittaus osio on kalliimpi, koska konstruktio on erilainen.

Itse suunnittelu ja toteutustyö on ollut isointa projektissa. Elektroniikan toteutuksiin varattiin puolet kokonaisuudesta ja toinen puoli palvelin, käyttöliittymä, testaus sekä asennus vaiheisiin. Tässä vaiheessa voidaan jo todeta, että toimittajan puolella projektin kustannukset on ylittyneet jatkuvien tiedonsiirto haasteiden takia.

Haasteet

Projektin isoimpana haasteena oli tavoitetilan liian epärealistinen asetanta. Luultavimmin tämä johtui siitä, että oletettiin akunkeston ja sensoriteknikan olevan jo huomattavasti kehittyneempä. Tavoitetilassa asetettiin tiukasti laitteen koko, lähetystiheys ja akunkesto, joita pyrittiin ratkaisemaan. Kuitenkaan nykyteknikat eivät mahdollista sitä ilman kunnollisia tukiasemia tai akkuja.

Markkinoilla valmiit olevat laitteet ovat kooltaan huomattavasti isompia ja näihin sensorit liitetään ulkoisilla liitännöillä ja niihin tarvitaan myös erillinen virransyöttö. Tällaiset laitteet ilman ulkoisia sensoreita maksavat, keskimäärin 1000€ kappale ja niihin ulkoiset sensorit ja akku, noin 500 - 1000€.

Projektin aikana pystyttiin luomaan kuitenkin kustannustehokas laite jonka kustannus on 100€+alv. Tämä on huomattavasti pienempi kuin edellä mainittu kokonaisuus, mutta teknologia on vielä alkuvaiheessa. Jatkon kannalta tuotekehitykseen tarvittaisiin enemmän panostuksia.

COLLAPICK

Teknisen määrittelyn oletuksena oli Lora -verkon parempi toimivuus, mutta tämä valitettavasti ei toteutunut ja on aiheuttanut kohtuuttoman paljon ongelmia.

Muuttamalla Lora -verkko GSM ratkaisua hyödyntäväksi ja hyväksymällä pienemmän akunkeston, saadaan järjestelmä käyttämään samankokoisia komponentteja ja tiivistä lähetystiehyttä, mutta toisaalta tässä ei välttämättä ole järkeä vaan kannattaa pyrkiä luomaan uusi kustannustehokasta ratkaisu.

Lora -verkossa haasteen myös oli tarkka asemointi, eli laitteet piti asemoida maasta yli metrin korkeuteen ja maston läheisyydellä on iso merkitys. Mahdollisilla vahvistimilla tätä saataisiin parannettua. Kaupunkialueiden ulkopuolella suositellaan käytettävän vahvistinta joka on kiinteässä verkkovirrassa ja verkkoon liitettävissä, esim GSM -verkon avulla.

WIRELESS-LOGGER Last Update: 2019-10-16 13:28:36

Dashboard [100024838]

DevAddr Filtering: Clear DevEUI Filtering: Clear LRR Id Filtering: Clear LRR Id Filtering: Clear AS ID Filtering: Clear Logout

From: To:

Decoder: raw

Auto Reload: no Expand All: Refresh Export size: 100 Export Map

Lasit paketteja

		UTC Timestamp	Local Timestamp	DevAddr	DevEUI	FPort	FCnt	NFCnt	AFcnt	RSSI	SNR	ESP	SF/DR	SubBand	Channel	LRR Id	LRR Id
mac	2019-10-16 10:27:50.547	2019-10-16 13:27:50.547	00208ABC	1122334455667708	0	23							SF12	G3	RX2	00000201	FF017E49
data	2019-10-16 10:27:48.547	2019-10-16 13:27:48.547	00208ABC	1122334455667708	1	48				-114.0	-4.0	-114.46	SF7	G1	LC1	00000201	FF017E49
mac	2019-10-16 10:06:29.522	2019-10-16 13:06:29.522	00203ABC	1122334455667783	0	3443							SF7	G2	LC6	00000201	FF019179
data	2019-10-16 10:06:28.522	2019-10-16 13:06:28.522	00203ABC	1122334455667783	1	4325				-109.0	5.0	-110.19	SF7	G2	LC6	00000201	FF019179
data	2019-10-16 10:01:03.661	2019-10-16 13:01:03.661	00505A80	5262334455667780	1	1755				-116.0	10.25	-118.88	SF7	G2	LC8	00000201	FF01A478
mac	2019-10-16 09:59:24.517	2019-10-16 12:59:24.517	00205ABC	1122334455667785	0	50							SF12	G3	RX2	00000201	FF01A47A
data	2019-10-16 09:59:22.517	2019-10-16 12:59:22.517	00205ABC	1122334455667785	1	52				-110.0	-1.0	-113.53	SF7	G1	LC2	00000201	FF01A47A
mac	2019-10-16 09:53:02.302	2019-10-16 12:53:02.302	00208ABC	1122334455667708	0	22							SF12	G3	RX2	00000201	FF01A47A
mac	2019-10-16 09:53:00.302	2019-10-16 12:53:00.302	00208ABC	1122334455667708	1	47				-116.0	-3.25	-120.83	SF7	G2	LC8	00000201	FF01A47A
data	2019-10-16 09:44:23.402	2019-10-16 12:44:23.402	00505A80	5262334455667780	0	468							SF12	G3	RX2	00000201	FF01A478
data	2019-10-16 09:44:21.402	2019-10-16 12:44:21.402	00505A80	5262334455667780	1	1754				-116.0	1.5	-118.32	SF7	G2	LC7	00000201	FF01A478
mac	2019-10-16 09:33:21.019	2019-10-16 12:33:21.019	00203ABC	1122334455667783	0	3442							SF7	G2	LC5	00000201	FF019179
data	2019-10-16 09:33:20.019	2019-10-16 12:33:20.019	00203ABC	1122334455667783	1	4324				-110.0	5.0	-111.19	SF7	G2	LC5	00000201	FF019179
mac	2019-10-16 09:27:20.120	2019-10-16 12:27:20.120	00205ABC	1122334455667785	0	49							SF12	G3	RX2	00000201	FF01A47A
data	2019-10-16 09:27:18.120	2019-10-16 12:27:18.120	00205ABC	1122334455667785	1	51				-111.0	3.5	-117.60	SF7	G1	LC1	00000201	FF01A47A
mac	2019-10-16 09:18:13.838	2019-10-16 12:18:13.838	00208ABC	1122334455667708	0	21							SF12	G3	RX2	00000201	FF017E49
data	2019-10-16 09:18:11.838	2019-10-16 12:18:11.838	00208ABC	1122334455667708	1	46				-114.0	-2.0	-110.12	SF7	G2	LC7	00000201	FF017E49
mac	2019-10-16 09:11:00.323	2019-10-16 12:11:00.323	00505A80	5262334455667780	0	467							SF12	G3	RX2	00000201	FF01A478

Page 1

V7.2.7 Copyright Actility 2017

Myös itse Digitan palvelussa näkyy signaalien heikko teho, eli SNR arvo on negatiivinen. SNR arvon ollessa yli 10 lähetys teho on hyvä. Kaupunkialueilla tähän päästään helpommin.

Teknologiset haasteet ovat aiheuttaneet, sen että projektin suunta on jouduttu muuttamaan ja tämä on aiheuttanut taas jatkuvaa muutosta käyttöliittymiin ja itse tavoitteet eivät ole jäätyneet.

COLLAPICK

Projektin aloituksessa olisi ollut hyvä, ottaa mukaan yrittäjät tai vain yksi yrittäjä, joiden tarpeita pyritään ratkaisee workshopeissa. Näin oltaisiin saatu paremmin heidän toiveet esille.

Projektin tarjouspyyntö tehtiin 2018 syyskuussa ja tarkentavien tarjousten jälkeen päästiin tekemään toteutusta marras-joulukuun aikana. Testiin päästiin helmikuussa, mutta tämän jälkeen ollaan tehty paljon tekniikkaan liittyviä muutoksia ja selvityksiä. Näin olleen pilotointi olisi voinut alkaa jo 2018 helmikuussa, jolloin aikaa olisi ollut enemmän tai vaihtoehtoisesti sitä pitäisi jatkaa 2020 huhtikuun loppuun kontiolahdella.

Jatkokehitystoimet

Itse pilotit ovat poikineet paljon jatkokehitysideoita, etenkin Lora -verkon ja sensoreiden hyödyntämiseen. Teollisuuden yritykset ovat olleet kiinnostuneita kustannustehokkaasta olosuhde seurannasta, esimerkiksi tuotantotiloissa. UEF on ollut kiinnostunut kyseisestä tekniikasta roudan seurantaan metsäteillä. Olemme myös suunnitelleet yhteistyön tekemistä paikallisten yritysten kanssa kiinteistöihin liittyvästä seurannasta. Tampereen kaupungin kanssa tehdään myös vastaavanlaisia pilotointeja valmiilla sensoreilla.

Jatkokehitystoimenpiteinä Lora-verkon tiedonsiirron haasteet on ratkaistava, jotta järjestelmät ovat käytettävissä muuallakin kuin kaupunkialueella.

Vielä raporttia tehdessä tarkastelimme uudestaan tilannetta maailmalla sääsensoreiden suhteen ja niiden hintataso. Tämä tarkastelu vahvisti meidän näkemystä, siitä että vakaasti toimiva Lora -verkko ja siihen liitettävät kustannustehokkaat sensorit voisivat mahdollistaa tulevaisuudessa oman erillisen liiketoiminnan tai mahdollisuuden uudelle yritykselle.

Raporttia kirjoittaessa sensorit siirrettiin Kontiolahden ladulle, jotta voidaan kerätä parempaa kokemusta lähialueelta. Näin mahdollistetaan nopeampi reagointi Lora- verkon yhteyshaasteiden parissa. Näin voimme helpommin käydä säätämässä sensoreita.