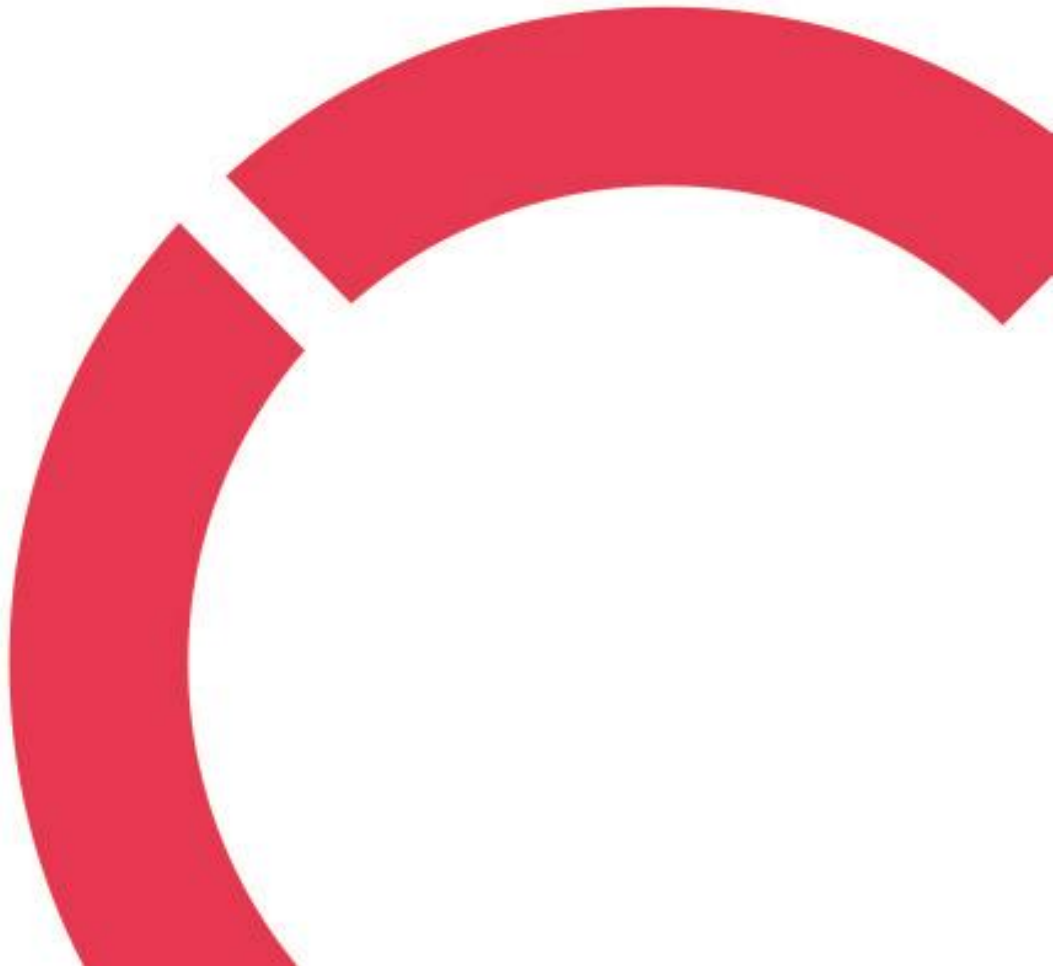


Teijo Räisänen

RUUVITAG-OHJELMOINTI JA -TIEDONSIIRTO

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tieto- ja viestintäteknikka
Toukokuu 2023**



Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Toukokuu 2023	Tekijä/tekijät Teijo Räisänen
Koulutus Tieto- ja Viestintäteknikka		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi Ruuvitag-ohjelmointi ja -tiedonsiirto		
Työn ohjaaja Jari Isohanni		Sivumäärä 22
Työelämäohjaaja		
<p>Aihe opinnäytetyölleni löytyi erään projektityön kautta, missä olin itsekkin mukana. Projektissa hyödynnettiin Ruuvitagia tiedonkeruulaitteena, jolloin kiinnostukseni Ruuvitagia kohtaan heräsi. Tässä opinnäytetyössä aiheena oli Ruuvitag ohjelmointi -ja tiedonsiirto, sekä niihin oleellisesti liittyvät komponentit. Tavoitteena oli esitellä Ruuvitagia laitteena sekä siihen liittyvää ohjelmointia ja tiedonsiirtoa. Tärkeänä opinnäytetyöni tavoitteena pidin Ruuvitagin tiedonsiirtoon ja sen lukemiseen liittyvien seikkojen selkiyttämistä myös asiaan vähemmän perehtyneen henkilön kannalta.</p> <p>Opinnäytetyöni tietoperustan keskeisiä elementtejä olivat mittauksen perusteet, anturit ja niiden toiminta, Ruuvitag, tiedonsiirto sekä Ruuvitag-ohjelmointi. Keskeisenä elementtinä toimi myös projektityön kautta saamani konkreettinen osaaminen Ruuvitag-laitteen käyttämiseksi. Menetelminä opinnäytetyössäni käytin teorian etsimistä ja esittelemistä sekä teorian selkiyttämistä hyödyntämällä esimerkkisovellusta, jota olin itse projektissa käyttänyt.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena todennettiin Ruuvitagin hyödyllisyys tiedonkeruulaitteena, osana ohjelmointia ja tiedonsiirtoa.</p>		
Asiasanat Influxdb, Internet Of Things, RuuviCollector, Ruuvitag		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date May 2023	Author Teijo Räisänen
Degree programme Information and communication technology, ICT		
Name of thesis Ruuvitag programming and data transfer		
Centria supervisor Jari Isohanni	Pages 22	
Instructor representing commissioning institution or company		
<p>The topic for my thesis was found through a project work, in which I myself was involved. The project used Ruuvitag as a data collection device, which is when my interest in Ruuvitag was awakened. In this thesis, the topic was Ruuvitag programming and data transfer, as well as the components essentially related to them. The goal was to present Ruuvitag as a device and the related programming and data transfer. I considered the important goal of my thesis to clarify the aspects related to the information transfer of the Ruuvitag and its reading, also from the point of view of a person less familiar with the matter.</p> <p>The central elements of the knowledge base of my thesis were the basics of measurement, sensors and their operation, Ruuvitag, data transfer and Ruuvitag programming. The concrete know-how I gained through the project work to use the Ruuvitag device also served as a key element. As methods in my thesis, I used searching for and presenting theoretical information and clarifying the theory by utilizing the example application that I had used in the project. As a result of the thesis, the usefulness of Ruuvitag as a data collection device, as part of programming and data transfer was verified.</p>		

<p>Key words Influxdb, Internet Of Things, RuuviCollector, Ruuvitag</p>
--

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

AD-muunnin

(Analog-To-Digital Converter, ADC) eli analogi-digitaalimuunnin on elektroniikassa laite, joka muuntaa jatkuvan analogisen signaalin arvoja digitaalisiksi lukuarvoiksi.

API

(Application programming interface) tarkoittaa ohjelmointirajapintaa, sen kautta voi hakea kolmansien osapuolien sivuilta tietoa.

BLE

(Bluetooth low energy) on lyhyen matkan langaton lähiverkkotekniikka.

MEMS

(Micro Electronic Mechanical Systems) anturit sisältävät mekaanisia sekä sähkömekaanisia elementtejä; nämä ovat mikrometrikaavassa integroituja piirejä, joilla on kyky havaita, hallita ja luoda vaikutuksia mikrotasolla.

MQTT

(Message Queuing Telemetry Transport) on avoimeen lähdekoodiin perustuva kevyt viesti-protokolla. Protokolla pyrkii minimoimaan sitä käyttävien laitteiden resurssivaatimukset sekä käytettävän kaistaleveyden tiedonsiirrossa.

JSON

(JavaScript Object Notation) on yksinkertainen ja kevyt avoimen standardin tiedostomuoto tiedonvälitykseen ja tallennukseen.

RH

(Relative humidity) prosenttiluku joka ilmaisee kuinka paljon ilmassa on vesihöyryä siihen nähden, mitä kyseisessä lämpötilassa voi enimmillään olla vesihöyryä.

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 MITTAUKSEN PERUSTEET	2
2.1 Lämpötila	2
2.2 Kosteus	3
2.3 Ilmanpaine	3
2.4 Kiihtyvyys	4
3 ANTURIT JA NIIDEN TOIMINTA.....	5
4 RUUVITAG.....	7
4.1 Lämpötila- ja kosteusanturi.....	7
4.2 Kiihdytysanturi ja ilmanpaine	8
5 TIEDONSIIRTO.....	9
6 RUUVITAGIN OHJELMOINTI	12
6.1 Node-RED	12
6.2 Node-RED ohjelmointi.....	13
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	15
LÄHTEET	7

1 JOHDANTO

Teknologia ja sen kehitys on johdattanut ihmiskunnan siihen pisteeseen, että kaikki kerättävä tieto on saatavilla välittömästi tai hyvin nopeasti, niin yrityksille kuin yksityishenkilöille. Nopeasti mittaavia, helppokäyttöisiä sensoreita on käytössä laajalti. Yksi näistä, johon tutustumme tässä opinnäytetyössä, on suomalaisyrityksen kehittämä Ruuvitag sensorikonaisuus, joka on käyttäjäystävällinen ja puhelisovelluksen ansiosta näppärä. On kuitenkin huomattavaa, että osaavissa käsissä tämä laite voi muuntautua moniulotteiseksi mittauslaitteeksi, josta saadaan raakadata ulos myöhemmin muutettavaksi visuaaliseksi dataksi.

Mittauslaitteet ja niiden kehitys, on mahdollistanut ennakkoinnin lukuisten eri asioiden kannalta. Ihmiset voivat muun muassa tarkkailla säätä useita päiviä, jopa viikkoja eteenpäin. Maanjäristykset, hirmumyrskyt ja monet muut luonnonkatastrofit kyetään havaitsemaan entistä aiemmin ja suuremmalla varmuudella. Infrastruktuurin kannalta voidaan mitata siltojen, palkkien ja muiden rakenteiden kestävyyttä. Tietenkään, kun puhutaan mittareiden kehityksen ulottuvuuksista, ei sovi unohtaa arjen sujuvuuteen liittyvien teknisten laitteiden osuutta. Erilaisten mittareiden avulla on voitu parantaa sekä ihmisten turvallisuuteen että mukavuuteen liittyviä elementtejä.

Yhdeksi suurimmaksi haasteeksi tätä opinnäytetyötä tehdessäni ilmeni rajaamisen vaikeus. Käsiteltävien asioiden laajuus on valtava ja kaikki toimivat jollain lailla kytköksissä toisiinsa. Halusin kirjoittaa työni mahdollisimman tiiviisti asioiden merkitysarvoa menettämättä. Tällä halusin ehkäistä työn paisumisen ja eksymisen liian kauas varsinaisesta opinnäytetyöni aiheesta. Tämän opinnäytetyön tavoite on selventää erityisesti Ruuvitagin ohjelmoinnin ja tiedonsiirron peruseriaatteita. On kuitenkin välttämätöntä tietää yleisesti ohjelmointiin, antureihin ja muuhun ohjelmoinnin toimintaan liittyvistä lainalaisuuksista, jotta voidaan tarkastella Ruuvitagin toimintaa. Oma kiinnostukseni Ruuvitagia kohtaan heräsi projektista, jossa sain olla mukana. Siinä Ruuvitagia hyödynnettiin muun muassa säätietojen kartoittamiseen.

2 MITTAUKSEN PERUSTEET

Mittaustuloksia voi saada useammasta eri lähteestä. Ruuvitagin ympäristön mittaaminen tapahtuu 2.5 sekunnin välein. Mittaustulokset Ruuvitag tallentaa laitteen sisäiseen muistiin 5 minuutin välein ja lähettää ne eteenpäin bluetooth-viestinä. Yhdyskäytävä siirtää Ruuvitagin mittaustuloksia pilvipalveluun minuutin välein. Kun dataa on yli vuorokauden ajalta, vähennetään dataa niin, että mittaushetkien aikaväli on 15 minuuttia. (Ruuvi.)

Ruuvitag sisältää mikrokokoisia sensoreita, jotka mittaavat muun muassa lämpötilaa, kosteutta, ilmanpainetta ja kiihtyvyyttä. Näiden suureiden avulla voidaan tutkia alati muuttuvaa ympäristöä, ja selvittää esimerkiksi sateen mahdollisuutta tai lämpötilan vaihteluita. Kiihtyvyyssensorilla voidaan mitata seismistä värähtelyä, jolloin on mahdollista havaita muun muassa maanjäristyksiä. (Weckström 2005; VAISALA; Saxholm & Rantanen 2011; Transfer multisort elektronik.)

2.1 Lämpötila

Lämpötilan mittaamista voidaan luonnehtia kahdella tavalla: kosketus- ja koskemattomaan mittaukseen mitattavan kohteen mukaan, oli kyseessä kappale tai aine. Kosketusmittauksessa on käytössä lasilämpömittari, vastuslämpömittari tai termoelementti, kun taas koskematon on infrapunalämpömittari. Lämpötilan mittaaminen tapahtuu hitaasti siitä syystä, että anturin lämpötilan täytyy tasaantua mitattavan kohteen lämpötilaa vastaavaksi. (Weckström 2005.)

Mittarin suoraan antama lukema ei varsinaisesti ole absoluuttinen totuus, vaan keskiarvo mitattavasta kohteesta. Tulos muuttuu sitä tarkemmaksi, mitä useampi mittaus kohteesta otetaan näiden keskiarvo laskien. Näin ollen saadaan virhelukema, jonka avulla voi todeta oikean lämpötilan. Esimerkiksi kalibroitimittauksessa on todettu, että mittarin virhe on -1.2 °C , mikäli mittarin näyttämä lämpötila on 23.1 °C . Oikea lämpötila laskennallisesti on $23.1 - (-1.2) = 24.3\text{ °C}$. Vastaavasti, jos kalibroitodistuksessa lukee korjaus, vähennetään varsinaisesta lukemasta kyseinen virhelukema, jolloin oikea lämpötila olisi 23.1 °C mitatusta 21.9 °C asteesta. (Weckström 2005.)

2.2 Kosteus

Kosteudesta puhuttaessa tarkoitetaan suhteellista kosteutta (RH). Yksinkertaisesti suhteellinen kosteus mittaa ilmassa olevan vesihöyryn prosenttiosuutena (%RH) määrästä, joka tarvitaan saturaation saavuttamiseksi samassa lämpötilassa. RH on riippuvainen paineesta sekä lämpötilasta ja on hyvin herkkä lämpötilamuutoksille. Kun lämpötila nousee, ilmasta tulee kuivempaa ja näin ollen RH-lukema pienenee. Kun lämpötila laskee, ilmasta tulee kosteampaa, jolloin RH-lukema kasvaa. Paineen laskiessa tulee ilmasta kuivempaa, kun taas paineen noustessa ilmasta tulee kosteampaa. (VAISALA.)

2.3 Ilmanpaine

Vallitseva ilmanpaine on ilmakehän aiheuttamaa absoluuttista painetta. Absoluuttisesta paineesta puhuessa vertailuarvona pidetään tyhjiötä. Ilmanpaine on osa säätilan vaihtelua. Ilmanpaineen mittaustulokseen vaikuttaa merenpinnan korkeus mittauspisteestä.

Kun puhutaan paineesta, tarkoitetaan sillä yleensä ylipainetta, jonka vertailuarvo on vallitseva ilmanpaine. Ylipaine voidaan muuttaa absoluuttipaineeksi lisäämällä siihen muutoshetkellä oleva ilmanpaine. Alipaine vastaavanlaisesti on vallitsevaa ilmanpainetta pienempi paine, jota nimitetään negatiiviseksi ylipaineeksi. Tämä tarkoittaa, että jonkin kohteen paine on pienempi verrattuna ympäristön paineeseen. Tällaisia kohteita ovat muun muassa rakennuksilla alipaineistetut huoneistot, auton imusarjasta tai pumpun imupuolelta mitattava paine. (Saxholm & Rantanen 2011.)

Ruuvitag käyttää digitaalista barometrista painesensoria. Mikromekaaninen anturisiru sisältää paineherkän kalvon, jossa on elektroniset vastukset. Vastukset mittaavat jännitteen muuttumista kalvon jousaessa paineen vaikutuksen alaisena. Kun paine kasvaa, jännite nousee. Näin saadaan elektronisesti mitattua ilmanpainetta. (Saxholm, Rantanen 2011.)

2.4 Kiihtyvyyys

Kiihtyvyyssanturi on kiihtyvyyden muunnin, joka mittaa omaa liikettä ympäristössä. Yleinen kiihtyvyyssanturi on 3-akselinen, ja sen rakenne koostuu kolmen anturin järjestelmästä. Näistä jokainen mittaa kiihtyvyyttä eri suuntaan X, Y ja Z. Toimintaperiaate on varsin yksinkertainen; se mittaa kiihdytysvoimaan yksikössä g ja voi tehdä mittauksia kolmessa eri tasossa.

Värähtelyä voidaan myös mitata kiihtyvyytenä. Yleensä värähtelymittausta käytetään koneiden ja laitteiden toiminnan, sekä sellaisten rakenteiden diagnostiikkaa varten, jotka ovat alttiita erilaisille jännitteille. Tällaisilla tarkoitetaan rakennuksien, siltojen sekä mastojen teräsrakenteita. Kiihtyvyyssantureita käytetään muun muassa lääketieteellisissä- ja urheiluvarusteissa, mutta myös tietotekniikassa esimerkiksi kiintolevyjen suojaamiseen vahingoittumiselta, kameroissa, videokameroissa, älypuhelimissa, kaukosäätimissä, navigointijärjestelmissä ja kaikenlaisissa ohjaimissa. (Transfer multisort elektronik.)

MEMS-tekniikkaa käyttävä kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi on pienin ja yleisin, sekä usein halvin, jota markkinoilla on tarjolla. Toiminta perustuu jousilla asetetun kuorman sijoittamiseen. Jousien pää on kiinnitettyinä kompakondensaattorin koteloon ja toinen pää asennettuun kuormaan. Anturiin vaikuttava voima liikkuu jousilla, mikä aiheuttaa tiivistyskomponentin ja massan välisen etäisyyden muutoksen. Samalla se vaikuttaa kapasitanssin muutokseen. Ruuvi-tag käyttää MEMS-kapasitiivista kiihtyvyyssanturia. (Transfer multisort elektronik.)

Muihin kiihtyvyyssantureihin lukeutuu muun muassa Pietsoresistiinen kiihtyvyyssanturi, jonka ominaisuuksiin kuuluu laaja mittausalaja. Etuna voi mainita sen mahdollisuuden mitata hitaasti muuttuvia signaaleja, kun taas heikkoutena on, ettei se kestä ympäristön lämpötilan muutoksia ja on huomattavasti kalliimpi kuin MEMS-kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi. (Transfer multisort elektronik.).

Pietsosähköistä kiihtyvyyssanturia käytetään yleisimmin värähtelytason mittaamiseen. Sen ominaisuuksiin kuuluu korkea herkkyys sekä tarkkuus, jonka vuoksi se soveltuu hyvin seismisiin mittauksiin. Sillä on hyvä lämmönsietokyky, mutta se ei kestä kovaa kuormaa kuten törmäystä tai rikkovaa testiä suorittaessa. (Transfer multisort elektronik.)

3 ANTURIT JA NIIDEN TOIMINTA

Antureita on olemassa lukuisia erilaisia, ja sanalle anturi on olemassa monenlaisia määritelmiä. Yksi esimerkkimääritelmä kertoo sen olevan osa suurempaa järjestelmää, joka tuottaa lähdön eli signaalin suhteessa tiettyyn fyysiseen suureen eli tuloon. Sen voidaan sanoa olevan laite, jonka tarkoitus on muuttaa signaalit yhdestä energia-alueesta sähköalueeksi. (Fmuser.) Anturiteknologian kehitys on tuonut mukanaan sekä hyötyä että mukavuutta ihmisten arkeen ja elämään.

Antureiden avulla voidaan havaita monenlaisia ympäristön muutoksia, kuten esimerkiksi ilmakehän kosteuden, lämpötilan ja paineeseen liittyen. Anturin perusperiaate on, että tehdyt havainnot siirtyvät muihin laitteisiin, joissa ne muuntuvat ihmiselle luettavaan muotoon. (Moko technology.)

Anturi voi mitata kohdetta joko suoraan tai epäsuorasti. Anturit, joilla on oma ohjauselektronikka, sisältävät mittauksia tarkentavia toimintoja, kuten korjauskertoimia, -käyriä ja -taulukoita. Anturista yleensä saatava signaali on analoginen, joka voidaan muuttaa tietojenkäsittelyä varten digitaaliseksi. Tämä tapahtuu joko anturin omassa ohjainyksikössä tai AD-muuntimessa. Älykkäiden anturien ohjainyksiköt voidaan liittää kenttäväylään tai verkkoon. (Bishop 2008.)

Anturi on laite, joka muodostaa ohjauksijärjestelmälle mitattavan signaalin altistuessaan jollekin fyysiselle ärsykkeelle. Tällainen voi olla vaikka muutos lämpötilassa tai voimassa ja lähetettävä signaali, sähköinen pulssi tai magneettikentän muutos. (Bishop, 2008, luku 17 s. 1.)

Antureita voidaan luokitella eri tavoin hyvin yksinkertaisista erittäin monimutkaisiin. Yksi esimerkkiluokitus on aktiiviset ja passiiviset anturit. Erona näissä kahdessa on, että aktiiviset anturit tarvitsevat jonkin ulkoisen heräte- tai tehosignaalin, mitä passiiviset puolestaan eivät. Passiiviset anturit tuottavat suoraan lähtövasteen. Toisen luokituksen perusteena on muunnosilmiö eli tulo ja ulostulo. Tästä esimerkkinä voi nimetä vaikkapa sähkömagneettisen, valosähköisen ja sähkökemiallisen. Lopullinen antureiden luokitus on analogiset ja digitaaliset anturit. Näissä erona on, että analogiset anturit tuottavat analogisen ulostulon eli jatkuvan

lähtösignaalin suhteessa mitattavaan suureen, kun taas digitaaliset anturit toimivat erillisten tai digitaalisten tietojen kanssa. (Fmuser.)

Ruuvitag lähettää oletuksena dataa suoraan puhelimeen Bluetoothin välityksellä. Laitteessa on kuitenkin kytkin, jolla Ruuvitag saadaan lähettämään Raakadataa, jolla tarkoitetaan jalostamatonta dataa. Tätä muodostuu vaihtelevissa muodoissa, ja se voi kokea useita käsittelyvaihteita sekä muodonmuutoksia elinkaarensa aikana. (Tieteen termipankki.)

4 RUUVITAG

Tässä opinnäytetyössä käsitellään suomalaisen Ruuvi Innovatives Oy:n valmistamaa ja kehittämää Ruuvitag Bluetooth-lähetintä. Tuote on saanut merkittävän ponnahdusalan kickstart-joukkorahoituksesta vuonna 2016, ja sen avulla tuotteen ensimmäinen versio saatiin valmiiksi jo vuoden 2017 kesällä. (Robinson 2017.)

Ruuvitag on avoimen lähdekoodin sensorialusta, joka mittaa lämpötilaa, ilmankosteutta, ilmanpainetta sekä kiihtyvyyttä. Ruuvi-sensorit lähettävät jatkuvasti anturitietoa 0.8 hz taajuudella ja samanaikaisesti kirjaavat ympäristöanturitietoa 5 minuutin välein 10 päivän ajan. Oletusarvoisesti sensorit päivitetään 0.4 hz taajuuteen. Tämä tarkoittaa, että kahdella peräkkäisellä lähetysviestillä on sama anturidata. Yleisesti akun käyttöikä on yli 2 vuotta. (Ruuvitag.)

4.1 Lämpötila- ja kosteusanturi

Lämpötila-anturia käytetään nimensä mukaisesti havaitsemaan lämpötilaa. Sitä hyödynnetään esimerkiksi matkapuhelimissa, tietokoneissa ja teollisuudessa. Kosteusanturia hyödynnetään havaitsemaan ilman suhteellinen kosteus, joka on maksimissaan samassa lämpötilassa oleva ilman vesihöyryn suhde. Muun muassa erilaiset kylmäketjukuljetukset ja varastot käyttävät kosteusantureita. (Moko technology.)

Sensirion SHTC3 on anturi, jonka lämpötilamittausasteikko on välillä -40–125 c ja suhteellinen kosteus välillä 0–95 %. Tyypillinen absoluuttinen tarkkuustoleranssi suhteelliselle kosteudelle on ± 2 % ja lämpötilalle $\pm 0,2$ °C. SHTC3 on digitaalinen kosteus- ja lämpötila anturi, joka on suunniteltu erityisesti akkukäyttöisille kulutuselektronikkalaitteisiin. Sensirionin CMO-sens®-tekniikka tarjoaa täydellisen anturijärjestelmän yhdellä sirulla, joka koostuu kapasitiivisesta kosteusanturista, bandgap-lämpötila-anturista, analogisesta ja digitaalisesta signaalinkäsittelystä, AD-muuntimesta, kalibrointitietomuistista ja digitaalisesta tiedonsiirtoliittymästä, joka tukee I2C fast modea. (Sensirion.)

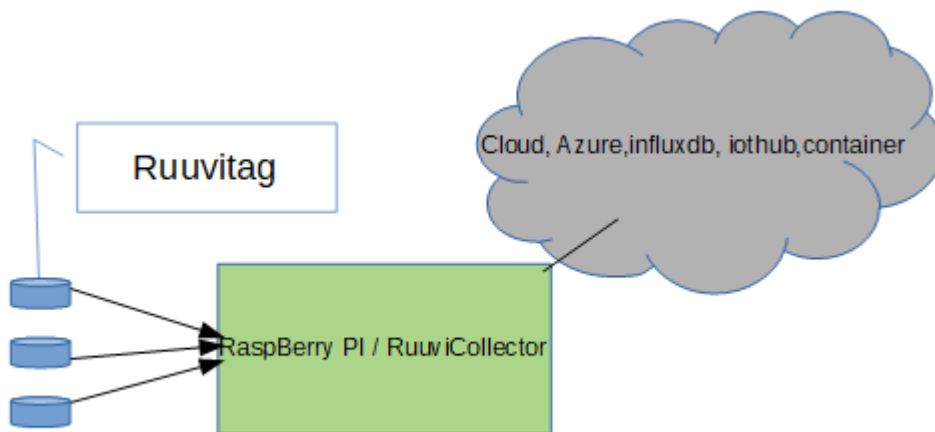
4.2 Kiihdytysanturi ja ilmanpaine

STMicroelectronics LIS2DH12 on erittäin pienitehoinen korkean suorituskyvyn kolmiakselinen lineaarinen kiihtyvyyssanturi. Käyttäjän valittavissa olevat täydet asteikot ovat $\pm 2\text{ g}$, $\pm 4\text{ g}$, $\pm 8\text{ g}$, $\pm 16\text{ g}$. Kiihtyvyyksiä se pystyy mittaamaan lähtödatanopeuksilla 1Hz – 5.3kHz välillä. Laitte voidaan konfiguroida generoimaan keskeytys signaaleja, havaitsemalla kaksi toisistaan riippumatonta inertiaherätys -ja vapaapudotustapahtumaa, sekä itse laitteen sijainnin perusteella. Anturin toiminta voidaan tarkistaa lopullisessa sovelluksessa itsetestausominaisuuden avulla. (STMicroelectronics.)

Infineon DPS310 on pienikokoinen digitaalinen barometrinen ilmanpaineanturi, jolla on suuri tarkkuus ja alahainen virrankulutus. Se pystyy mittaamaan painetta sekä lämpötilaa. Paineanturielementti perustuu kapasitiiviseen tunnistusperiaatteeseen, joka takaa korkean tarkkuuden lämpötilan muutoksissa. Pienen kokonsa puolesta DPS310 on ihanteellinen mobiili- ja puettaviin laitteisiin. Mittaustila ilmaistaan tilabiteillä tai keskeytyksillä SDO-nastasta. (Infineon.)

5 TIEDONSIIRTO

Dataa voidaan kerätä useammalla Ruuvitagilla, jotka sijoitetaan esimerkiksi omakotitalon lämpötilan ja kosteuden mittaamista tai säähavaintoja varten. Datan keruu tapahtuu Ruuvi-Collector-sovelluksella tietokantaan, kuten esimerkiksi influxdb-tietokantaan tai Microsoft Azureen. Ruuvitagin bluetoothyhteyden etäisyys on suhteellisen lyhyt. Yhdyskätävänä toimii hyvin raspberryPI mikrokokoinen tietokone. Tietokantaan lähetetty tieto tallennetaan blob containeriin JSON-tietopakettina. (Ruuvi, Setting up Raspberry Pi as a Ruuvi Gateway.) Kuvassa 1 havainnollistan tapahtuman



KUVA 1. Ruuvitag toiminta.

RuuviCollector on keräilysovellus, joka kerää dataa Ruuvitagilta ja varastoi sen influxDB- aikasarjatietokantaan. Yksinkertaistettuna RuuviCollector käyttää hcitool- ja hcidumb- ohjelmia bluez- ja bluez-hcidumb-paketeista BLE-liikenteen skannaamiseen sekä raakapakettien purkamiseen. Kuvassa 2 on esimerkki siitä, kuinka yksinkertaisella pätkällä koodia Ruuvitagilta tietoa on haettu. (Ruuvi, Setting up Raspberry Pi as a Ruuvi Gateway.)

```

ruuvi_tag.py
1 from ruuvi_tag_sensor.ruuvi import RuuviTagSensor, RunFlag
2
3 counter = 10
4 # RunFlag for stopping execution at desired time
5 run_flag = RunFlag()
6
7 def handle_data(found_data):
8     print('MAC ' + found_data[0])
9     print(found_data[1])
10    global counter
11    counter = counter - 1
12    if counter < 0:
13        run_flag.running = False
14
15 # List of macs of sensors which will execute callback function
16 macs = ['EF:9E:DB:AE:2E:C8']
17
18 RuuviTagSensor.get_datas(handle_data, macs, run_flag)
19
Shell
00, 'acceleration_x': -12, 'acceleration_y': 76, 'acceleration_z': 1048, 'tx_power': 4, 'battery': 3121, 'movement_counter': 59, 'measurement_sequence_number': 52552, 'mac': 'ef9edbae2ec8'}
MAC EF:9E:DB:AE:2E:C8
{'data_format': 5, 'humidity': 28.07, 'temperature': 25.1, 'pressure': 1015.19, 'acceleration': 1051.1175005678
48, 'acceleration_x': -12, 'acceleration_y': 80, 'acceleration_z': 1048, 'tx_power': 4, 'battery': 3121, 'movement_counter': 59, 'measurement_sequence_number': 52553, 'mac': 'ef9edbae2ec8'}
MAC EF:9E:DB:AE:2E:C8
{'data_format': 5, 'humidity': 28.05, 'temperature': 25.1, 'pressure': 1015.2, 'acceleration': 1054.52927807280
6, 'acceleration_x': -12, 'acceleration_y': 72, 'acceleration_z': 1052, 'tx_power': 4, 'battery': 3121, 'movement_counter': 59, 'measurement_sequence_number': 52554, 'mac': 'ef9edbae2ec8'}
MAC EF:9E:DB:AE:2E:C8
{'data_format': 5, 'humidity': 28.07, 'temperature': 25.11, 'pressure': 1015.2, 'acceleration': 1054.8099354860
096, 'acceleration_x': -12, 'acceleration_y': 76, 'acceleration_z': 1052, 'tx_power': 4, 'battery': 3121, 'movement_counter': 59, 'measurement_sequence_number': 52555, 'mac': 'ef9edbae2ec8'}
MAC EF:9E:DB:AE:2E:C8
{'data_format': 5, 'humidity': 28.03, 'temperature': 25.11, 'pressure': 1015.2, 'acceleration': 1043.4557968596
466, 'acceleration_x': -12, 'acceleration_y': 84, 'acceleration_z': 1040, 'tx_power': 4, 'battery': 3121, 'movement_counter': 59, 'measurement_sequence_number': 52557, 'mac': 'ef9edbae2ec8'}
>>>
Python 3.7.3

```

Kuva 2. Ruuvi-tag-ohjelmointia.

Huomattavaa on, että tieto on sekavaa ja vaikeasti luettavaa. Tämän takia tiedon lukemisen helpottamiseksi on käytetty grafanaa, joka on avoimen lähdekoodin analytiikka ja interaktiivinen visualisointiverkkosovellus (Ruuvi, Setting up Raspberry Pi as a Ruuvi Gateway.) Kuvan 3 tapahtumaa selkeytän visuaalisesti kuvan 4 avulla.

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~$ influx
Connected to http://localhost:8086 version 1.6.4
InfluxDB shell version: 1.6.4
> show databases
name: databases
name
----
internal
ruuvi
> use ruuvi
Using database ruuvi
> show measurements
name: measurements
name
----
ruuvi_measurements
> select * from ruuvi_measurements limit 3
name: ruuvi_measurements
time absoluteHumidity accelerationAngleFromX accelerationAngleFromY accelerationAngleFromZ accelerationTotal accelerationX accelerationY accelerationZ airDensity batteryVoltage dataFormat dewPoint equilibriumVaporPressure humidity mac measurementSequenceNumber movementCounter pressure rssi temperature txPower
-----
1622526003559448213 6.37445683165669 90.21769631792537 87.82251793242092 2.1883476655023073 1.0527677806620035 -0.004 0.04
1.052 1.1995940579923423 3.1029999999999998 5 4.956314723981275 2722.916904366244 31.9325 EF9EDBAE2EC8 55291
112 102057 -87 22.49 4
1622526014395705946 6.37645306021119 91.08760269373062 86.95345997049967 3.235199938997198 1.0536792680887292 -0.02 0.056
1.052 1.199581051142019 3.1029999999999998 5 4.9608070524333705 2722.916904366244 31.9425 EF9EDBAE2EC8 55303
112 102056 -88 22.49 4
1622526025980992589 6.37246060310219 90.87044605600413 87.38785748849975 2.753546050552419 1.053216027232853 -0.016 0.048
1.052 1.1995952726789147 3.1029999999999998 5 4.951821151010349 2722.916904366244 31.9225 EF9EDBAE2EC8 55312
112 102057 -87 22.49 4

```

Kuva 3. Ruuvi-tag-raakadata

Grafana tarjoaa kaavioita ja hälytyksiä verkkoon, kun se on yhdistettynä tuettuihin tietolähteisiin. Kuvan 4 esimerkkitapauksessa Ruuvitagilta tulevat tiedot ovat Ruuvitagin patterin jännite, huoneiston lämpötila, kosteus, ilmanpaine ja kastepiste. Kuvasta 4 on tulkittavissa myös sateisen päivän vaikutus sisäilmaan.



Kuva 4. Grafana-statistiikka.

6 RUUVITAGIN OHJELMOINTI

Kun puhutaan ohjelmoinnista, tarkoitetaan sillä käskyjen antamista tietokoneelle. Toisella nimellä voidaan myös puhua koodaamisesta, joka on kieleen yleistynyt englanninkielinen termi. Ohjeiden on oltava tarkkoja ja täsmällisiä, eikä niissä saa oikoa. Järjestyksen tulee olla oikea, jotta tietokone osaa suorittaa annetun käskyn. Ohjelmointikieliä on useita satoja, mutta kaikilla on sama peruslogiikka: tietokoneohjelma käsittelee käskyt annettujen sääntöjen mukaisesti, jolloin saavutetaan haluttu lopputulos. (Sanomapro.)

Koodausta käytetään nykyään lähes kaikessa teknologiaa hyödyntävissä välineissä ja laitteissa. Koodin avulla ohjataan paljon nykypäivän arkisia asioita, kuten esimerkiksi liikennevaloja, elektronisia aikatauluja ja näyttöjä, kelloja sekä erilaisia kodinkoneita. Moni ei tule ajatelleeksi, että jopa uudet autot sisältävät tuhansia rivejä koodia. Ohjelmoinnin opettelu kehittää myös muita taitoja, kuten analyttistä ajattelua, ongelmien paloittelua sekä suunnittelutaitoja. Se ei ole siis pelkästään sanojen järjestämistä ruudulle oikeaan järjestykseen, vaan se on uusi ajattelutapa, joka on hyödyllinen taito nykypäivän työelämässä, alasta riippumatta. (Codeberry.)

6.1 Node-RED

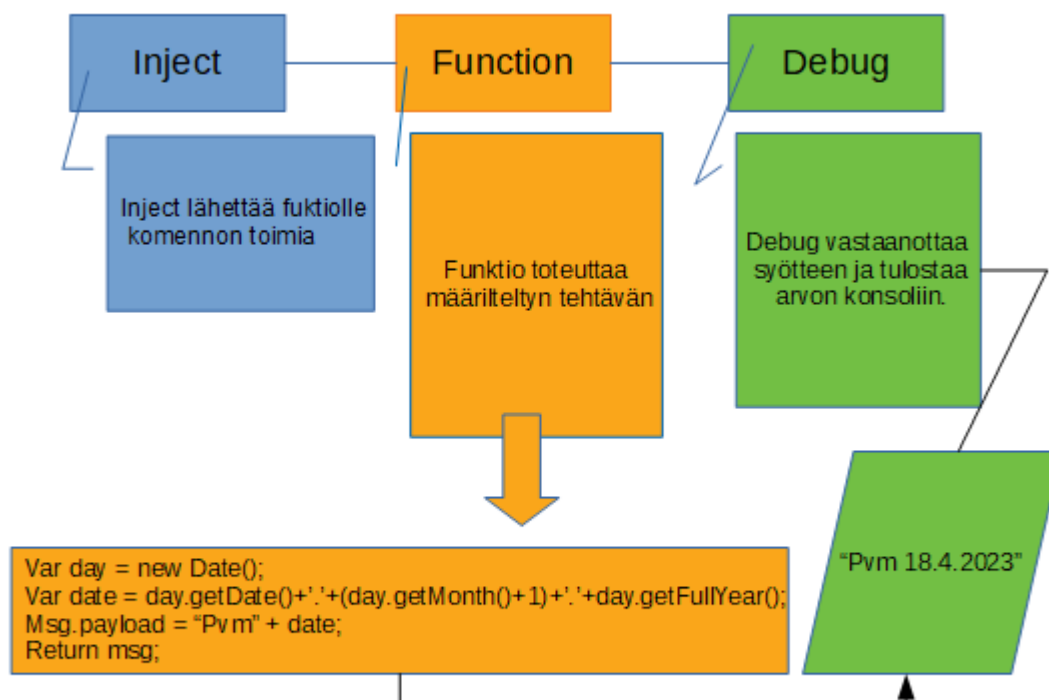
Node-RED on ohjelmointityökalu, joka toteuttaa flow-pohjaista ohjelmointia. Node-RED käyttää FBP (Flow based programming) laatiokoita, ja antaa kullekin toiminnon, jolloin se mahdollistaa flow-pohjaisen ohjelmoinnin uudella tavalla. Node-RED nimeää laatikot nodeiksi. Jolloin muuten monimutkikas toiminta yksinkertaistuu työtilaan sijoitetuilla nodeilla. (OpenJS Foundation.).

Node-RED on syntynyt sivuprojektin luonnoksena, jota Dave Conway-Jones ja Nick O'leary toteuttivat IMB:llä työskennellessään. Node-RED on työkalu, joka pystyy laajentumaan vapaasti. Avointa lähdekoodia se on ollut vuodesta 2013. (OpenJS Foundation.)

6.2 Node-RED ohjelmointi

Node-RED toimii yleisimmillä verkkoselaimilla, joita ovat Google Chrome, Microsoft Edge, Firefox ja Safari. Ohjelmointi tapahtuu verkkoselainpohjaisella ohjelmalla. Sivusto jakautuu karkeasti kolmeen eri osioon, joita ovat Nodet, työtila ja inforuutu. Ohjelmointia toteutetaan vetämällä tietokoneen hiirellä nodeja työtilaan. Node-RED pystyy lähettämään tiedot eteenpäin MQTT -tai JSON muodossa, jolloin kommunikaatio on helppo toteuttaa muiden ympäristöjen tai laitteiden kanssa. (OpenJS Foundation.)

Kuva 5 esimerkki käyttää inject-nodea käynnistämään funktio-noden, johon on ohjelmoitu javascriptillä komento, joka tarkistaa päivämäärän. Tämän jälkeen funktio lähettää tiedon debug-nodeen joka tulostaa selaimessa olevan inforuutuun haetun päivämäärän.



Kuva 5. Node-rakenne.

node-RED mahdollistaa useamman työvuon käytön kerrallaan, näiden ohjelmien on mahdollista keskustella keskenään tarpeen mukaan. Tämä mahdollistaa ympäristön normaalin toiminnan uusien ohjelmien tekemisen yhteydessä. Sovelluksia voi viedä export-komennolla JSON-muodossa ja samalla voidaan tuoda työtilaan uusia vuokaavioita käyttämällä import-komentoa. (OpenJS Foundation.)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli esitellä Ruuvitag-ohjelmointia ja -tiedonsiirtoa. Menetelminä työssäni käytin eri lähteistä keräämääni tietoa, sekä omia kokemuksiani työn aiheeseen liittyvän projektityön kautta. Opinnäytetyöni varsinaisesta aiheesta löytyi suhteellisen vähän tutkittua tietoa, minkä vuoksi teoriaosuus koostui pitkälti internetistä löytämistäni sivustoista sekä tutkimuksista. Ohjelmoinnista ja tiedonsiirrosta yleisesti on kyllä saatavilla tietoa runsaastikin. Oma kokemukseni Ruuvitag-laitteen käytöstä projektityöni kautta, toi mukavasti tuntumaa itse laitteesta ja sen toiminnasta. Tämä oli mielestäni tärkeä elementti käytettyjä menetelmiä ajatellen.

Halusin käyttää työssäni itse tekemiäni kaavioita ja kuvia ilmentämään tiedonlukua haastavia ja selkeyttäviä ominaisuuksia. Työni tiedonsiirto-osioista ilmeni, kuinka tärkeä merkitys raakadatan oikeanlaisella keräämisellä helpommin luettavaan muotoon on. Merkittäväksi ominaisuudeksi halutun tiedon saamiseksi osoittautui myös anturit ja niiden ominaisuudet. Mittauksen perusteet-osiossa painotettiin sitä, kuinka tärkeää totuudenmukaisten tulosten saamiseksi on mittausten riittävän tiheällä välillä. Kuten mittausten perusteet-osiossa kerrottiin, koostuu mittaustulokset mittausten keskiarvojen laskemisesta, minkä vuoksi tulosten luotettavuuteen liittyy vahvasti riittävät mittaustiheydet ((Weckström 2005). Tähän liittyen voi työni pohjalta todeta Ruuvitagin toimivan hyvänä laitteena, sen mitattaessa ympäristöä 2.5 sekunnin välein (Ruuvi).

Kun pohdin opinnäytetyöni tavoitteita, voin todeta niiden toteutuneen suhteellisen hyvin. Mielestäni onnistuin tuomaan esille Ruuvitagin tiedonsiirtoon -ja ohjelmointiin liittyviä ominaisuuksia riittävästi, luodakseni lukijalle aiheesta hyvän kokonaiskuvan. Kriittikkinä kirjallista tuotostani kohtaan voisin puolestani nimetä tarpeen tiiviimmälle sidokselle työni aiheen ja käytännön projektin välille. Vaikka hyödynsinkin opinnäytetyössäni projektityötä, jossa olin mukana, olisin ehkä voinut esitellä itse projektia enemmän. En tehnyt tätä, koska projektin toteutuksesta oli jo aikaa, ja minun osuuteni, projektin kokonaisuutta ajatellen, oli suhteellisen vähäinen. Jatkoa ajatellen aiheen voisikin sitoa johonkin meneillä olevaan projektiin, jonka tavoitteita ja päämääriä pyrittäisiin saavuttamaan Ruuvitagia hyödyntämällä. Tällöin käytännön tulokset olisivat liitoksissa ruuvitagiin ja todettuun tutkimustarpeeseen.

LÄHTEET

Bishop, R. 2008. Mechatronic systems, sensors, and actuators: fundamentals and modeling. United States of America, Florida, CRC Press LLC. 676 s.

Codeberry, Mihin ohjelmointia käytetään? Saatavissa: <https://codeberryschool.com/blog/fi/mihin-ohjelmointia-kaytetaan/> Viitattu 16.05.2023

Fmuser, Mikä on anturi? Erityyppiset anturit ja niiden sovellukset. Saatavissa: <https://fi.fmuser.net/content/?20922.html>. Viitattu 16.05.2023.

Infineon, Digital XENSIV™ Barometric pressure sensor for portable devices. Saatavissa: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-DPS310-DataSheet-v01_02-EN.pdf?fileId=5546d462576f34750157750826c42242. Viitattu 26.02.2023.

Moko Technology, Erityyppisiä antureita. Saatavissa: <https://www.mokotechnology.com/fi/sensor/>. Viitattu 16.05.2023.

OpenJS Foundation, Node-RED: About. Saatavissa: <https://nodered.org/about/> . Viitattu 17.04.2023.

Robinson, M. 2017. Kokeilussa RuuviTag – suomalainen IoT-unelma. Saatavissa: <https://fin.afterdawn.com/uutiset/artikkeli.cfm/2017/10/29/kokeilussa-ruuvitag-suomalainen-iot-unelma>. Viitattu 09.02.2023.

Ruuvi, Mittaushistorian lataus csv-tiedostoon ja mittaustulosten aikaväli. Saatavissa: <https://ruuvi.com/fi/mittaustulosten-aikavalit-csv-viennissa/> . Viitattu 09.02.2023.

Ruuvi, Setting up Raspberry Pi as a Ruuvi Gateway. Saatavissa: <https://ruuvi.com/fi/setting-up-raspberry-pi-as-a-ruuvi-gateway/>. Viitattu 18.04.2023.

Ruuvitag, Technical specification. Saatavissa: <https://ruuvi.com/i/u/ruuvitag-tech-spec-2021-08.pdf> . Viitattu 09.02.2023.

Sanomapro, Mitä ohjelmointi on? Saatavissa: <https://www.sanomapro.fi/oppiilo-vinkkaamiksi-ohjelmointi-on-tarkeaa/> Viitattu 16.05.2023.

Saxholm, S. & Rantanen, M. 2011. Paineen mittaaminen, Mikes Metrologia. J1/2001. Espoo. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2011-J1.pdf>.

Viitattu 20.04.2023.

Sensirion, Humidity and temperature sensor IC. Saatavissa: https://sensirion.com/media/documents/643F9C8E/63A5A436/Datasheet_SHTC3.pdf . Viitattu 26.02.2023.

STMicroelectronics, MEMS digital output motion sensor. Saatavissa: <https://www.st.com/en/mems-and-sensors/lis2dh12.html> . Viitattu 26.02.2023.

Transfer multisort elektronik, Kiihtyvyyssmittari – miten toimii ja mihin se on tarkoitettu. Saatavissa: <https://www.tme.eu/fi/news/library-articles/page/22568/Kiihtyvyyssmittari-miten-toimii-ja-mihin-se-on-tarkoitettu/> . Viitattu 13.05.2023

Tieteen termipankki, raakadata. Saatavissa: https://tieteentermipankki.fi/wiki/Avoin_tiede:raakadata . Viitattu 18.04.2023.

VAISALA, Suhteellinen kosteus – mikä se on ja miksi se on tärkeä? Saatavissa: <https://www.vaisala.com/fi/blog/2020-05/suhteellinen-kosteus-mika-se-ja-miksi-se-tarkea> . Viitattu 21.04.2023.

Weckström, T. 2005. Mikes Metrologia Lämpötilan mittaaminen. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2005-J4.pdf> . Viitattu 21.04.2023