

Opinnäytetyö (AMK)

Tieto- ja Viestintäteknikka

2020

Samuli Spakström

SISÄILMANLAADUN MITTAUSLAITTEEN ARVIOINTI

Samuli Spakström

SISÄILMANLAADUN MITTAUSLAITTEEN ARVIOINTI

Opinnäytetyön aiheena on Senaattikiinteistön uusi sisäilmanlaadun mittauslaite. Laitos oli tilannut muutaman kappaleen uusia Graywolfin Advanced Sense Pro -ilmalaadun mittaaajia. Työn tavoitteena oli tutkia ja tutustua laitteen ominaisuuksiin ja puutteisiin sekä tehdä huomioita ja suosituksia laitteen käytön helpottamiseksi ja parantamiseksi. Lopputuotos on raportti, jossa luodaan pohjaa asioille joita Senaattikiinteistön kannattaa miettiä myös tulevaisuudessa hankittavissa laitteissa.

Työssä käydään ensiksi läpi peruskäsitteistöä yleisesti sisäilmasta ja sisäilman mittauksesta, tutustutaan Advanced Sense Pro ilmanlaadun mittajaan ja lopuksi esitetään havaintoja ja pohdintaa laitteen toiminnasta.

Graywolfin Advanced Sense Pro on kattava ilmanlaadun mittari. Laitteella ja siihen liitettävällä anturitelakalla on mahdollista mitata hyvin monia eri suureita sisäilmasta. Tämän lisäksi Advanced Sense Pro pystyy muun muassa tekemään kuvaajia, ottamaan valokuvia ja nauhoittamaan ääntä raporttien tueksi. Käyttöliittymältään kuitenkin laite on hieman vanhanaikainen ja monimutkainen. Ominaisuustulva on tuntuva eikä suurinta osaa hienoista ominaisuuksista ole helppoa tai luonnollista käyttää.

Laite on ominaisuuksiltaan hyvin kattava ja pystyy mittaamaan yli yhdeksää eri suurretta muunmuassa TVOC, ilmankosteus, lämpötila, piirtämään kuvaajia, ottamaan kuvia, lähettämään dataa sähköpostitse ja nauhoittamaan ääntä. Laite on peruskäyttäjälle kuitenkin hankala käyttää ja toimii välttävästi, jotkin ominaisuudet eivät toimi ollenkaan. Useat hienot ja ehkä toimivat ja hyödylliset ominaisuudet häviävät vaikeaselkoisen käyttöliittymän taakse niin ettei peruskäyttäjä tule niihin ikinä koskemaan. Käyttöliittymän ja laitteen vastaavuuden ja graafisen selkeyden parantaminen, sekä yleinen bugien ja ohjelmiston testaus olisikin hyvin tärkeä seuraava vaihe laitteen käyttömukavuuden ja tehokkuuden edistämiseksi. Datan lähettäminen on helpompaa omalla kännykällä kuin Advanced Sense Prolla ottamalla vaikka kuva mittaustuloksista ja lähettämällä ne eteenpäin.

Vaihtoehtoisesti Senaattikiinteistöt voisi harkita ja vertailla toista laitetta, josta löytyy jo moderni ja helppokäyttöinen käyttöliittymä, sillä työkaluna laitteen tulee olla nopea ja helppokäyttöinen. Edellämainitut ominaisuudet eivät tuo laitteelle lisäarvoa, jos niitä ei osaa käyttää. Ominaisuuksiltaan kevyempi mutta selkeämpi ja helppokäyttöisempi laite saattaa olla Senaattikiinteistölle jopa parempi vaihtoehto työtehokkuuden kannalta

ASIASANAT:

Sisäilma, Työhyvinvointi, Työtehokkuus, Mittalaitteet

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Information and Communications Technology

25.02.2020 | 27 pages

Samuli Spakström

EVALUATION OF INDOOR AIR QUALITY MEASURING DEVICE

The subject of this thesis is the Graywolf Advanced Sense Pro indoor air quality measuring device. Senaatti-kiinteistöt, a property management company, has acquired a number of these measuring devices and the purpose of this work was to use the device as it would be used in every day work scenarios, become familiar with it and make notes about how the system works and what could be improved. The end product is a report which Senaatti-kiinteistöt can use in the future to chart the needs and features for additional indoor air quality measuring devices.

Graywolf Advanced Sense Pro is the most inclusive device Graywolf has to offer. The device can measure and collect data on at least 25 different gases such as TVOC, relative humidity and other particles from indoor air and plot the measured data on a graph. Other features are Bluetooth and Wi-Fi connection, ability to take photos and record sound, send data over email and directly to Graywolfs servers.

The device runs on a modified version of Windows CE 6, but the graphical user interface (GUI) has been updated to work and look like a modern touch screen GUI. This, however, does not remove the fact the device is slow, and the GUI is very outdated. The GUI makes it rather hard to use many of the features in the device. Some are simply hard to use; some are even hard to find because the GUI does not always make sense because of the mix of old Windows-like menus and the touch screen elements. Here lies the greatest problem with Advanced Sense Pro; it is packed full of features, but the design of the user interface and the old and slow hardware makes it really frustrating to use beyond its basic functions. It is easy to plug in a sensor and start measuring and collecting data, but when this data needs to be shown as a graph, the device sometimes fails to even mention what the axes are so the device displays only a graph without any information of what is on the graph.

As a tool, the device should be extremely simple to use so that it is useful, but sometimes the device seems to hinder work. The most basic functions like measuring indoor air and collecting data can be performed on a much simpler device. If the purpose is to use the device to simply obtain the data in a numeric form, there might a simpler solution. As long as the data is collected, using a modern smart phone to type the numbers on an email and sending them forward is much faster and easier than trying to use Advanced Sense Pro to collect the data, make a graph out of it and sending it to the Graywolfs remote server where the data needs to be collected from.

KEYWORDS:

Indoor Air quality, Work, Wellbeing, Work efficiency, Measuring Devices

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
2 SISÄILMA	2
2.1 Hyvä sisäilma	2
2.1.1 Huonelämpötila	2
2.1.2 Ilmankosteus	3
2.1.3 Ilmanvaihto	3
2.1.4 Pienhiukkaset	3
2.1.5 Kaasumaiset yhdisteet	4
2.1.6 Mikrobit	4
3 MITTAUSTEKNIikka	5
4 GRAYWOLF ADVACEDSENSE PRO	8
4.1 Keskusyksikkö	9
4.2 DSII-3	10
4.3 Käyttöliittymä	12
5 LAITTEEN KÄYTETTÄVYYS JA ARVIOINTI	14
5.1 Yleisilme	15
5.2 Käyttöjärjestelmä	16
5.3 Laitteisto	18
5.4 Tiedonsiirto ja tietoturvallisuus	19
6 YHTEENVETO	20
LÄHTEET	22

KUVAT

Kuva 1 Sisäilmaongelmien tutkimisen vaiheet	5
Kuva 2 Graywolf AdvacedSense Pro ja DSII-3.....	8
Kuva 3 Keskusyksikön yläosa.....	9
Kuva 4 Keskusyksikön alaosa.....	9
Kuva 5 Keskusyksikön takaosa.....	10
Kuva 6 DSII-3 anturitelakka	11
Kuva 7 DSII-3 alaosa	11
Kuva 8 Esimerkki käyttöliittymän ulkoasusta.....	12
Kuva 9 Advanced Sense Pron sovellusvalikko.....	16
Kuva 10 Ohjelmisto kaatunut	17

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe on tutkia Senaattikiinteistön tilaaman ilmanlaaduntarkkailijan käytön soveltuvuus Senaattikiinteistön tarpeisiin, sekä miten laitetta voisi parantaa soveltumaan paremmin Senaattikiinteistön käyttöön. Työssä käydään ensin läpi Ilmanlaadun mittaamisen peruskäsitteet, tutustutaan laitteeseen ja sen ominaisuuksiin, kartoitetaan Senaattikiinteistön käyttötarpeet ja -tarkoitukset ja laitteen soveltuvuus näihin, sekä tehdään huomioita laitteen toiminnasta.

Opinnäytetyössä tutkittava laite on yhdysvaltalaisen Graywolf yrityksen AdvancedSensePro – Environmental Test Meter ilmanlaaduntarkkailija sekä siihen kytkettävä ulkoinen anturitelakka, jossa oli kiinni lämpötila- ja ilmankosteusanturi.

Senaattikiinteistöt hallinoi valtion kiinteistöjä ja vastaan niiden kunnossapidosta sekä kehityksestä. Tähän Senaatti Kiinteistöt tarvitsee laitteistoa, jolla pystyy nopeasti ja luotettavasti selvittämään rakennusten kunnossapitotarpeita. Joillain laitoksista on erikoisvaatimuksia esimerkiksi laitteiden turvallisuudesta, kuten vaikka poliisilla ja puolustusvoimilla ja nämä tullaan ottamaan huomioon laitteen sopivuutta käsitellessä. Tämän lisäksi tutkitaan yleistä käytön mukavuutta, toimivuutta sekä helppoutta. Lopullinen raportti sisältää huomioita ja suosituksia laitteen toiminnan parantamiseksi, jonka avulla Senaattikiinteistöt voi ehdottaa valmistajaa muokkaamaan tai valmistamaan räätälöityjä laitteita Senaatin käyttöön. Tämän lisäksi suosituksia voidaan käyttää tulevaisuudessa kartoittamaan seuraavan laitteen ominaisuuksien ja turvallisuuden vaatimustasoa. Valtiollisena toimijana Senaatille on varmasti hyvin tärkeää kustannustehokkuus, ja näillä toimilla voidaan vähentää turhista ominaisuuksista maksaminen, jotka nykypäivän kuluttajavetoisilla markkinoilla saattavat olla markkinointietuja ilman käytännön hyötyjä. Onko siis järkeä ostaa kallein laite, joka mittaa kaikkea ja sisältää vieläkin enemmän ominaisuuksia, jos niitä ei käytännössä hyödynnetä

2 SISÄILMA

Sisäilmalla tarkoitetaan rakennuksissa sisällä olevaa ilmaa. Suomessa työikäiset ihmiset viettävät lähemmäs 90% ajastaan sisätiloissa ja lapset sekä vanhukset jopa enemmän kuin 90% [1]. Lisääntynyt sisällä olo, viimeisten vuosien julkisten rakennuksien homeongelmat (esim. niisanotut homekoulut) ja tieto sisäilman vaikutuksesta työntekoon ja tehokkuuteen, viihtyvyyteen ja ihmisen yleiseen hyvinvointiin kaikki vaatisivat, että valvomme sisäilmaa tehokkaammin ja reagoimme ongelmiin nopeammin ennen kuin ihmiset alkavat oireilla. Viettäessämme yhä enenevässä määrin aikaa sisätiloissa onkin tärkeää, että osaamme tutkia ja selvittää ihmisen hyvinvointiin liittyviä asioita sisäilmasta.

2.1 Hyvä sisäilma

Sisäilman hyvään laatuun vaikuttaa monta tekijää. Suurimmat tekivät ovat ne jotka ovat helpoiten huomattavissa heti huoneeseen astuessa, hajut, lämpötila ja ilmankosteus. Hyvä sisäilma onkin hajutonta ja lämpötilaltaan ja ilmankosteudeltaan sopivaa.[1] Näiden lisäksi sisäilman laatuun voitaisiin lukea mm. Tuuli, veto ja melu sekä ei suoranaisesti ilmaan liittyen, mutta sisäviihtyvyyteen vaikuttaa myös valaistus.

2.1.1 Huonelämpötila

Huonelämpötila on yksi tärkeimmistä sisäilman laatuun vaikuttavista tekijöistä, sillä pidemmän päälle väärän lämpöisessä huoneilmassa oleskelu voi olla jopa vaarallista. Yksilöillä on kuitenkin kaikilla hieman oma käsitys siitä, mikä on hyvä lämpötila. Lämpötilalla on merkitystä myös rakennuksen rakenteiden kunnolle, sillä vääränlaiset lämpötilaolosuhteet altistavat rakenteet kosteusvaurioille. Terveellisen sisäympäristön lämpötilat on laissa määrätty Asumisterveysasetuksessa (545/2015), jonka mukaan huoneilmasta mitattuna 1,1 metrin korkeudella palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lastenpäivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa lämmityskaudella lämpötilan tulee olla +20...+26 astetta ja lämmityskauden ulkopuolella +20...+32 astetta lämmintä.[2]

2.1.2 Ilmankosteus

Ilmankosteus sisäilmassa vaihtelee vuodenaikojen, ulkosääolosuhteiden sekä sisällä tapahtuvan aktiviteetin seurauksena. Toisin kuin lämpötilalle, ilmankosteudelle ei ole laissa säädetty tarkkoja raja-arvoja. Liian suuri ilmankosteus kuitenkin luo hyvät olosuhteet mikrobien kasvulle ja kosteuden tiivistymiselle, mikä voi johtaa kosteusvaurioihin ja tätä kautta terveyshaittoihin. Ilmankosteus ilmoitetaan yleensä suhteellisena ilmankosteutena prosenteissa. Tämä tarkoittaa käytännössä kuinka monta prosenttia ilmassa on vesihöyryä maksimista, joka vaihtelee lämpötilan mukaan. [1]

2.1.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon on korvattava sisäilmaa raikkaalla ja puhtaalla korvausilmalla, sekä pidettävä ilmankosteus hallinnassa. Ilmanvaihto on suunniteltava siten, ettei se ime korvausilmaa ulkoa esim. roskiksien läheltä ja ettei siihen pääse sekaantumaan rakenteista epäpuhtauksia ennekuin se päättyy sisäilmaan. [1] Ilmanvaihdon toiminta on rakennuksen sisällä suurin yksittäinen tekijä hyvän sisäilman varmistamiseksi. Huono ilmanvaihto aiheuttaa kaikkien muiden tekijöiden kerääntymistä sisäilmaan. Tämä on helppo huomata huoneeseen astuessa törmätessä huonon ilman ”seinään”, ummehtuneena hajuna, lämpötilana tai kosteutena.

2.1.4 Pienhiukkaset

Sisäilmaan kulkeutuu ulkoa monenlaisia pienhiukkasia, suurin osa näistä ihmisen toiminnan aiheuttamina. Kaupungeissa ja asutuskeskuksissa autoilu ja teollisuus luovat hiukkaspäästöjä [1], jotka voi nähdä ikkunan väleihin kerääntyvänä mustana kerroksena. Sisustus- ja rakennusmateriaaleista ja jopa uusista huonekaluista irtoaa pienhiukkasia ja myös puun poltosta ja ruoanlaitosta vapautuu partikkeleja ilmaan [1]. Suurin osa ihmisen toiminnan aiheuttamista hiukkaspäästöistä ovat kuitenkin melko pieniä. Luonnollisia hiukkaspäästöjä on muun muassa siitepöly. Hengitettävien pienhiukkasten, eli läpimitaltaan 10 mikrometriä (PM10), pitoisuus sisäilmassa saa olla enintään 50µg kuutiossa, PM2,5 pitoisuus taas 25µg kuutiossa. [2] [4]

2.1.5 Kaasumaiset yhdisteet

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOC (Volatile organic compounds) kaasut, esimerkiksi alkoholit, aromaattiset hiilivedyt ym. Ovat kaasuja, joita saattaa haihtua rakennus- ja sisustusmateriaaleista, kun nämä ovat tuoreita ja uusia, mutta esineiden ja materiaalien partikkelipitoisuus tippuu sitä mukaan kun kaasuja haihtuu siitä.[4] VOC-kaasujen pitoisuus ei saa ylittää laissa annettuja raja-arvoja eli huoneilmassa kokonaispitoisuus $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja yksittäisen VOC-yhdisteen toimenpideraja on $50\mu\text{g}$ kuutiossa.[2] Muita VOC-kaasuja ovat esimerkiksi hiilimonoksidi, hiilidioksidi sekä formaldehydi.

2.1.6 Mikrobit

Mikrobit-termi käsittää kaikki mikroskooppiset eliöt, bakteerit, sienet yms. Kosketusta mikrobien kanssa ei voi välttää, sillä niitä on aina ja kaikkialla, sisäilman kannalta tärkeintä onkin, ettei rakennuksen rakenteisiin pääse muodostumaan haitallisia mikrobipesäkkeitä. Erityisen suopeat olosuhteet tälle tarjoaa kostea ympäristö ja kosteusvauriot tavallisesti johtavatkin esim. homeen kasvamiseen. Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyysillä varmistettu mikrobikasvustoa rakennuksen sisäpinnalla.[2]

3 MITTAUSTEKNIikka

Hyvään mittaustulokseen pääseminen edellyttää muutakin kuin vain hyvän mittalaitteen. Ennen mittauksen tekemistä tulee suorittaa huolellista pohjatyötä mitattavassa kohteessa ja monia epäkohtia saattaa löytyä jo pelkällä aistinvaraisella tutkimuksella. Kohteesta tulee selvittää vanhojen rakennusten kohdalla ainakin mihin rakennusta on historiallisesti käytetty ja miten se on rakennettu.[6] On helpompaa lähteä etsimään ongelmaa jos on tiedossa missä käytössä rakennus on ollut ennen kuin se on kunnostettu ja uudelleenkäyttöön otettu esimerkiksi toimistotilaksi. Tällöin ei tule yllätyksenä, jos vanhassa veturihallissa ilmenee hiilivetyongelmia ja voidaan alkaa selvittämään missä päin hallia on ennen pidetty aineita, jotka ovat voineet vuotaa niitä maaperään tai rakenteisiin. Kuvassa 1 on havainnollistus ongelmien kartoituksen vaiheista. Näytteenotto on vain pieni osa koko tutkimusprosessia jonka avulla vain todetaan hypoteesien paikkaansapitävyys. Vaikka heti mittaamalla saattaa löytyä ongelmia, ilman syvempää tutkimista voi olla vaikea löytää ongelman lähdettä ja on mahdollista että löydetään jokin aivan muu ongelmakohta, jonka oireet muistuttavat todellista ongelmanlähdettä. Tällöin ongelma saattaa lieventyä muttei poistua kokonaan.



Kuva 1 Sisäilmaongelmien tutkimisen vaiheet

Mittaaminen

Kun alustava tutkimus on tehty ja löydetty ongelman tyyppi täytyy sen vaikutukset todentaa mittaamalla. Ennen mittaamisen aloittamista täytyy varmistaa, että laite on kalibroitu oikein, se pystyy mittaamaan halutulla asteikolla haluttua asiaa ja että se asetetaan oikeaan paikkaan pätevän mittaustuloksen saavuttamiseksi. Mittalaitteen oikean käytön lisäksi mitattavan huoneen tulee olla normaalissa tilassa, aivan kuin sitä joka päivä käytetään. Esimerkiksi jos kylmää tilaa samanaikaisesti lämmitetään tai tuuletetaan normaalia enemmän, ei mittaustulos ole pätevä koska tila ei ole vastaavassa kunnossa kuin alun perin ongelman tullessa ilmi. Valviran lämpötilanmittaus ohjeissa ohjeistetaan vastaavasti: ”mittaus tapahtuu työ- tai oleskelupisteeltä, eli niistä kohdin missä ihmiset viettävät aikaansa kyseisissä tiloissa.” [7] Jos tätä paikkaa ei ole tai sieltä ei voida mitata, mitataan huoneen keskeltä 1,1m korkeudesta.

Muita asioita sisäilmasta mitattaessa saattaa olla erikseen lakiin määrättyjä erikoisohjeistuksia, mutta yleisesti sisäilman laatua mitattaessa ja nimenomaan ihmisiin kohdistuvissa ongelmissa tulisi ensisijaisesti mitata paikoista, joissa ihmiset työskentelevät ja oleskelevät. Haitallisten ja myrkyllisten kaasujen tapauksissa näiden aineiden pitoisuudet eivät saa ylittää huoneilmassa tiettyä raja-arvoa ja saattaa olla tarpeellista mitata useasta kohdasta, jotta voidaan varmistua että huoneilmassa on jossain raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia ja mahdollisesti näin myös kohdentaa ongelmakehoita. [7]

Epävirallisissa mittauksissa on hyvä pitää myös mielessä, että laitteen laadulla ja tarkkuudella on ei ole niin suurta merkitystä, sillä mittaustulos ei ole vielä lainvoimainen vaikka ne olisi tehty kaikkien ohjeiden mukaan, vaan näiden lisäksi sen täytyy olla suorittanut sertifioitu ammattilainen, tai kuten laki sen määrittelee ”Terveystieteiden ja lääketieteiden tutkimuslaitosten ja tutkimuskeskusten toimintatapa-asetus 2017/2018” 49 d §:n 1 momentissa tarkoitettuna ulkopuolisen asiantuntijan koulutuksen tulee sisältää liitteessä 3 tarkoitettuja osaamisvaatimuksia. Ulkopuolisella asiantuntijalla tulee olla tehtävään soveltuva tutkinto ja alaan liittyvää työkokemusta siten kuin liitteessä 3 säädetään”. [2]

Epäviralliset mittaukset ovat siis hyvä tapa selvittää onko ongelma ylipäänsä olemassa, mutta sen todentamiseen ja raportointiin tarvitaan vielä virallinen mittaus, sekä vielä uusi virallinen mittaus ongelman korjauksen jälkeen sekä mahdollisesti kontrollimittauksia vielä ongelman poistamisen jälkeen.[6]

4 GRAYWOLF ADVACEDSENSE PRO

Oppinäytetyössä käytettävä laite on kuvassa 2 näkyvä yhdysvaltalaisen Graywolf yhtiön AdvancedSense Pro, joka on ominaisuuksiltaan kattavin heidän tarjoamistaan laitteista. Laitteeseen voi kiinnittää 4 ulkoista anturitelakkaa samaan aikaan, joihin saa jokaiseen kiinni 8 anturia. Oppinäytetyössä käytetyssä laitepaketissa oli mukana keskusyksikkö, johon anturitelakat kiinnitetään sekä yksi anturitelakka, jossa on sisällä lämpötila- ja kosteusanturit sekä latauskehto (charging cradle), kuten Graywolf sitä nimittää. AdvancedSense Pro pyörii todennäköisesti jollakin vanhalla Windows-pohjaisella Graywolfin omalla käyttöjärjestelmällä, sillä kun laitteen käynnistää niin ruudulla vilahtaa nopeasti Windowsin näköinen työpöytä, ennenkuin laite lataa Graywolfin oman käyttöliittymän tähän päälle.



Kuva 2 Graywolf AdvacedSense Pro ja DSII-3

Laitetta käytetään resistiivisellä kosketusnäytöllä joka vastaa painallukseen, toisin kuin nykyään esimerkiksi älypuhelimissa oleva kapasitiivinen kosketusnäyttö, joka ei reagoi painallukseen vaan kosketukseen sillä se riittää kapasitanssin muutokseen näytön pinnalla. Resisttiivisen näytön etuna on työolosuhteissa helppokäyttöisyys koska millä tahansa asialla millä voi näyttöä painaa voi sitä myös käyttää. Laitteen itsensä mukana keskusyksikössä on irroitettava stylus näytön käyttämiseen.

4.1 Keskusyksikkö

Graywolf AdvancedSense Pro:n keskusyksikkö on ulkomuodoltaan suorakaiteen muotoinen ja siinä on rugged -tyylillä selvästi teollisuus- ja ulkokäyttöön suunniteltu ulkokuori. Sivut ovat kumimaista materiaalia jotta laitteesta on helppo pitää kiinni. Laitteen alaosassa (kuva 4) on 12 V:n latausliitin ja yksi seitsemän pinninen sekä kaksi kahdeksan pinnistä LEMO-naarasliitintä anturitelakoille. Laitteen yläosassa (kuva 3) on yksi 6 pinninen LEMO-urosliitin, kaksi K-tyypin termoparia lämpöantureille, sekä micro-usb-liitin. Etuosassa on näyttö, latausvalo, mikrofonireikä sekä virtanappi ja Apps valikkonäppäin, jolla pääsee selaamaan laitteen sovelluksia.



Kuva 4 Keskusyksikön alaosa



Kuva 3 Keskusyksikön yläosa

Laitteen takana on kamera, kaiutin sekä kuvassa 5. "Wi-Fi" tarran yläpuolella led -valo valokuvien ottamista varten. AdvancedSense Pro sisältää kameran, mikrofonin, Wifi



Kuva 3 Keskusyksikön takaosa

sekä Bluetooth yhteyden. Bluetoothin avulla laitteeseen voi yhdistää anturitelakoita, jotta antureilta voidaan kerätä dataa langattomasti jos niin haluaa. Wifillä taas dataa voidaan lähettää langattomasti Graywolfin servereille, jossa voi halutessaan tehdä data-analyysia Graywolfin omalla ohjelmistolla. Mahdollisuutta lähettää dataa langattomasti muualle kuin Graywolfin servereille ei ole mahdollista.

4.2 DSII-3

DSII-3 Anturitelakka on noin 30 senttimetriä pitkä, selkeästi keskusyksikköä suurempi laite, jonka sisään voidaan nopeasti vaihtaa useampi eri tyyppinen sensori. Ideana on siis, että yksi anturitelakka soveltuisi useampaan mittaukseen erilaisissa paikoissa kun telakkaan vain vaihdetaan oikeat anturit. Anturitelakan pohjassa on yksi 10 pinninen



Kuva 4 DSII-3 anturitelakka

LEMO litiin, jonka kautta siirretään dataa ja laite lataa itseään. Laitteen alaosassa on 2 nappulaa, virtanappula, ja LOG nappula jonka kanssa laite aloittaa datan keräämisen, vaikkakin DSII-3 ei itsenäisesti toimi eli se on vain kauko-ohjain antamaan käskyn keskusyksikölle joka aloittaa datan keräämisen. Yksikkö itsessään on melko painava ja siinä on aktiivijäähdytyksenä pieni tuuletin, joka lähtee pyörimään kun telakan laittaa päälle. DSII-3 on bluetooth, jolla se voidaan yhdistää keskusyksikköön.

DSII-3 toimii akulla ja ainoa tapa ladata akku on liittää DSII-3 sen mukana tulevaan latauskehtoon. Laite siis lataa itseään 10-pinnisen LEMO-littimen kautta (kuva 6), mutta

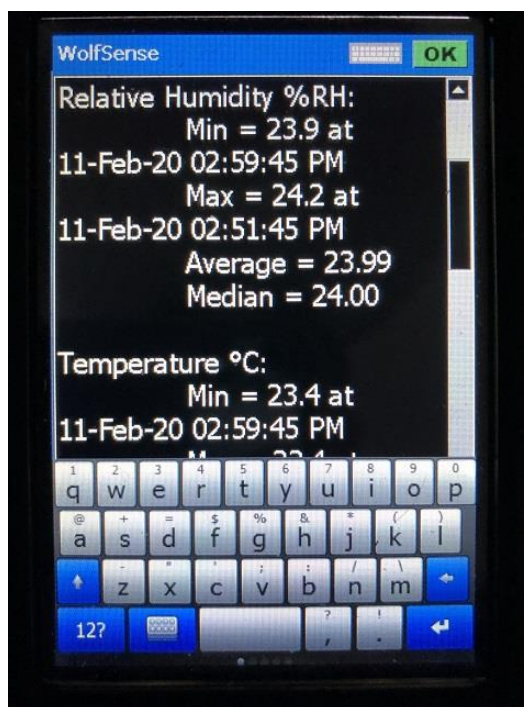


Kuva 5 DSII-3 alaosa

laitetta itseään ei voi ladata suoraan sen kautta, vaan DSII-3 laitetaan ensiksi latauskehtoon, jonka pohjassa on 10-pinninen uros LEMO liitin ja latauskehto laitetaan kiinni 12V virtalähteeseen. DSII-3 kuoressa on led -valo, joka ilmaisee laitteen valmius- ja lataustason eri värisillä ledeillä.

4.3 Käyttöliittymä

Laite käynnistyy aloitusnäykymään, jossa laite kertoo tilansa, etsii mahdollisesti yhdistettyjä antureita sekä näyttää anturien lähettämää tietoa reaaliajassa. Sovellusvalikkoon pääsee joko apps-painikkeella joka on keskusyksikön etuosassa, tai painamalla kosketusnäytössä olevaa "menu" näppäintä. Nämä napit eivät kuitenkaan vie samaan valikkoon. Apps-painike avaa kokoruudun, hieman vanhemman Windows -puhelinmaisen näkymän, kun taas "menu" näppäin avaa vain ruudun alareunaan sivullepäin rullaavan valikon. Näissä valikoissa on myös eri määrä sovelluksia, "apps" näppäimen kautta esiin tulee huomattavasti enemmän sovelluksia. Muuten sovellusten



Kuva 6 Mittaustuloksien tarkastelu – esimerkki käyttöliittymän ulkoasusta

käyttäminen on melko suoraviivaista, niissä on pudotusvalikkoja ylhäällä ja sovellus itse pyörii ruudun keskellä aivan kuten vanhemmissa ja nykyisissä Windows PC tietokoneissa. Useampaa sovellusta ei saa samanaikaisesti auki ruudulle. Käyttöliittymä ei myöskään kerro mitkä sovellukset ovat auki, jäävätkö sovellukset taustalle auki, tai ovatko ne osittain aina auki. Mitään nopeaa vaihtoa ikkunoiden välillä ei ole, vaan kaikki sovelluksien käyttäminen tapahtuu valikkojen kautta, joko Apps-nappia painamalla ja etsimällä sovellus tai pientä "menu" nappia näpäyttämällä ruudulla.

5 LAITTEEN KÄYTETTÄVYYS JA ARVIOINTI

Senaattikiinteistöt valitsi Advanced Sense Pro:n koska laitos tarvitsee kokonaisvaltaisen laitteen, joka täyttää kaikki heidän vaatimuksensa. Laitteen tulee olla riittävän tarkka, jotta sen mittaustulokset ovat päteviä selvittämään epäkohtia, liikuteltava jotta niitä voidaan viedä tarvittaessa ympäri Suomea eri Senaattikiinteistön tiloihin ja ennenkaikkea sen pitää pystyä mittaamaan kaikki tarvittavat suureet jotka vaaditaan. Langaton datankeruu laitteista tulisi myös olla mahdollista. Useissa markkinoilla olevissa laitteista ei ole yhtä kattavasti mahdollista mitata näin montaa eri asiaa kuin Advanced Sense Prossa. Lisäksi laite on hyvin modulaarinen.

Kuten hyvin usein älypuhelimien aikana, monet laitevalmistajat kilpailevat keskenään lisäämällä ominaisuuksia ja sovelluksia, jotta ainakin paperilla heidän laitteensa vaikuttaa paremmalta ja kattavammalta kuin kilpailijoiden laitteet. Tämä voi kuitenkin varustelukilpailussa johtaa myös ominaisuustulvaan, eli siis laitteisiin lisätään ominaisuuksia jotka eivät välttämättä ole käyttäjälle hyödyllisiä, ominaisuuksia joiden käyttökohteet ovat hyvin harvinaisia tai jotka ovat vain turhia mutta helppoja lisätä laitteeseen.

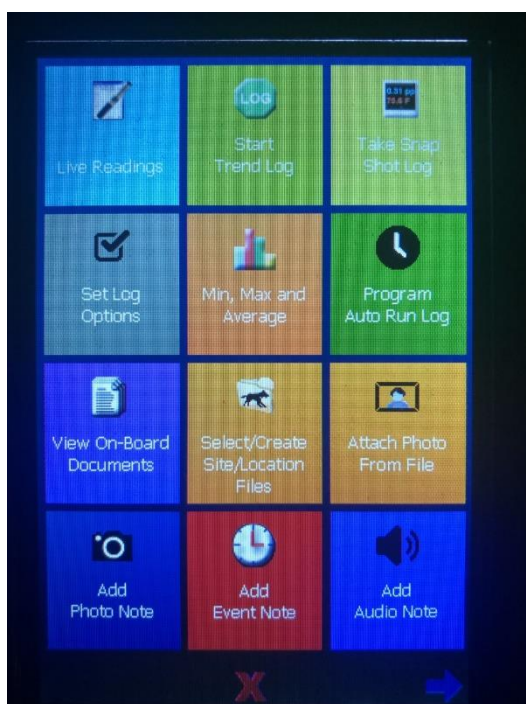
Tästä syystä varsinkin Senaatin kaltaisen ison asiakkaan olisi hyvä olla mahdollisuuksien mukaan laitevalmistajan kanssa yhteyksissä kehittämässä heille räätälöityä laitetta, jotta kumpikaan osapuoli ei tee turhaa työtä laitteen suunnittelussa tai sen käytössä, sillä Senaattikiinteistöt ei valtiollisena toimijana tarvitse välttämättä kaikkia kuluttajamarkkinoille suunnattuja ominaisuuksia. Tämän lisäksi Senaatti toimii Poliisin ja Puolustusvoimien kanssa, joiden tiloissa on normaalia tiukemmat turvallisuusmääräykset. Tämän pitää myös näkyä laitteessa, sillä se pitää erikseen hyväksyttävä käyttöön näissä tiloissa.

5.1 Yleisilme

Yleiskäyttötuntumaltaan AdvancedSense Pro on vanhanaikainen. Älypuhelimia on ollut markkinoilla jo noin kymmenisen vuotta ja tietokonekomponentit ovat kehittyneet hurjasti myös tänä aikana, eikä pienen, nopean ja kohtuu edukkaan laitteen löytäminen kaupasta tänä päivänä ole enää mikään ongelma. Advanced Sense Pro käyttää vanhaa Windows CE 6 käyttöjärjestelmää. En päässyt varmistamaan minkälainen tallennusmedia laitteessa on, mutta hitauden perusteella muisti itsessään on este jouhevalle käytölle, eikä prosessorikaan välttämättä ole tältä vuosikymmeneltä. Kaikki tämä tekee käyttökokemuksesta tahmean ja hitaan. Kosketusnäyttötyypin valinnassa on puolensa, sillä laitetta tulee pystyä käyttämään hanskat kädessä ja vaikeissakin työolosuhteissa. Resistiivinen näyttö ei myöskään ole yhtä herkkä virheille kuin kapasitiivinen näyttö ja on tämän tyyliin laitteeseen varmasti parempi kuin kapasitiivinen kosketusnäyttö, vaikka ei olekaan yhtä miellyttävä käyttäjäkokemukseltaan.

5.2 Käyttöjärjestelmä

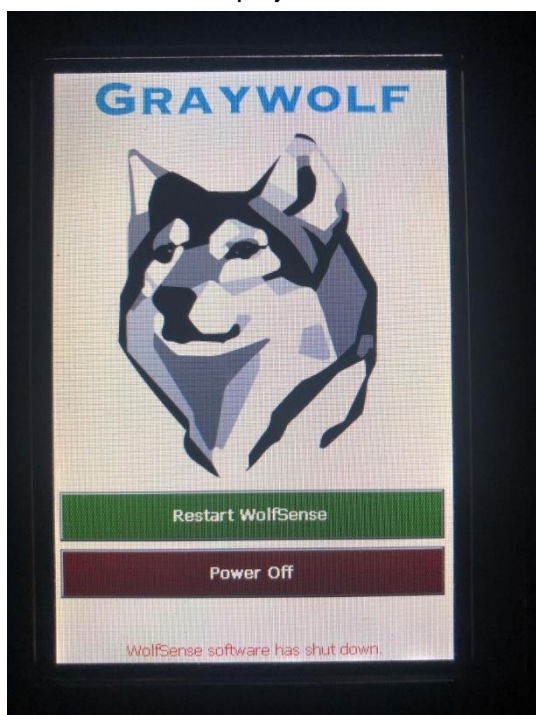
Käyttöjärjestelmänä Advanced Sense Prossa on Windows CE 6 vuodelta 2006 joka pyörittää Graywolfin omaa sovellusta. Yleisilmeeltään sovellus on ensimmäisien kosketusnäyttöpuhelimien tasolla (kuva 8) ja siitä huomaa, että tuotekehitystä ei ole tapahtunut hetkeen. Käyttöjärjestelmän suurin ongelma on kuitenkin sen käytettävyys.



Kuva 7 Advanced Sense Pro:n sovellusvalikko

Jos lähtee liikkeelle aloitussivulta ja menee apps valikon kautta sovellukseen ja sulkee sovelluksen, käyttöjärjestelmä ei palauta takaisin samalle sovellussivulle, jolta juuri auki ollut sovellus löytyy, vaan heittää käyttäjän takaisin aivan ensimmäiselle aloitusnäkömäsivulle. Eli sen sijaan että menisi askeleen taaksepäin, mennäänkin takaisin alkuun. Tästä aiheutuu jatkuvaa apps valikon selaamista, joka vie yllättävän paljon aikaa. Tämä kaikki kertaantuu, jos vaikka täytyy käydä useassa sovelluksessa tarkistamassa asetuksia ennen mittauksen aloittamista.

Käyttöliittymässä käyttäjän kannalta rasittavinta on odottelu ja laitteen epäjohdonmukainen käyttäytyminen. Jos laitteesta saisi yhtä vastaavan ja selkeän kuin älypuhelimesta, olisi käyttäjäkokemus paljon mukavampi. Senaatilla laitteiden käyttäjä ei välttämättä ole elektronisten laitteiden asiantuntija tai välttämättä edes käyttänyt ennen vastaavaa laitetta ja tämän vuoksi arkinen käytettävyys on isossa osassa huolehtimassa käyttömukavuudesta. Henkilön, jolla ei ole aikaisempaa kokemusta näistä laitteista, pitää pystyä työskentelemään itsenäisesti laitteen kanssa lyhyellä opastuksella, eikä joutua jatkuvasti tilanteisiin, missä ei ole täysin selvää mitä hän laitteella teki ja miksi tapahtui juuri se mitä tapahtui. Ominaisuuksien paljous ei tule esiin eikä houkuttele käyttäjää



Kuva 8 Ohjelmisto kaatunut

kokeilemaan niitä, jos perusasioidenkin tekeminen tuntuu hankalalta. Laitteen ominaisuuksien suunniteluun on käytetty varmasti paljon aika, mutta käyttöliittymä on epäselvä eikä loppukäyttäjä hyödy tästä koska hän ei tule kaikkia laitteen ominaisuuksia käyttämään. Tässä tapauksessa on ehkä hyvä miettiä olisiko yksinkertaisempi laite työtuntien kannalta tehokkaampi, jos sitä on mukavampi käyttää. Aikaa ei mene laitteen kanssa säätämiseen. Loppujen lopuksi kyseessä on työkalu ja sen käytön tulee olla yksiselitteistä ja ongelmattonta. Kaiken lisäksi laitteessa on lukuisia bugeja. Esimerkiksi menemällä kellonasetusten kautta Windows CE käyttöjärjestelmä asetuksiin voi vaihtaa Windowsin teemaa. Jos tämän vaihtaa mustaksi, teksti on myös mustaa. Koska laite käyttää osissa ponnahtusvalikoista Windowsin teemaa, tulee eteen tilanne että laite

näyttää täysin mustaa ikkunaa, koska siinä on musta tausta jonka päällä on mustaa tekstiä. Tämä aiheuttaa myös kuvaajaa piirtäessä akselien katoamisen jolloin piirtyy vain kuvaaja (kuva 10). Joillain tavoilla laitetta rasittamalla ja tekemällä paljon erikoisia pomppimisia valikoista toiseen oli myös mahdollista saada laite melko helposti kaatumaan. (kuva 9)

5.3 Laitteisto

Rautapuolella piilee osa AdvancedSense Pro:n ongelmista. Laite on tahmea ja hidas. Hyvin todennäköisesti laitteessa on vanhanaikainen magneettikovalevy tai ehkä SD-kortti, mitä ei kyllä laitteen nopeuden perusteella olettaisi. Tämä selittäisi osaksi miksi laite on hyvin hidas käyttää. Älypuhelimissa ja lähes kaikissa kaupoista ostettavissa tietokoneissakin tänäpäivänä on nopeaa flash-muistia. Osasy syy saattaa olla myös käyttäjärjestelmän koodi, mitä ei ole optimoitu toimimaan nopeasti. Moderni flash-muistin tyyppinen tallennusratkaisu tekisi laitteesta pienemmän, kevyemmän, ehkä jopa luotettavamman koska flash tai solid-state levyissä ei ole liikkuvia osia ja huomattavasti nopeamman. Laite ei ole painava, mutta hyvin paksu, mikä voi johtua myös muusta elektroniikasta laitteen sisällä, jonka täytyy olla varmuudeltaan sellainen etteivät lukemat antureilta pääse vääristymään, mutta uskon, että kovalevy ja näyttö vievät melko suuren palan tilaa laitteen sisältä. Prosessorista ei myöskään ole varmuutta, mutta käyttäjärjestelmän perusteella sen täytyy olla vanha x86 tai 32-bittinen ARM prosessori. 64-bittinen ARM arkkitehtuuri tuli vuonna 2011, jonka jälkeen ainakin älypuhelimet siirtyivät kaikki pois 32-bittisestä, mutta Windows CE6 on 32-bittinen.

Kosketusnäyttö vastaa stylukseen hyvin, mutta käyttäjärjestelmä tai muisti ei pysy perässä, mikä aiheuttaa odottelua ja usein näyttöä tulee paineltua useamman kerran. Näyttö voisi olla huomattavasti isompi, sillä sellaisena kuin käyttäjärjestelmä on nyt ja minkä kokoinen näyttö laitteessa on, sormella laitteen käyttäminen on käytännössä mahdotonta ja pienen tekstin lukeminen vaikeaa. Näyttö vie tällä hetkellä laitteen etupaneelista ehkä kaksi kolmasosaa, mikä jättää paljon käyttämätöntä tilaa laitteen etuosaan.

Advanced Sensessä on myös kamera ja mikrofoni. Kamera on laadultaan huono ja heikossa valaistuksessa sillä on vaikeaa saada tarkkaa kuvaa kohteesta. Joissain

muissa markkinoilla olevissa laitteissa paketti on hoidettu niin, että keskusyksikkö on tablettimainen, todennäköisesti kapasitiivisella näytöllä varustettu pieni laite johon yhdistetään ulkoiset sensorit, aivan kuten Advanced Sense prossa tai vaihtoehtoisesti sensorit liitetään tietokoneeseen, joka lukee reaaliajassa niiden antamaa dataa. Näissä laitteissa itse sensorit sisältävät todennäköisesti kaiken elektroniikan ja pitävät huolen etteivät tulokset vääristy ennenkuin ne lähetetään keskusyksikölle, joka vain muuttaa ne luettavaan muotoon käyttäjälle.

5.4 Tiedonsiirto ja tietoturvasuus

Turvallisuus "internet of things" -aikana tulee kokoajan enemmän ja enemmän esiin sitä mukaan kun kaikki laitteet on kytketty toisiinsa ja internettiin. Myös Advanced Sense Pro sisältää wifi ja bluetooth yhteydet. Wifin avulla laitteen voi yhdistää suoraan GrayWolfiin servereille, jotta datan voi reaaliajassa lähettää sinne ja myöhemmin tehdä tästä datasta vaikka kuvaajia. Bluetoothia käytetään yhdistämään oheislaitteita kiinni keskusyksikköön. Molemmat tiedonsiirtotavat vaativat oman erikoishuomionsa, varsinkin jos laitetta käytetään Puolustusvoimain tai Poliisin tiloissa. Jos laitteet ovat yksinään mittaamassa, täytyy pitää huoli ettei näihin laitteisiin tai niiden keräämään ja lähettämään tietoon päästä käsiksi laitteen ulkopuolelta. Laitteissa on myös kamera sekä mikrofoni ja pahimmassa tapauksessa laitteen tietoturvan pettäessä vois vastassa olla tilanne, jossa laite tallentaa kuvaa ja ääntä salaisista kohteista ja lähettää ne eteenpäin. Normaalisti kuluttajapuolella nämä asiat eivät välttämättä ole niin suuri ongelma, mutta tässä tapauksessa turvallisuusviranomaisten tiloista ei missään nimessä saa vuotaa tietoa. Tämä asia on kuitenkin jo nostettu esiin, ja kamerat sekä mikrofonit tulevat varmaan poistumaan laitteista. Kamera on välillä hyvin käytännöllinen laite dokumentoimaan asioita, mutta kameran laatu Advanced Sensessä on välttävä ja kuvan ottaminen olisi varmasti parempi tehdä jollain muulla laitteella kuin ilmanlaadun mittajalla. Mikrofonille taas on hyvin vaikea keksiä mitään järkevää käyttöä ja molemmat ominaisuudet onkin todennäköisesti laitettu laitteeseen kokonaisuuden vuoksi.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe oli Graywolfin Advanced Sense Pro ilmanlaadu mittalaite. Tarkoituksena oli etsiä ongelmatilanteita, joihin työntekijä voisi törmätä työpäivänsä aikana ja miettiä näihin ongelmiin ratkaisuja. Tutkimuksessa keskityttiin arkkikäytettävyyteen ja laitetta testattiin normaaleissa huoneolosuhteissa ja sillä tehtiin tavallisia mittauksia. Näissä mitattiin huoneen lämpötilaa ja ilmankosteutta. Laite mittasi kerrallaan yhdestä kahteen tuntia, ottaen arvoja kymmenen minuutin välein. Mittaustuloksista tehtiin laitteella kuvaajia ja raportteja, aivan kuten normaalissa työolosuhteissa laitteella tultaisiin tekemään.

Graywolf Advanced Sense Pro -mittaria markkinoidaan myynnissä olevista laitteista kaikkein kattavimpana. Siihen voi nopeasti vaihtaa eri sensoreita lennosta ja se tukee enemmän eri suureiden samanaikaista mittaamista kuin mikään muu laite markkinoilla. Laite on kuitenkin tekniseltä toteutukseltaan selvästi vanhanaikainen.

Keskusyksikön toiminta on hidasta ja takkuilevaa. Laite myös kaatuu valitettavan usein. Osia ominaisuuksista on hankala käyttää laitteella itsellään käyttöliittymän takia, kuten vaikka kuvaajia joihin saa kerrallaan vain yhden suureen näkymään. Kuvaajasta on siis hyvin vaikea havaita esimerkiksi lämpötilan ja kosteuden korrelaatiota, koska molempien käyriä ei saada samaan aikaan näytölle. Tiedot saa myös ulos laitteelta tekstimuotoon tietokoneelle, jonka jälkeen ne voi olla jopa helpompi syöttää käsin Exceliin ja saada niistä selkeä ja juuri halutunmuotoinen kuvaaja.

Käyttömukavuudeltaan ja toimivuudeltaan laite turhauttaa käyttäjää. Modernin laitteen tulisi olisi nopea käyttää ja olla tehty älypuhelinien ja tablettien yksinkertainen kosketuskäyttöliittymä mielessä. Tämä olisi Senaattikiinteistön kaltaiselle toimijalle parempi vaihtoehto, sillä henkilön, jolla ei ole koulutusta tai paljoa osaamista laitteiden käytöstä olisi nopeaa omaksua uuden laitteen käyttö ilman erikoisempaa koulutusta.

Tekniseltä puoleltaan laitteen ei tarvitse olla tarkkuudeltaan paras mahdollinen, sillä jos mittaaminen ei ole sertifioitua ammattilaisen tekemä se ei ole kuitenkaan lainvoimainen vaan ainoastaan suuntaa antava. Tavoitteena oli, että kun Senaattikiinteistöt saa ilmoituksen ongelmasta, he voivat nopeasti laittaa henkilön laitteen kanssa paikanpäälle mittaamaan ja toteamaan että ongelma on olemassa. Epätarkemallakin laitteella ongelma voidaan

todentaa, olettaen tietenkin ettei laite ole täysin käyttökelvoton tarkkuudeltaan. Pääasiana olisi, että laite on pieni, modulaarinen ja helppo käyttää.

Tämä johtaisi toiminnan nopeuteen ja helppouteen. Kun ongelma on todennettu, voidaan ammattilainen kutsua paikalle selvittämään kaikki tarpeellinen. Senaatin puolelta tuli myös palautetta että laitteet ovat usein huollossa, joka hidastaa myös ongelmien selvittämistä sillä laitteita on rajoitettu määrä.

Graywolf Advanced Sense Pron jatkokehittämisessä tulisi keskittyä käytettävyyteen ja yksinkertaisuuteen.

LÄHTEET

- 1) Sisäilma - Ympäristöterveys - THL [Internet]. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 2020 [09.09, 2019]. <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma>.
- 2) Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja... 545/2015 - Säädökset alkuperäisinä - FINLEX® [Internet]. Finlex.fi. 2020 [23.09 2019]. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545#Pidp446241824>
- 3) Allergia-, Iho- ja Astmaliitto [Internet]. Allergia.fi. 2020 [09.09 2019]. <http://www.allergia.fi/>
- 4) Hengitysliitto.fi - Jotta meidän kaikkien olisi helpompi hengittää [Internet]. Hengitysliitto.fi. 2020 [09.09 2019]. <https://www.hengitysliitto.fi/>
- 5) Perustietoa sisäilmasta [Internet]. Sisilmayhdistys.fi. 2020 [23.09 2019]. <https://www.sisilmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta>
- 6) Etusivu [Internet]. Sisilmayhdistys.fi. 2020 [5.11 2019]. <https://www.sisilmayhdistys.fi/>
- 7) Valvira - Etusivu [Internet]. Valvira.fi. 2020 [5.11 2019]. <https://www.valvira.fi/>