
SÄÄASEMAN KARTOITUS

HAMK Valkeakosken sääaseman kunnon kartoitus



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Valkeakoski, kevät 2013

Jarke Komulainen



VALKEAKOSKI
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä	Jarke Komulainen	Vuosi 2013
Työn nimi	Sääaseman kartoitus	

TIIVISTELMÄ

Työ tehtiin HAMK:n Valkeakosken yksikköön. Työn valvojana ja tilaajana toimi Antti Aimo. Työn tarkoituksena oli kartoittaa koulun tiloissa toimineen sääaseman toimintakunto. Työhön kuului lisäksi sääasemien kartoitus yleisellä tasolla toimintoinen ja erilaisine mittausmenetelmineen. Työssä sovellettiin tietoa käytössä olevista automaation mittausmenetelmistä. Työssä hyödynnettiin myös automaation kytkentäkuvien tietämystä koekytkentöjä tehtäessä.

Työ aloitettiin kartoittamalla laitteen toimintakunto, jonka jälkeen opinnäytetyö suuntautui sääasemien yleisen toiminnan kartoitukseen. Laajimmaksi kartoitettavaksi alueeksi valittiin mittalaitteiden ja menetelmien kartoitus niiden automaatiotekniikkaan kuuluvan suoran yhteyden vuoksi. Lisäksi työssä analysoitiin mahdollisuuksia ja hyötyjä, joita automatisoitu sääasema tarjoaa käyttäjälleen.

Työssä käytettiin aineistona internetistä löytyviä aineistoja, HAMK:n Valkeakosken yksikön tiloissa sijainnutta sääasemaa dokumentteineen sekä yleistä koulutuksen aikana saatua tietoa sovellettuna sääasemiin liittyvään automaatioon.

Työn tuloksista ensimmäinen saatiin sääaseman toimintakunnon kartoituksen aikana, jolloin sääasema todettiin toimimattomaksi. Huoltomahdollisuudet kartoitettiin ja tulosten perusteella päätettiin jättää laitteisto huoltamatta tämän työn osalta kustannuksien ja aikataulujen vuoksi. Tästä eteenpäin työn sisällössä keskityttiin enemmän sääasemien yleiseen kartoitukseen ja sääasemissa käytettyihin mittalaitteisiin.

Työ antaa hyvän kuvan pienen projektin mahdollisista ongelmista ja niiden vaikutuksista työn toteutukseen. Työ oli mielenkiintoinen. (Sekä yllättävän haastava verrattaessa alkuperäiseen oletukseen työn haasteellisuudesta). Työ opastaa sääaseman suunnittelussa antaen muutamia vaihtoehtoja laitteiston valinnalle.

Avainsanat Mittaustekniikka, kytkentä, kartoitus, projektin toteutus, sää.

Sivut 24 s. + liitteet 1 s.

Unit HAMK Valkeakoski
Name of degree programme Degree Programme in Automation Engineering

Author Jarke Komulainen **Year** 2013

Subject of Bachelor's thesis Survey of a weather station

ABSTRACT

The topic for this thesis was provided to me by the HAMK Valkeakoski unit. The head of the degree programme, Mr. Antti Aimo ordered and supervised this thesis work. The main goal of this work was to survey the functionality of a weather station that was located on the school's premises. The project also included examining weather stations on a general level including their functions and measurement methods. The author's knowledge in the use of automation measurement methods was applied in this work. Knowledge about wiring diagrams was utilised in this work during the testing phase of the weather station.

The project was started by surveying the functionality of the weather station. After that the main focus was on a general surveying of the function's of weather stations. Measurement devices and methods were chosen as the widest point of focus here. They were chosen because of their direct connection to automation engineering. In addition the possibilities and advantages that an automated weather station offers to the user were analyzed in this thesis.

The first outcome was acquired in the project while examining the functionality of the weather station. The result was that the weather station was not functioning properly. The possibilities for maintenance were surveyed. Regardless, however, maintenance was not conducted because of the high expenses and the tight schedule in hand. From this point on the contents of the thesis were focused more on the surveying in general and the instruments used in the weather stations.

As a conclusion it can be stated that this thesis illustrates well how a small project can face problems and how these can affect the execution of the project. The project was interesting and surprisingly challenging compared to how it felt when it was started. This work also gives people guidance on planning a weather station by giving some options for selecting the fitting equipment.

Keywords Instrumentation, wiring, survey, project execution, weather.

Pages 24 p. + appendices 1 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TEORIA	1
2.1	Sääasemat yleisesti.....	1
2.2	Sääaseman sijoittaminen	2
2.3	Automatisoimaton sääasema.....	2
2.4	Automaattinen sääasema.....	2
2.5	Mitattavat suureet.....	3
2.6	Mittausmenetelmät.....	3
2.6.1	Lämpötila.....	3
2.6.2	Ilmankosteus.....	4
2.6.3	Tuuli	5
2.6.4	UV-säteily.....	5
2.7	Sääasemien automatisointi	6
3	KARTOITUS	6
3.1	Mittalaitteiston tarkkuus.....	7
3.2	Työn tavoitteet.....	8
3.3	Työn toteutus.....	8
3.4	Kustannukset.....	9
4	LAITTEISTO	10
4.1	Asennus.....	12
4.2	Kaapelointi	12
4.2.1	WAT12.....	13
4.3	Koekytkenät	13
4.3.1	Ilmankosteus – ja lämpötila-anturi	15
4.3.2	Tuulennopeusanturi	16
4.3.3	Tuulen suunta-anturi.....	18
4.4	Mitattavat suureet.....	20
4.5	Alkuperäiset mittalaitteet	20
4.5.1	Tuulennopeusanturi	20
4.5.2	Tuulen suunta-anturi.....	20
4.5.3	Ilman lämpötila -ja kosteusanturi	21
5	KALIBROINTI	21
5.1	Tuulennopeusanturi.....	21
5.2	Tuulensuunta-anturi	21
5.3	Ilman lämpötila -ja kosteusanturi.....	22
5.4	Laitteiston valinnan perusteet.....	22
5.5	Vanha laitteisto.....	22
5.6	Uusi laitteisto	22
5.7	Laajentaminen	22
5.8	Ongelmat	23
5.9	Tavoitteiden toteutuminen.....	23

6	ONGELMATILANTEET LAITTEISTON KÄYTÖSSÄ	24
7	POHDINTA.....	24
	LÄHTEET	26

Liite 1. Laiteluettelo.

1 JOHDANTO

Lainaten wikipediää, ”Sää on kaotoinen epälineaarinen dynaaminen järjestelmä” (Ilmastonmuutos. n.d). Tämä lause kuvastaa sääaseman suunnittelun haastavuutta ja samalla syytä sen herättämään mielenkiintoon. Tässä opinnäytetyössä käsitellään HAMK:n Valkeakosken yksikössä toimineen sääaseman kartoitusta sekä sääasemia ja niihin liittyviä mittausteknisiä ratkaisuja yleisesti. Työssä kuvataan Valkeakoskella sijaitsevan sääaseman toiminnan tarkastus alkutilanteesta pisteeseen, jossa laitetta ei enää voitu huoltaa ilman ulkopuolista apua. Tämän jälkeen työssä keskityttiin pääasiassa erilaisiin mittalaitteisiin ja niiden toimintaan osana automaatiota. Kuvassa 1. on sääaseman laitteisto työn alkuvaiheessa. (Kuva on otettu HAMK:n tiloissa Valkeakosken yksikössä).



Kuva 1. Alkuperäinen sääasema. (Kuva: Jarke Komulainen, 2013)

2 TEORIA

Teoriaosuus sisältää yleistä tietoa sääasemista, niiden käyttämistä menetelmistä eri suureiden mittauksissa, sääasemien käyttötarkoituksista ja yleistä tietoa, jonka avulla voidaan jouduttaa laitteiston valintaa kohteen tarpeita vastaavaksi sääasemaa suunniteltaessa.

2.1 Sääasemat yleisesti

Sääasemia käytetään pääasiassa vallitsevan säätilan tarkkailuun. Niiden saamien tietojen avulla voidaan myös ennustaa tulevia muutoksia säätilassa ja seurata ilmastonmuutoksia käyttämällä sääasemilta saatua tietoa määrättyllä aikavälillä. Sääasemat toimivat myös suurena tekijänä lentokoneiden turvallisuuden ylläpitämisessä niiden antamien tarkkojen säätieto-

jen vuoksi. Armeija käyttää liikutettavia sääasemia esimerkiksi ballistisiin laskelmiin, joiden avulla voidaan laskea tarkkoja lentoratoja ammuksille. Sääasema koostuu yhdestä tai useasta säätilaa mittaavasta anturista tai mittalaitteesta. Sääasema voi siis olla myös tavallinen kotona oleva nesteen lämpölaajenemista (nesteenä nykyään yleensä värjätty etanoli) mittauksissa hyödyntävä lämpötilamittari yhdistettynä ulkona olevaan sadekertymää mittaavaan mitta-astiaan.

Sääaseman laitteiston tarkkuus vaihtelee huomattavasti mittausmenetelmien ja laitteiston kalibroinnin vaikutuksesta. Yleensä suurinta tarkkuutta vaativia sääasemia käytetään lentokentillä ja sotilaskäytössä. Näissä kohteissa tarkkuutena on yleisesti tarkin eli luokituksen A saanut mittalaitteisto.

2.2 Sääaseman sijoittaminen

Sääaseman sijoitukseen on muutamia yleisiä ohjeita saatavilla ilmatieteenlaitokselta (Sääahavainnot. n.d). Laitteen sijainnin samankaltaisuuden eri kohteissa merkitys korostuu, kun tarkoituksena on kerätä tietoa säästä poistaen ympäristön ja sijoituksen aiheuttamat virheet mittaustuloksista.

Lämpötilan mittaaminen suoritetaan maasta 2 metrin korkeudelle asetettuun säteilysuojaan sijoitetulla anturilla (Sääahavainnot. n.d). Samassa säteilysuojassa on myös kosteutta mittaava anturi.

Tuulta mittaavat anturit sijoitetaan noin 10 metriä korkeammalle kuin ympäröivät mittaukseen vaikuttavat rakenteelliset tai maaston muodostamat esteet (Sääahavainnot. n.d). Hyvä sijoituspaikka asutuilla alueilla on esimerkiksi lipputanko talon katolla.

2.3 Automatisoimaton sääasema

Sääaseman tiedot on luettava laitteistosta käymällä sen luona. Asema ei välitä tietoja eteenpäin eikä tallenna historiaa säätiedoista automaattisesti. Asema on yhtä tehokas kuin sitä lukeva henkilö. Kustannuksiltaan automatisoimaton sääasema on edullisin vaihtoehto, ja tästä syystä se on myös yleisimmin käytetty sääasema kotikäytössä.

2.4 Automaattinen sääasema

Automaattinen sääasema toimittaa tiedot säätilasta luettavaksi (esim. internetiin) ilman ihmisen avustusta. Asema pystyy tarvittaessa ilmoittamaan ylläpitäjilleen mahdollisista vikatiloista laitteistossa tai vaarallisista säätiloista. Automatisoidun sääaseman toimintaan tarvitaan vain säännöllinen kunnossapito. Sääaseman kustannukset vaihtelevat käyttökohteen, mitattavien suureiden ja tarkkuuden mukaan. Yleisesti automatisoitu sääasema on huomattavasti kalliimpi kuin automatisoimaton versio. Eniten automatisoituja sääasemia käyttävät lentokentät, satamat, sotavoimat ja meteorologit.

Automaattisia sääasemia on tarjolla kotikäyttöön muodossa, jossa ne näyttävät mitatut suureet yhdellä näytöllä. Yleensä nämä laitteet mittaavat vain ilmanlämpötilaa ja kosteutta. Ne on usein myös varustettu muistilla, joka tallentaa korkeimman ja matalimman lämpötilan sekä keskilämpötilan.

2.5 Mitattavat suureet

Sääasema voi mitata useita ympäristön suureita. Useimmissa kodeissa mitataan ilman lämpötilaa, ilmanpainetta sekä sadekertymää. Muita mitattavia suureita ovat esimerkiksi ilmankosteus, tuulennopeus- ja suunta, UV-säteily, pilvipeitto, pilvien korkeus, lumipeiton paksuus, valoisuus, kastepiste, tuulen hyytävyys, näkyvyys, sadekertymä, sateen intensiteetti, sateen pisarakoko, sääilmiö (vesisade, lumisade) ja salamointi (tiheys, etäisyys). (Mitattavat suureet. n.d; Automaattiset säähavainnot. n.d.)

2.6 Mittausmenetelmät

Sääasema mittaa useita suureita. Mitattavien suureiden fyysisten erojen vuoksi on käytössä useita eri menetelmiä, joilla mittaukset suoritetaan. Suurin osa sääasemissa käytetyistä mittalaitteista toimii 12–24 V:n virtalähteellä. Anturit kuluttavat hyvin vähän energiaa toimintaansa, joten on myös mahdollista generoida tarvittava sähköenergia tuulen tai auringon avulla. Yleensä laitteiston mahdollinen lämmitys vie huomattavasti suuremman määrän energiaa kuin itse mittalaitteet. Muutama yleisesti sääasemissa käytetty mittasuure esitellään seuraavassa.

2.6.1 Lämpötila

Lämpötilan mittaus on mahdollista useilla eri menetelmillä. Kotikäytössä käytetään yleisimmin nesteen laajenemiseen perustuvia menetelmiä, joista tunnetuimpia ovat elohopeamittari ja yleensä siniseksi tai punaiseksi värjättyä etanolia sisältävät mittarit (Lämpömittari. n.d). Näistä elohopeaa sisältäviä ei enää valmisteta elohopean myrkyllisyyden vuoksi.

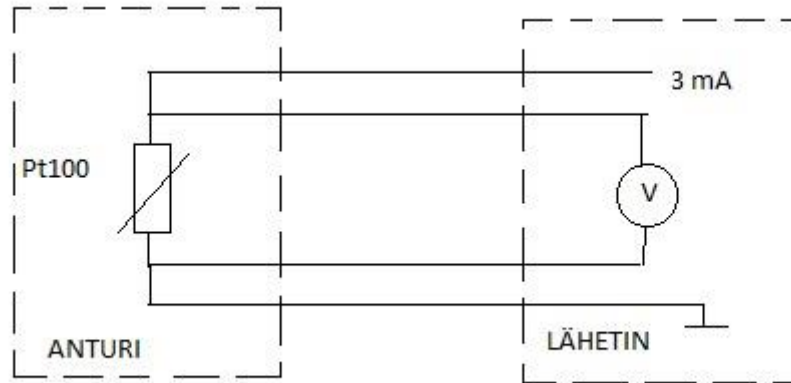
Tarkkuudeltaan nestelämpömittarit ovat riittävän tarkkoja kotikäyttöön (tarkkuus on voimakkaasti riippuvainen kalibroinnista), mutta niitä ei yleensä kalibroida tehtaalla ja tästä syystä niiden tarkkuus voi vaihdella melko paljon. Elohopeaa käyttävä mittari on tarkempi, mutta sen jäämispiste on myös alhaisempi (noin -39 °C) kuin alkoholia käyttävällä mittarilla. Lisäksi niiden lukeminen voi olla voimakkaasti riippuvainen katsojan ja mitta-asteikon välisestä kulmasta ja tästä syntyvä virhe voi olla moninkertainen mittalaitteen tarkkuuteen verrattuna. (Lämpömittari. n.d.)

Nesteisiin perustuvia mittareita ei yleisesti käytetä automatisoiduissa sääasemissa tarjolla olevien vaihtoehtojen ollessa huomattavasti helpommin liitettävissä automaatiolaitteistoon.

Yleisimmin käytetty mittalaite automaattisissa sääasemissa on Pt100-vastus, jonka toiminta perustuu platina 100 johtimen vastuksen muutokseen

eri lämpötiloissa (Lämpömittari. n.d). Pt100-vastus on standardoitu, joten sen käyttö ja kalibrointi on yleisesti helppoa kaikkien antureiden toimiessa samalla tavalla. Pt100-vastuksen hintaan vaikuttaa sen luokiteltu mittaustarkkuus.

Pt100-vastuksen kytkentä Valkeakoskella sijaitsevassa sääasemassa on toteutettu nelijohdinkytkennällä (Lämpötilan mittaus vastusantureilla. 2010). Tämä kytkentä poistaa johtimissa olevan vastuksen vaikutuksen mittaustulokseen. Kuva 2. esittää yleisimmän Pt100-vastuksen asennuksessa käytetyn kytkennän.



Kuva 2. Nelijohdinkytkentä (Kuva: Jarke Komulainen, 2013) (Lämpötilan mittaus vastusantureilla. 2010).

2.6.2 Ilmankosteus

Kosteuden mittauksessa ilmoitetaan sääasemalta yleensä suhteellinen kosteus. Suhteellinen kosteus ilmoittaa vesihöyryn määrän prosenttiosuutena maksimikosteudesta joka voi ilmassa olla vallitsevassa lämpötilassa. Muita tapoja ilmaista ilmankosteus ovat absoluuttinen kosteus, kosteussisältö, kyllästyskosteus ja kastepistelämpötila. (Ilmankosteus. n.d.)

Hiusanturi on kosteutta mittaava laite, jonka toiminta perustuu hiuksen pituuden muuttumiseen kosteuden mukaan. Hiuksen pituus voi vaihdella noin 3 prosenttia kosteuden mukaan. Laite voidaan kytkeä esimerkiksi niin, että hius on kytkettynä suoraan osoittimeen, joka on asetettu näyttämään prosentuaalinen kosteus hiuksen pituuden muutokseen perustuen. Hius muuttaa pituuttaan kosteuden suhteen lineaarisesti, jolloin kytkentä ei tarvitse mitään lisälaitteita tuloksen näyttämiseksi.

Automaatiossa enemmän käytetty mittalaite perustuu kondensaattorin kapasitanssin muutokseen ilmankosteuden vaikutuksesta. Tämä mittalaite on tarkempi ja laite voidaan myös kalibroida verrokkimittaria käyttämällä, jolloin tarkkuus on entistä parempi ja soveltuu automaatioon hiusmittaria huomattavasti paremmin. Kosteuden vaikutus kapasitanssiin voidaan laskea kaavalla $C=(\epsilon \cdot A)/s$, jossa C = kapasitanssi, ϵ = kondensaattorin eristeaineen permittiivisyys, A = levyjen pinta-ala, s = levyjen välinen etäisyys. Kosteus muuttaa ϵ arvoa. (Kosteusanturi. n.d.)

2.6.3 Tuuli

Tuulennopeuden mittaukseen on HAMK:lla Valkeakosken yksikössä ollut käytössä kuppianturi, jonka pyörimisnopeus on riippuvainen tuulen nopeudesta. WAA15A-anturi antaa ulos pulsseja, joiden tiheys on suoraan verrannollinen tuulennopeuteen. WAT12 muuttaa pulssit virtaviestiksi, joka voidaan ohjelmallisesti muuttaa numeraaliseen muotoon. Kuppianturin tarkkuuteen vaikuttavista tekijöistä suurimmat ovat laitteen sijainti ja laakeroiden pyörimisvastus. Pyörimisvastus voidaan kompensoida ohjelmallisesti selvittämällä vastus eri nopeuksilla ja eri lämpötiloissa sekä lisäämällä vaikutukset lopulliseen mittaustulokseen. Pyörimisvastusta voidaan vähentää käyttämällä esimerkiksi magneettilaakereita, joissa pyörimisvastus on lähellä nollaa.

Tuulensuuntaa mitattiin käyttämällä WAV15A-anturia, jonka toiminta perustuu muotoiltuun alumiinilevyyn, joka kääntää anturin kohti tuulta. Laite tuottaa GRAY-koodia, jonka WAT12 muuttaa virtaviestiksi. Virtaviesti voidaan muuntaa luettavaan muotoon ohjelmallisesti. Sijainti ja laakerointi vaikuttavat anturin tarkkuuteen vastaavasti kuin WAA15A:n kohdalla.

Uudemmissa tuulenmittaukseen soveltuvista antureista mielenkiintoisin ja toimintavarmin vaihtoehto on akustinen ultraääntä käyttävä mittalaite (Ultrasonic wind sensor. n.d). Laite ei vaadi huoltoa yhtä usein kuin WAA15A ja WAV15A, koska siinä ei ole mekaanista kulumista. Laitteisto reagoi heikkoon tuuleen WAT12-laitteistoa huomattavasti herkemmin.

Laitteen toiminta perustuu neljään ultraäänimuuntimeen. Ultraäänianturin sisällä on nestettä, jonka läpi ultraääni kulkee. Laitteen neljä ultraäänilähetin/vastaanotin paria lähettävät signaaleja toisilleen. Tällä menetelmällä mitataan ultraäänien viivettä, josta voidaan laskea tuulen suunta ja nopeus. Laitteessa on myös sisäänrakennettu lämpöanturi, jota käytetään laskennassa lämpötilan muutoksesta aiheutuvien virheiden poistamiseen. Laite voi myös muuntaa lähettämänsä viestin suoraan luettavaan muotoon. (Ultrasonic wind sensor. n.d.)

2.6.4 UV-säteily

UV-säteilyä tarkkaillaan nykyään huomattavasti enemmän otsonikadon ja ilmastomuutoksen vaikutusten ansiosta. Tästä johtuen UV-säteilyn mittausta on yleistynyt ja sen arvoa tarkkaillaan esimerkiksi ennen rannalle menoa.

UV-säteilyä mitataan esimerkiksi käyttämällä fotodiodia, jolla saadaan aurion säteilyn intensiteetti muodossa W/m^2 eli wattia neliometriä kohden. Säteilyn intensiteetti muutetaan virtaviestiksi, jonka avulla saadaan laskettua UV-indeksi. UV-indeksiä käytetään yksinkertaistamaan UV-säteilyn vaikutus ihmiselle. UV-indeksiä mitataan arvoilla 0–11+, arvon 0 ollessa erittäin heikko ja arvo 11 tai suurempi merkitsee äärimmäisen voimakasta UV-säteilyä. (Säähavainnot. n.d.)

2.7 Sääasemien automatisointi

Sääaseman automatisointi helpottaa ja nopeuttaa säätietojen analysointia. Nykyään lähes kaikki sääasemat on automatisoitu ja ne lähettävät tiedot automaattisesti ylläpitäjilleen.

Automatisointi mahdollistaa myös ajantasaisten säätietojen saannin sijainneista, jotka eivät ole aiemmin olleet mahdollisia. Esimerkiksi äärimmäisistä säätiloista kärsivät alueet ovat automaation myötä helposti tarkkailtavissa ilman ihmisen valvontaa. Tarvitaan ainoastaan säännölliset huollot laitteiston ylläpitämiseksi.

Automaattiset sääasemat ovat myös edeltäjiään nopeampia ja niiden välittämien tietojen avulla voidaan ennakoida muutoksia säätiloissa sekä välttää luonnonkatastrofeja. Automaattinen sääasema on nykyään välttämätön työkalu esimerkiksi lentokentillä, joille ajantasaiset ja tarkat säätiedot ovat yksi tärkeimmistä työkaluista lentokoneiden turvallisuuden kannalta.

3 KARTOITUS

Työn tavoitteena oli korjata ja todeta sääaseman toimivuus, jotta sääasema voidaan ottaa uudelleen käyttöön. Lisäksi tavoitteeksi asetettiin sääasemien yleisen teorian lisääminen opinnäytetyöhön sekä mahdollisuus hyödyntää opinnäytetyön sisältöä uuden sääaseman suunnittelussa ja käyttöönotossa.

Laitteisto on ollut käytössä vuodesta 1994. Sääasema mittaa neljää suuretta, jotka ovat, tuulennopeus ja -suunta, ilmankosteus sekä lämpötila.

Työ aloitettiin tekemällä alustavat suunnitelmat laitteiston sijoituksesta ja mahdollisista parannuksista esimerkiksi mahdolliset uudet mittaussuureet. Tämän jälkeen tutkittiin, onko kannattavaa uusia laitteisto vai kunnostaa vanhat laitteet. Kysely kustannuksista uusille laitteistoille lähetettiin Vaisalalle, joka on toimittanut myös alkuperäisen laitteiston. Hinnat uudelle ja modernimmalle laitteistolle todettiin käyttötarkoitukseen nähden liian kalliiksi ja päädyttiin kunnostamaan laitteisto ja korvaamaan mahdollisesti toimimattomat laitteistot halvemmilla erillisillä laitteilla tarvittaessa.

Vaikka laitteiston korvaaminen uusilla mittalaitteilla olisi nopeuttanut työn toteutusta, on kuitenkin huomioitava, että Vaisalan laitteiston tarkkuus (huomioon ottaen iästä johtuvan tarkkuuden laskun, joka on hyvin pieni) on omaa luokkaansa huomattavasti edullisempiin moderneihin laitteistoihin verrattuna. Vastaavasti saman tarkkuuden omaava mittalaitteisto maksaa kymmeniä kertoja enemmän (tuhansia euroja) kuin halpa laitteisto, jota alun perin suunniteltiin mahdollisesti korvaamaan vanha mittalaitteisto.

Laitteiston toimintakunto tarkastettiin, tätä tehtäessä todettiin anemometrin olevan rikki. Laitteen huoltokustannukset selvitettiin. Laitteen huollon arvioitujen kustannuksien ja opinnäytetyön aikataulun vuoksi laitteen huoltaminen päätettiin keskeyttää. Tästä johtuen laitteiston kunnostaminen

päätettiin keskeyttää, jo tehtyjen mittauksien ja huoltotoimien lisäksi opinnäytetyön sisältö muuttui alkuperäisestä nykyiseen muotoonsa.

Työstä jätettiin pois kalibrointi, asennus, ohjelmointi sekä loppukykentä internet-käyttöliittymään. Työn puuttuvat osuudet korvattiin laajennetulla teorialla ja teoreettisilla kytkennöillä sekä laajennetulla mahdollisuuksien kartoituksella HAMK:n Valkeakosken yksikön tiloihin mahdollisesti myöhemmin asennettavalle sääasemalle.

Uuden tai kunnostetun sääaseman sijoittaminen Valkeakoskelle on mahdollista koulun näin päätettäessä. Näin päätettäessä on hyvä varautua mahdolliseen ylläpitoon esimerkiksi seuraavalla tavalla:

- Laitteiston toimintakunnon ylläpitämiseksi laitteistolle tarvitaan henkilö, joka käynnistää sen mahdollisen käyttökätkön jälkeen. Tämä henkilö voisi olla esimerkiksi oppilaskunnan jäsen, joka on automaatiotekniikan opiskelija. Vaihtoehtoisesti koulun ATK-järjestelmien ylläpitäjä voisi toimia laitteiston uudelleenkäynnistäjänä ja tarkkailijana pitämällä silmällä säännöllisin väliajoin laitteiston lähettämää dataa.

3.1 Mittalaitteiston tarkkuus

Mittalaitteiston tarkkuus on oleellista yleisesti kun mitataan suureita. Sääasemaa suunniteltaessa on hyvä ottaa huomioon, kuinka suuri mittausvirhe sallitaan, eli onko mittausvirheen suuruudella käytännön merkitystä sääaseman käyttötarkoituksen kannalta.

Mittalaitteiden tarkkuudesta on käytössä standardoitu luokitusjärjestelmä, josta esimerkkinä esitetään lämpötila-anturin PT100-vastuksen standardoitu luokitus menetelmä (Standardi EN 60751. n.d). Taulukko 1. esittää Pt100-vastuksen tarkkuusluokkien standardointi mallin.

Taulukko 1. PT100-vastuksen standardoitut tarkkuusluokat (Standardi EN 60751. n.d).

Standardi EN 60751 määrittelee Pt100-vastuksen erilaisia tarkkuusluokkia:

Klasse A	voimassa alueella -200... +650 °C 0 °C = ± 0,15 °C, 100 °C = ± 0,35 °C
Klasse B	voimassa alueella -200... +850 °C 0 °C = ± 0,3 °C, 100 °C = ± 0,8 °C
Klasse B 1/3 DIN	Klasse B:hen pohjautuva jaettu arvo, ei ole voimassa koko mittausalueella 0 °C = ± 0,3 / 3
Klasse B 1/10 DIN	Klasse B:hen pohjautuva jaettu arvo, ei ole voimassa koko mittausalueella 0 °C = ± 0,3 / 10

Esimerkiksi HAMK:n Valkeakosken yksikön tiloihin suunnitellulla sääasemalla oli tarkoitus antaa yleistä säätietoa vallitsevasta säätilasta. Tässä kohteessa tarkkuuden ei vaadittu olevan suuri.

3.2 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön avulla tulisi olla mahdollista huoltaa ja ylläpitää koulun sääaseman toimintaa sekä ymmärtää sen laitteiston toiminta. Lisäksi kaikki tiedot käytetyistä laitteista ohjekirjoineen ja testikytkentöineen sisältyvät liitteisiin.

Työn pääasiallisiksi tavoitteiksi asetettiin laitteiston toimintakunnon toteaminen, uudelleensijoittamisen suunnittelu sekä mahdollisuus päivittää laitteistoa myöhemmässä ajankohdassa, jos tämä koetaan tarpeelliseksi. Ideana oli myös mahdollisuus hyödyntää sääasemaa tulevaisuudessa opeuskäytössä, mutta tämä todettiin liian pieneksi hyödyksi työn määrän kasvuun nähden.

Tämän opinnäytetyön avulla tulisi olla mahdollista huoltaa ja ylläpitää koulun sääaseman toimintaa sekä ymmärtää sen laitteiston toiminta. Lisäksi kaikki tiedot käytetyistä laitteista on löydettävissä liitteestä 1.

Toiminnan kannalta on myös oleellista, että ohjelmisto varmuuskopioidaan ja säilötään erillisesti. Tällä estetään ohjelmiston ja laitteiston toiminnan loppuminen tilanteessa, jossa laitteistoon liitetty tietokone tai sen osa rikkoutuu. Mittalaitteiston toimintakunnon tarkastukseen toteutetaan listaus, jonka avulla sitä voidaan ylläpitää ja huoltaa määrätyn väliajoin esimerkiksi pienenä projektina opiskelijoille.

3.3 Työn toteutus

Sääaseman uudelleen kuntoon saattaminen alkoi työn toteuttajan osalta laitteiston sisältämien osien tarkastamisella. Työ oli viety vaiheeseen, jossa laitteisto oli irrotettu lipputangosta, jossa se sijaitsee toimiessaan.

Ohjeita laitteiston kokoamiseen ei ollut tarjolla dokumenteissa, jotka laitteiston mukana oli aikanaan toimitettu (Sääaseman dokumentit. 1994). Laitteista anemometri ja tuulensuunta-anturi oli valmiiksi purettu. Kokoaminen oli melko helppoa osien vähyyden vuoksi. Laitteisto koottiin toimintakuntoon, jolloin havaittiin yhden kiinnikepultin puuttuminen, kyseistä osaa ei ole saatavilla varaosana Vaisalalta, mutta se on saatavilla Vaisalalan kautta huolletulle laitteistolle osana koko laitteen kunnostusta, joka on mahdollista vain lähettämällä koko sääasema Vaisalalle huollettavaksi. Osa voidaan korvata esimerkiksi mitoittamalla muttereista ja pikoista oikean kokoisen välyksen antava korvike.

Osien ja laitteiston tarkistuksen jälkeen aloitettiin koekytkennät, joilla tarkistettiin laitteiston toimivuus. Koekytkennät Pt100-vastukselle sekä samassa mittalaitteessa sijaitsevaan kosteusanturiin toteutettiin nelijohdin-

kytkennällä käyttäen verrokki mittarina toista Pt100-vastusta käyttävää kalibrointua mittalaitetta. Pt100-vastuksen toiminnassa ei havaittu huomattavia poikkeavuuksia, siitä huolimatta anturin kalibrointi on tarpeen ennen laitteen käyttöönottoa.

Pt100-vastuksen mittaustulokset tutkittiin vain huoneenlämpötilassa ja tarkemmat mittaukset ja vertailut oli tarkoitus tehdä laitteiston yleisen kalibroinnin toteutuksen yhteydessä.

Kosteusanturin toiminta tarkastettiin vertaamalla siltä saatua arvoa verrokkimittarin arvoihin. Arvoilla ei ollut merkittävää eroa. Tämän jälkeen mitattiin ja suoritettiin koekytkentä tuulen suuntaa tarkkailevalle mittalaitteelle Vaisalan ohjeiden mukaisesti.

Toimintakunnon tarkastuksen jälkeen laitteet puhdistettiin ja piirilevyille ruiskutettiin suojalakka. Laitteiston tarkastuksessa selvisi, ettei laitteen tuulennopeutta mittaava laite ollut toimintakuntoinen, joten laitteen mahdollinen huolto kartoitettiin.

Huollon kartoituksen perusteella laite päätettiin jättää huoltamatta kustannusten ja aikataulujen tiukkuuden vuoksi. Opinnäytetyön sisällön turvaamiseksi päätettiin opinnäytetyön sisältö keskittää enemmän sääasemien laitteiston ja toiminnan kartoitukseen. Tästä eteenpäin työ toteutettiin perehtymällä syvemmin sääasemissa sovelletun automaation toimintaan ja laitteistojen valikoimaan.

3.4 Kustannukset

Kustannuksien kartoitus toteutettiin, jotta voitiin todeta laitteiston huoltamisen kannattavuus suhteessa uusien laitteiden kustannuksiin. Kustannuksille luotiin maksimi työn tilaajan Antti Aimon kanssa. Tämän kustannusmaksimin avulla suunniteltiin mahdollista laajentamista laitteistolle. Laitteiston mahdollisia laajennuksia ei toteutettu, mutta katolta tulevaan kaapeliin on mahdollista lisätä yksi laite (vapaana yksi johdinpari) sekä katolle että seinälle menevissä kaapeleissa. Sääasemaan voidaan lisätä esimerkiksi UV-säteilyä mittaava laite.

Huollon kustannuksille ei saatu tarkkaa arviota, mutta verrattaessa mahdollisia kustannuksia uuden laitteiston hintaan, ei vanhan laitteiston kunnostaminen ole kovinkaan kannattavaa verrattuna uuden laitteiston hankintaan vastaavalla tai kohteeseen soveltuvalla tarkkuudella varustettuna. Uusi laitteisto 2–4 prosenttiyksikön virheen kasvulla varustettuna maksaisi vastaavilla mittalaitteilla noin 1 000 euroa. Arvio perustuu opinnäytetyön aikana tehtyyn kartoitukseen erilaitteistojen hinnoista ja niiden yhteenlasketuista kuluista, käyttäen hieman kuluttajille suunniteltua laitteistoa tarkempaa kokoonpanoa.

Työn kustannuksiin voidaan myös huomioida, että vastaava toteutus uudella laitteistolla on ajallisesti huomattavasti nopeampaa. Työ on mahdollista toteuttaa muutamassa päivässä uusilla laitteilla.

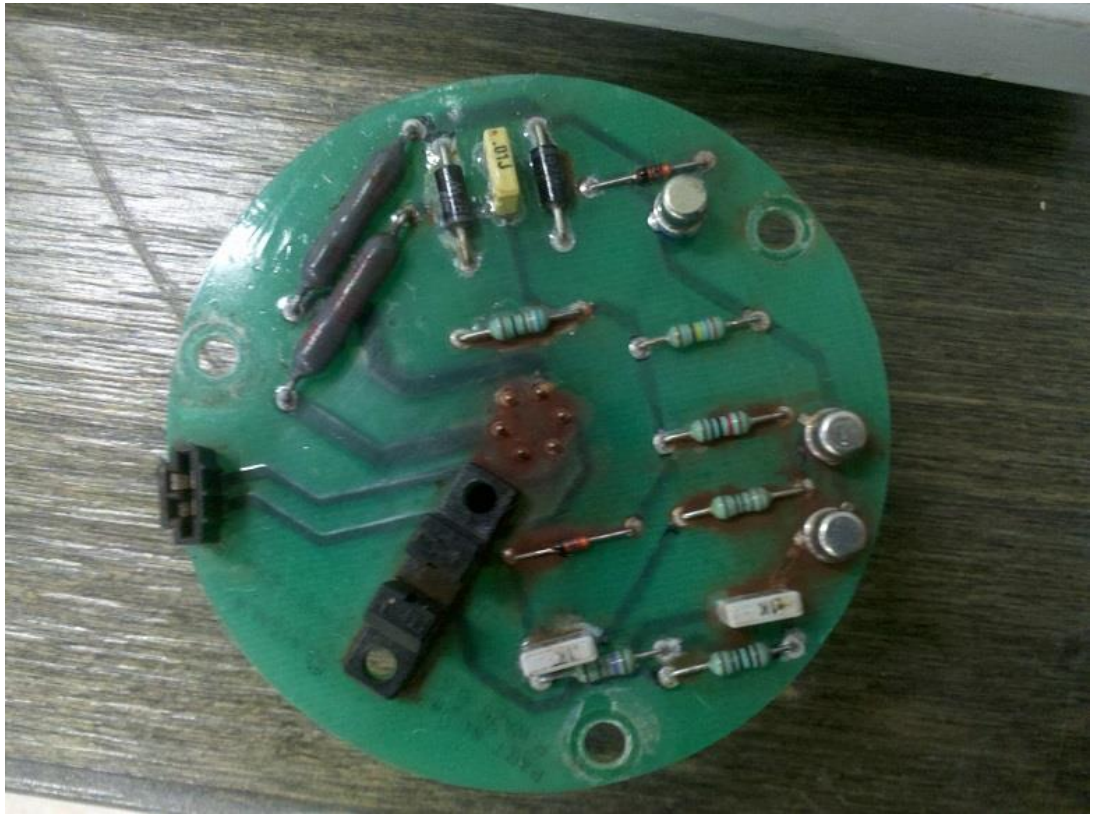
4 LAITTEISTO

Laitteisto puhdistettiin ja koekäytettiin mittaamalla antureiden toiminta. Piirilevyissä oli melko paljon hapettumaa ja ruostetta. Laite puhdistettiin koekäytön jälkeen. Kuva 3. osoittaa vaurioutuneen tiivisteen kautta vuotaneen veden aiheuttamat vauriot piirilevyille.



Kuva 3. Piirilevy ennen huoltoa. (Kuva: Jarke Komulainen, 2013)

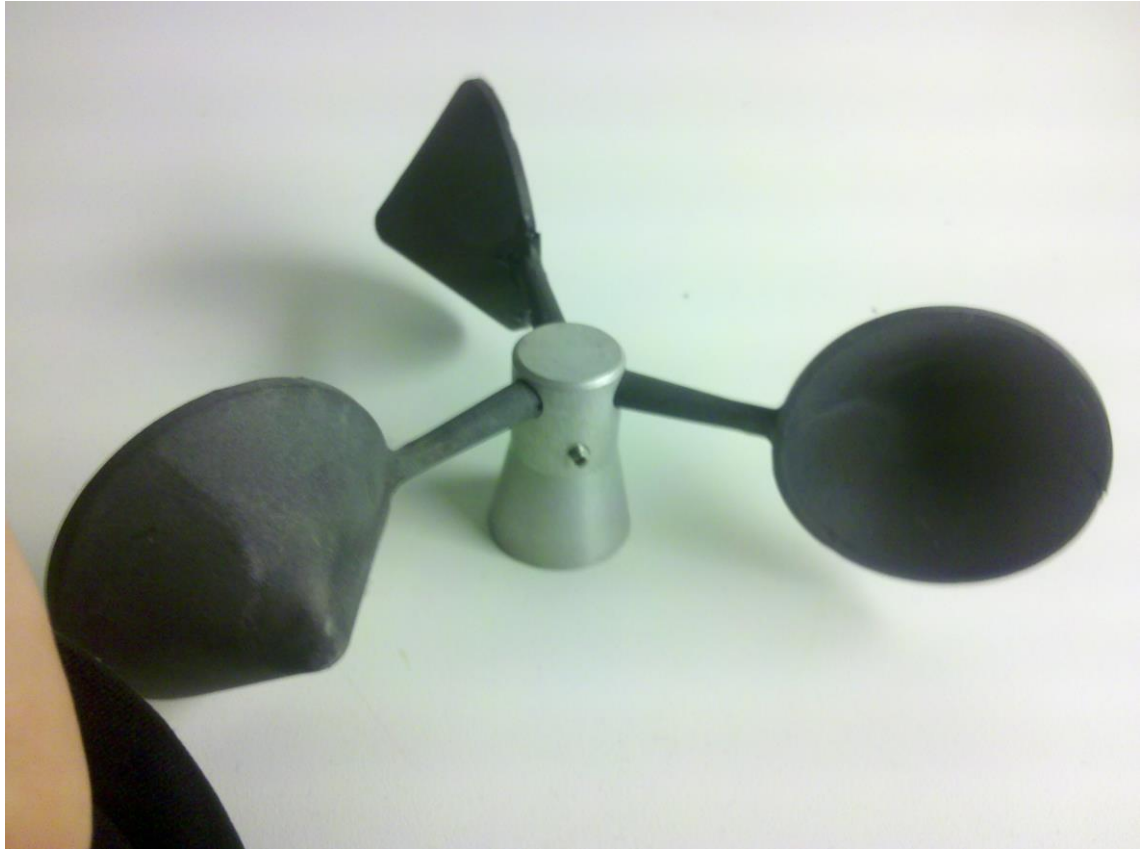
Laitteiston puhdistamisessa huomioitiin mahdollisten vaurioiden syntymisen valitsemalla puhdistukseen soveltuvat työkalut ja aineet. Kuva 4. näyttää veden aiheuttamien vaurioiden vuoksi ruostuneen ja hapettuneen piirilevyn puhdistuksen jälkeen.



Kuva 4. Piirilevy puhdistuksen ja lakkauksen jälkeen. (Kuva: Jarke Komulainen, 2013)

Tiiviste oli rikkoutunut sään vaikutuksesta ja tästä syystä laitteen sisään oli päässyt kosteutta joka aiheutti hapettumaa ja ruosteen piirilevylle. Myöhemmässä mittauksessa laitteen todettiin olevan toimintakunnon, todennäköisesti laite on rikkoutunut tiivisteiden haperruttua sään vaikutuksesta, jolloin vesi pääsi laitteen sisään rikkoen sen. Tämä olisi voitu ennaltaehkäistä säännöllisellä huoltamisella.

Myös tuulenopeutta mittaavan anturin kolmilapainen osa oli murtunut sään vaikutuksesta useasta kohdasta. Kuvassa 5. näytetään murtuneet tuulenopeusanturin mustat kupit, jotka korjattiin liimaamalla murtumakohdat umpeen.



Kuva 5. Tuulennopeusanturi (Kuva: Jarke Komulainen, 2013)

Tämä osa liimattiin kaksikomponentti epoxy liimalla. Liiman kuivuttua osa hiottiin suurempien epätasaisuuksien ja liimapaakkujen poistamiseksi.

4.1 Asennus

Johdotus oli alun perin tarkoitus tuoda alas katolta A-talon seinälle ja sieltä edelleen seinän lävitse katonrajasta suoraan tietokoneelle, joka toimii laitteiston tietojen kerääjänä sekä muuntaa antureiden tiedot luettavaan muotoon. Kerätty tieto lähetetään edelleen koulun serverille, josta tieto on luettavissa koulun internet sivujen kautta. Johdotus toteutettiin lopulta tuomalla kaapelit katolta alas ilmanvaihtokanavaa pitkin suoraan A-talon varastoluokkaan. Laitteisto on mahdollista säilyttää lukitussa tilassa, josta löytyy suora verkkorasialiitäntä serverinä toimivalle tietokoneelle.

4.2 Kaapelointi

Kaapeleina käytettiin kahta neliparista kaapelia (NOMAK 4x2x0.5+0.5), joista jäi molemmista käyttämättä yksi johdinpari. Vapaat johdinparit voidaan varata mahdollisille tuleville laajennuksille, jos laitteisto kootaan neljä anturia sisältävällä alkuperäisellä kokoonpanolla.

Katolta ja seinältä tulee omat 4-pariset kaapelit, joista molemmista on 1 johdinpari vapaana kahden mittalaitteen ja jännitesyötön viedessä 3 paria molemmista kaapeleista.

4.2.1 WAT12

WAT12:sta ulos tulevat johtimet ovat väreiltään vihreä, ruskea, valkoinen ja keltainen. Lisäksi laitteen runkoon kytkeytyy kaapelin häiriösuojaverkko. (Sääaseman dokumentit. 1994.)

WAT12:n asetukset valitaan jumppereilla. Asetuksia sääteleviä jumpperiryhmiä on 4 erilaista. Ryhmät on nimetty X4..X8. X4 avulla voidaan toteuttaa erinäisiä testejä, esimerkiksi maksimi ja minimi arvot tuulennopeudelle.

X5 ohjaa ulostulon virtaviestejä asettamalla halutun nolla arvon.

X6 ja X7 ohjaavat skaalausta eli mittausaluetta. X6 ohjaa tuulensuunnan ja X7 tuulennopeuden skaalaa.

X8 ohjaa ulostulon virtaviestin raja-arvoja. Esimerkiksi 0–5 mA tai 1 mA.

Laitteen asetukset on opinnäytetyön kirjoitushetkellä asetettu seuraavasti.

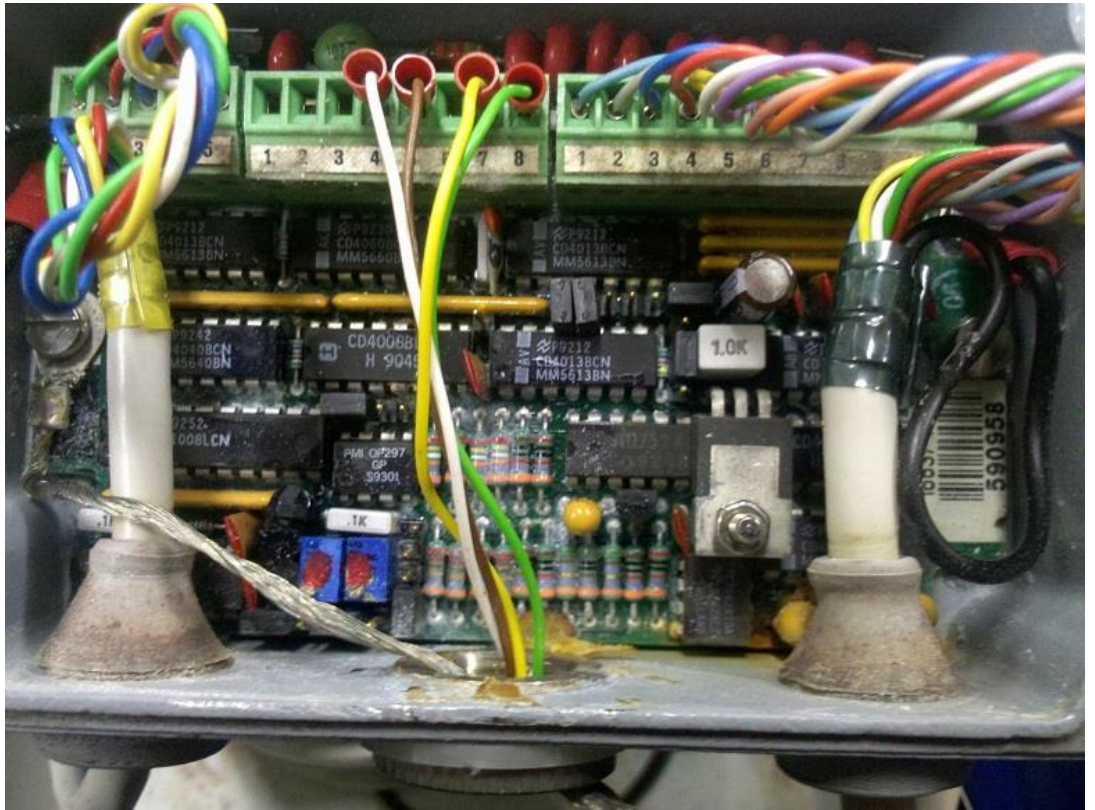
X4 asennossa J5 – normaali toiminta.

X5 asennossa J1 1/2/4 mA tuulennopeuden ollessa 51.2 m/s.

X6 asennossa J2 ja X7 asennossa J4 ja J6. X6 ja X7 toimivat yhdessä, asettaen kyseisillä valinnoilla arvoiksi skaalauksessa 0–360 astetta tuulen suunnalle ja 0–51.2 m/s tuulennopeudelle.

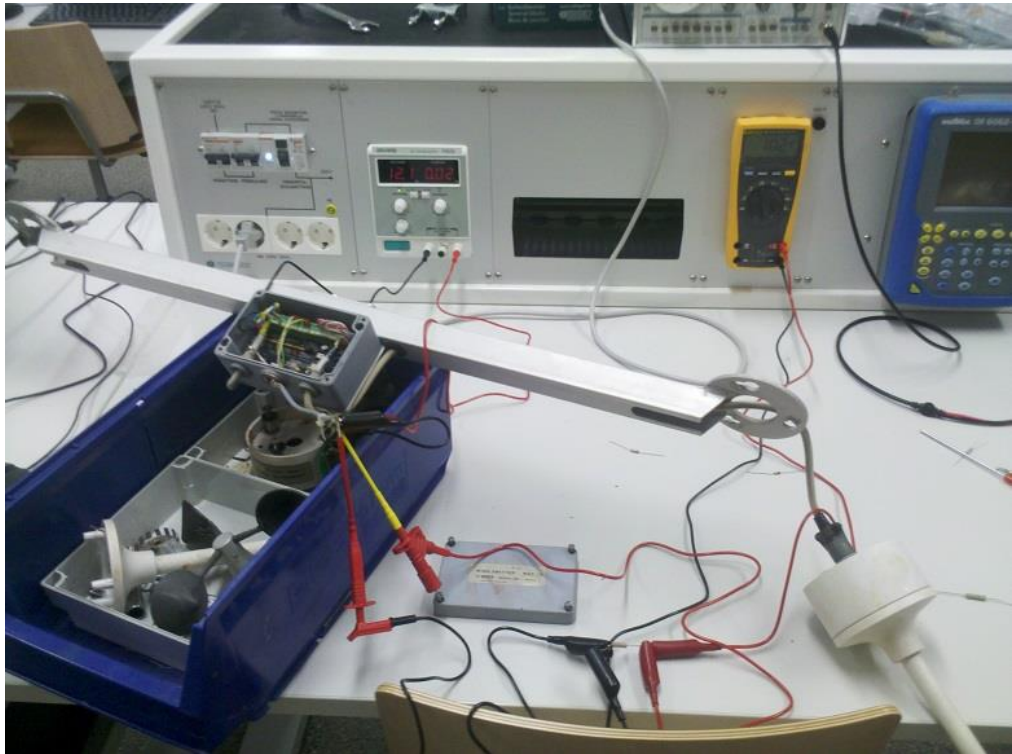
4.3 Koekytkenät

Koekytkenät aloitettiin noutamalla Vaisalan toimittamat dokumentit kaikista laitteista. Laitteen alkuperäisistä dokumenteista selviävät laitteiden kytkenät sekä mahdolliset kalibroinnit toteutuksineen (Sääaseman dokumentit. 1994). Ennen kaikkia varsinaisia kytkentöjä laitteiston johdotus tarkistettiin, jotta välttyttiin mahdollisilta vääriltä kytkennöiltä. Kuvassa 6. on näkyvä WAT12:sta sisällä sijaitsevista tarkastetuista kytkennöistä .



Kuva 6. WAT12-piirilevy (Kuva: Jarke Komulainen, 2013)

Myös jumbereiden asettelu tarkastettiin WAT12-laitteen piirilevyllä (Sääsaman dokumentit, 1994). Tällä vältettiin myös mahdollisesta ilki-
vallasta johtuvat ongelmat, koska laitteisto ei ole ollut lukitussa tilassa säi-
lytyksessä. Laitteiston koekytentä valokuvattiin. Virtalähteenä käytettiin
koulun laboratorion työpöytiin asennettua säädettävää virtalähdettä (Ad-
vantek P3030) 24 VDC-jännitteellä. Mittarina käytettiin Fluken 175
yleismittaria. Kuvassa 7. esitetään yksi WAT12:sta liittyvä koekytentä.



Kuva 7. Koeytkentä (Kuva: Jarke Komulainen, 2013)

Kaikki kytkennät tehtiin ja tarkastettiin kaikkien laitteiden ollessa jännitteettömiä, jännite kytkettiin vasta liitäntöjen ja tarkastuksien jälkeen, jotta välttyttiin mahdolliselta laitteiston rikkoutumiselta.

4.3.1 Ilmankosteus- ja lämpötila-anturi

Mittalaite sisältää saman kotelon sisään rakennettuna sekä ilmankosteuden että ilmanlämpötilan mitta-anturit. Kuvassa 8. HMP35D suojakuoren ollessa paikoillaan.



Kuva 8. Lämpötila – ja kosteusanturi. (Kuva: Jarke Komulainen, 2013)

Pt100-vastuksen toiminta mitattiin käyttämällä vertailuun kalibroitua lämpömittaria (lämpömittarin malli ja tyyppi), jonka antamaa tulosta verrattiin sääaseman Pt100-vastuksesta mitattuun arvoon. Tulokset todettiin yhteneviksi ja riittävän tarkoiksi (eroa tuloksilla oli alle 0.3 astetta huoneen lämpötilassa).

Kosteusmittarin toiminta tarkistettiin kytkemällä virta laitteeseen ja käyttämällä verrokkimittaria määrittämään laitteen anturin toiminta. Laitteen toiminta todettiin normaaliksi. Verrokkimittarina käytettiin ilmankosteusmittaria, joka lainattiin opettajilta HAMK:n Valkeakosken tiloista.

Mittaustulokset jäivät epäselviksi mahdollisen kosketushäiriön vuoksi. HMP35D:n suojakuorta poistettaessa havaittiin kuoren sisällä sijaitsevan piirilevyn olleen 180 astetta väärässä kulmassa. Piirilevy oli poistettaessa hyvin tiukasti kiinni ja poistossa jouduttiin käyttämään hieman voimaa, vaurioita on voinut syntyä poistamisen tai alkuperäisen väärässä asennossa tapahtuneen kokoamisen yhteydessä. Tämä on saattanut aiheuttaa mittauksia suoritettaessa huomattavan mittauksien virheen. Varmaa syytä mittavirheeseen ei kuitenkaan työtä tehdessä saatu varmistettua. Mitattu vaihtelu sääaseman kosteusanturilla oli 10–60 prosenttiyksikköä suhteellista kosteutta. Vaihtelu oli silminnähden satunnaista ja kytkennän uusinta ja tarkastus eivät vaikuttaneet satunnaisiin tuloksiin.

4.3.2 Tuulennopeusanturi

Anemometrin testikytkentä toteutettiin ohjeen mukaisesti (Sääaseman dokumentit, 1994.). Kuvassa näkyvät RD ja RS vastuksien arvot saatiin ohjekirjasta löytyvästä taulukosta. Laitteesta oli valittuna 0–20 mA:n virta, jolloin taulukosta voitiin päätellä halutun vastuksen olevan arvoltaan 2.56 ohmia. Kuva 9. esittää laitteiston ohjekirjasta löytyvän vastusarvotaulukon WAT12-laitteistolle.

RESISTANCE VALUES FOR RD AND RS:

Current	RD (Ω)	RS (Ω) for different speed units			
0 – 5mA	7.2	10.24	19.89	22.91	36.86
0 – 10mA	3.6	5.12	9.95	11.45	18.43
0 – 20mA	1.8	2.56	4.97	5.73	9.22
Unit →	deg	m/s	kt	mph	km/h

Kuva 9. Vastusarvot eri asetuksia käytettäessä. (Sääaseman dokumentit, 1994)

Tuulennopeusanturin mittaus suoritettiin kytkemällä laite pohjassa sijaitsevan liittimen kautta WAT12:sta, joka muuttaa arvot virtaviestiksi. Kuvassa 10. tuulennopeusanturi irroitettuna WAT12-laitteiston tukivarresta.



Kuva 10. Tuulennopeusanturi WAA15A. (Jarke Komulainen 2013)

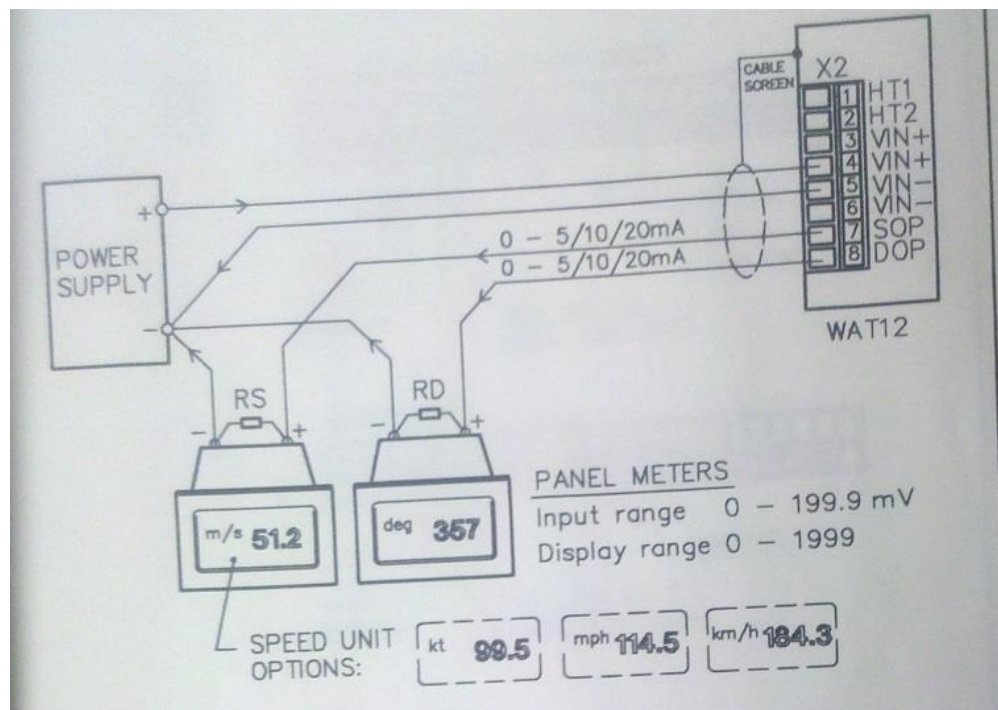
Mittalaitteelle tarvitaan 0–20 mA:n asetuksella 2.56 ohmin vastus (Sääseman dokumentit. 1994). testikytkentään käytettiin vastusta, jonka arvoksi mitattiin 2.7 ohmia. Arvoa ei saatu kyseisellä kytkennällä. Laitteelle suoritettiin ohjelehtisessä lyhyesti selostettu huoltotoimenpide listan mukaisesti.

1. Pyöritä tuulianturia, sen pitäisi pyöriä vapaasti. Jos näin ei käy, laitteen laakerit ovat luultavasti vaurioituneet.
2. Tutki näyttö, kaapelit ja liittimet.
3. Tarkista, että syöttöjännite on asetettu välille 10.5...15.5 VDC.
4. Kytke oskilloskooppi signaaliulostuloon (nasta C). Ulostulon pitäisi olla kantiaalto. Tarkista että ulostulon aaltomuoto vastaa sensorin spesifikaatiota. Ulostulevan pulssin pitäisi olla yhtä kuin ”14 x kierroksien määrä”.
5. Jos ulostulo ei ole oikein, todennäköinen syy on vaurioitunut ledi tai fototransistori. Virta ledille pitäisi olla noin 15 mA, ja jännite diodin yli noin 1.7 V. Kun akseli pyörii, anemometrinn virrankulutus pitäisi olla noin 20 mA.
6. Huomioi että phototransistori reagoi myös näkyvään valoon. Päivänvalo ja muut valonlähteet pitää tästä syystä suojata, jos laitteistoa tarkistetaan kotelon ollessa avoinna.
7. Huomioi että joissakin Vaisalan i/f yksiköissä (WAT11, WAT12, WAT15, DMD21) virransyöttö ei ole jatkuvaa, vaan toimii esimerkiksi, 30...80 mikrosekunnin pulsseissa, jotka toistuvat noin joka 500 mikrose-

kunti. Tulisi myös tarkistaa, että virtapulssin aikana, sensorin ulostulo nousee yli 1.5 V. (Sääaseman dokumentit. 1994.)

Listauksen mukaisen koestuksen jälkeen todettiin laitteen antavan väärän muotoista signaalityyppiä. Mitattaessa lukusilmän osien toimintaa, todettiin D+-puoliskon olevan rikki, ja tästä johtuen laitteesta ei saatu ulos oikeaa mittatulosta aiemmilla mittauksilla. Vaisalaan otettiin yhteyttä sähköpostilla ja pyydettiin tietoa mahdollisista varaosista, jotta laitteisto saataisiin kuntoon. Laite on mahdollista korjata lähettämällä se Vaisalalle huollettavaksi. Huoltoa ei suoritettu kustannusteknisistä ja aikataulullisista syistä.

Tuulennopeuden ja suunnan mittalaitteiden testikytkentä suoritettiin alla olevan kuvassa 11. näkyvän kytkentäkuvan mukaisesti.



Kuva 11. Kytkennät tuulennopeuden ja suunnan mittaukseen (Sääaseman dokumentit. 1994).

4.3.3 Tuulen suunta-anturi

Laitteen toiminta varmistettiin tekemällä laitteelle sen ohjeen mukaiset testit fyysisestä toimintakunnossa ennen kytkentöjä. Laitteen vapaa liikkuminen todettiin pyörittämällä sitä ja samalla kuunneltiin pitääkö se ääntä. Laite pyöri lähes äänettömästi eikä sen liike pysähtynyt tai tökkinyt. Laitteen toimintakunto todettiin hyväksi. Ulkoisia vahinkoja ei myöskään havaittu silmämääräisessä tarkistuksessa. Kuvassa 12. tuulensuunta-anturi irroitettuna WAT12-laitteiston tukivarresta.



Kuva 12. Tuulensuunta-anturi WAV15A. (Kuva: Jarke Komulainen, 2013)

Koekytkenälle tarvittiin mittaustuloksen saamiseksi vastukset. Vastuksien arvot löydettiin suoraan Vaisalan WAT12:sta ohjekirjasta. Kytkenäksi valittiin aiemminkin käytössä ollut kytkentätapa 1. WAT12:sta ohjekirjasta. Kytkentään tarvitaan yleismittari, tasajännitevirtalähde, 1.8 ohmin vastus (käytössä 0–20 mA:n virta) sekä riittävä määrä johtoja, jotta kytkentä voidaan toteuttaa. Vastuksen arvo muuttuu, jos kytkentään käytetään eri kytkentätapavaihtoehtoa. Muut arvot vastukselle ovat: 0–5 mA:n virralla 7.2 ohmia ja 0–10 mA:n virralla 3.6 ohmia. (Sääseman dokumentit. 1994.)

Käytetyt vastukset mitattiin ennen kytkentää ja todettiin valitun vastuksen olevan 1.9 ohmia toivotun 1.8 ohmin sijasta. Koekäytön kannalta tällä ei kuitenkaan ollut merkitystä, koska tarkoituksena oli vain varmistaa laitteen toiminta lapaa asetettaessa eri suuntiin. Tämä todettiin toimivaksi ja laite voidaan puhdistuksen jälkeen ottaa käyttöön. Kalibrointi tarkastetaan erikseen myöhemmässä vaiheessa.

Kaikki kytkennät tehtiin ja tarkastettiin kaikkien laitteiden ollessa jännitettäviä, jännite kytkettiin vasta tarkastuksien ja liitäntöjen jälkeen.

Mittauskytkentä toteutettiin kytkemällä ensin laitteeseen virransyöttö virtalähteeltä. Virtalähteelle kytkettiin valkoinen (+johdin) ja ruskea (-johdin). WAT12 tuleva vihreä johdin (tuulen suunta) kytkettiin vastukseen (+puoli) ja vastuksen toinen jalka kytkettiin virtalähteen -johtimeen. Tämän jälkeen yleismittari kytkettiin vastuksen jalkoihin liittäen -johdin (cm) vastaavaan vastuksen jalkaan ja +johdin yleismittarin jännitemittaus liittimeen. Yleismittarista valittiin mV:n tasajännite asetus. (Sääaseman dokumentit. 1994.)

Liitäntöjen tarkastuksen jälkeen laitteistoon kytkettiin jännite. Jännitteen ollessa päällä tarkkailtiin vaihtuvatko jännitelukemat halutulla tavalla la-paa käännettäessä. Todettiin laitteiston reagoivan asennon muutoksiin tois-tuvasti samalla tavalla. Tästä pääteltynä laite todettiin toimintakuntoiseksi.

4.4 Mitattavat suureet

Laitteisto kykenee mittaamaan tuulenopeuden, tuulensuunnan, lämpöti-lan sekä suhteellisen ilmankosteuden.

4.5 Alkuperäiset mittalaitteet

Alkuperäiset anturin ovat peräisin Vaisalalta. Alkuperäinen tilaus on tehty 17.12.1993 (Sääaseman dokumentit. 1994). Tiedot tilauksista ja päivämää-ristä on noudettu alkuperäisistä dokumenteista, joista myös antureiden tie-dot on haettu. Lisätietoja alkuperäisistä laitteista liitteessä 1.

4.5.1 Tuulenopeusanturi

Tuulenopeusanturin tekniset tiedot ovat seuraavat: (Sääaseman dokumen-tit. 1994.)

- Tyypikuvaus: Optoelektroninen anemometri
- Tyyppi: WAA15A
- Pyörimiskynnys: 0.3–0.4 m/s
- Mittausalue: 0.4–75 m/s
- Resoluutio: 0–1 m/s
- Tarkkuus: ± 0.1 m/s (nopeus alle 10 m/s) 2 prosenttiyksikköä yli 10 m/s

4.5.2 Tuulen suunta-anturi

Tuulen suunta-anturin tekniset tiedot ovat seuraavat: (Sääaseman doku-mentit. 1994.)

- Tyypikuvaus: Optoelektroninen tuuliviiri (6-bitin Gray koodi)
- Tyyppi: WAV15A
- Pyörimiskynnys: 0.3 m/s
- Asettumisvakio: 1.0 m
- Mittausalue: 0–360°

- Resoluutio: 5.63°
- Tarkkuus: 2.8°

4.5.3 Ilman lämpötila- ja kosteusanturi

Ilman lämpötila -ja kosteusanturin tekniset tiedot ovat seuraavat: (Sääaseman dokumentit. 1994.)

- Tyyppe: HMP35D
- Lämpötila-anturi:
 - o Tyyppe: Pt 100-vastus
 - o Mittausalue: -40...+60 °C
 - o Resoluutio: 1/3 DIN 43760B
 - o Tarkkuus: 1/3 DIN 43760B (± 0.1 °C at 0 °C)
- Kosteusanturi:
 - o Tyyppe: Kapasitiivinen ohutkalvoanturi
 - o Mittausalue: 0–100 RH %
 - o Resoluutio: 1 %RH
 - o Tarkkuus: 1 %RH (verrattuna tehdasreferenssiin)
 - o Tarkkuus: 2 %RH (verrattuna siirrettävään referenssiin 0...90 %)
 - o Tarkkuus: 3 %RH (verrattuna siirrettävään referenssiin 90...100 %)

5 KALIBROINTI

Laitteistoa ei kalibroitu, mutta suunnitellut kalibrointimenetelmät on esitetty tässä luvussa lyhyesti.

5.1 Tuulennopeusanturi

Kalibrointiin oli tarkoitus käyttää koulun laboratoriosta löytyvää tuulisimulaattoria, jonka avulla tuulennopeutta voidaan hallita. Tämän avulla anturin toiminnan tarkastaminen ja mahdollinen kalibrointi olisi ollut riittävän tarkka sääaseman toiminnalle.

5.2 Tuulensuunta-anturi

Suunta-anturin kalibroinnista löytyy ohjeet laitteiston dokumenteista, joista ilmenee, että nollapiste (0 aste suunnassa) voidaan asettaa laitteen runkossa olevan merkinnän mukaan. Laitteen rakenne mahdollistaa vain yhteen asentoon asentamisen, joten mekaanista korjausta ei ole tarpeen tehdä, jollei laite ole vahingoittunut.

5.3 Ilman lämpötila -ja kosteusanturi

Pt100-vastuksen (lämpötila-anturi) kalibrointitarve on helppo määrittää käyttämällä jo valmiiksi kalibroituja verrokkimittaria. Jos kalibroinnille on tarvetta löytyy laitteen dokumenteista ohje yhden ja kahden pisteen kalibroinnille.

Kosteusanturin kalibrointi tarve voidaan määrittää myös käyttämällä verrokkimittaria. Jos tarve kalibroinnille todetaan, löytyy laitteen dokumenteista ohje kalibroinnille yhdenpisteen kalibroinnin avulla. Laite voidaan myös kalibroida kahdenpisteen kalibroinnilla.

5.4 Laitteiston valinnan perusteet

Alkuperäisen Vaisalan laitteiston kunnostus ja uudelleenkäyttöönotto valittiin laitteiston toiminnan ja tarkkuuden sekä osittain kustannuksien vuoksi parhaaksi vaihtoehdoksi toteuttaa työ.

5.5 Vanha laitteisto

Vanha laitteisto huollettiin ja todettiin toimimattomaksi. Laite on mahdollista huoltaa Vaisalan kautta, mutta tätä ei tehty kustannuksien vuoksi. Puhdistus ja koekäyttöjen toteutus ensimmäistä kertaa veivät hieman oletettua enemmän aikaa. Tästä johtuen vastaavan projektin teko ensimmäistä kertaa ei välttämättä ole kannattavaa rahallisesti varsinkaan, jos työ aiheuttaa seisokin esimerkiksi paperitehtaalla, koska kustannukset seisokista voivat olla yllättävän suuret verrattaessa uuden ja valmiiksi kalibroidun laitteiston asennusta ajankäytön aiheuttamien kustannuksien vuoksi.

5.6 Uusi laitteisto

Laitteistoa ei uusittu vastaavan tarkkuuden omaavien laitteiden kustannuksien vuoksi. Myöskään työn haastavuuden kannalta uusi laitteisto ei olisi tuonut vastaavaa haastetta työlle eikä opinnäytetyö olisi ollut yhtä laaja ja monipuolinen. Laitteistoa ja sen tarpeita kartoitattaessa todettiin vanhan laitteiston toimintakuntoon saattamisen olevan kannattamatonta. Tästä syystä uusia laitteita ei myöskään ollut tarvetta ostaa korvaamaan vanhoja.

5.7 Laajentaminen

Jos laitteisto kunnostotetaan tai korvataan uudella laitteistoon on mahdollista lisätä kaksi laitetta (huomioitava, että johdinpareja vapaana vain yksi molemmissa kaapeleissa). toinen lipputankoon A-talon katolle ja toinen A-talon seinälle WAT12-laitteiston rinnalle. Molempiin sijainteihin menevistä kaapeleista löytyy yksi vapaa johdinpari laajennuksille, joten lisättävien laitteiden on toimittava yhdellä johdinparilla. Taulukosta 2. nähdään valikoima mahdollisista lisättävistä sään mitattavista suureista.

Taulukko 2. Esimerkki lisättävistä suureista. (Taulukko: Jarke Komulainen, 2013)

Sademäärä	Ilmanpaine
Valoisuus	Salamatiheys
Pilvipeitto	Pilvien korkeus/peitto
UV-säteily	Kastepiste

Taulukon sisältämistä suureista UV-säteily ja ilmanpaine ovat mahdollisesti hyödyllisimmät suureet laajennettaessa laitteistoa. Vaikka laitteistossa on vain kaksi vapaata johdinparia yhteensä, on siihen mahdollista lisätä enemmän suureita vetämällä uusi kaapeli asennuskohteeseen. Virtalähde ja A/D-muunnin rajoittavat lisäämistä teknisten rajoituksiensa vuoksi.

5.8 Ongelmat

Laitteistoa kartoitettaessa oli kommunikointi suuren yrityksen (Vaisala) kanssa hieman hidasta ja tämä venytti opinnäytetyön etenemistä alkutaipaleella. Kommunikoinnin alettua ei kuitenkaan mitään ongelmia tai hidasteita tästä syystä enää ilmennyt. Seuraava ongelma tuli vastaan hyvin alkuvaiheessa laitteistoa kootessa. Yksi välisruuvimutteri puuttui anemometrissä. Tämä ongelma olisi ollut mahdollista ratkaista laitteen huoltoon lähettämisen yhteydessä.

Laitteen huolto oli mahdollista toteuttaa käyttämällä Vaisalan huoltopalvelua, jonka kautta koko laitteisto olisi tarkastettu, huollettu ja kalibroitu.

Lyhyt ohjeistus Vaisalan laitteistojen huollon toteutukseen. Ohjeet saatiin käyttöön Vaisalan kautta.

- Yhteys Vaisalan HelpDeskiin, pyydetään RMS-numero. Lisäksi kirjallinen arvio kustannuksista (ei mahdollista kaikissa tapauksissa) sekä arvio toimitusajoista, tämän jälkeen laitteen toimitus huoltoon ja jatketaan alkuperäisen suunnitelman mukaisesti kokoamalla laitteisto ja saattamalla se toimintakuntoon.

5.9 Tavoitteiden toteutuminen

Alkuperäisistä tavoitteista saavuttamatta jäi työn kuluessa laitteiston toimintakuntoon saattaminen. Tästä johtuen asetettiin uusi tavoite, saada laitteiston kartoitus opinnäytetyöhön kaikkine vaiheineen. Lisäksi tavoitteena oli mahdollistaa opinnäytetyön hyödyntäminen sääasemien tekniseen perustietämykseen sekä opinnäytetyön hyödyntäminen kartoittaessa sääasemaa muihin kohteisiin. Lisätty tavoite saavutettiin halutulla tavalla, joskin teoria osuudessa ei otettu huomioon kaikkia saatavilla olevia mittalaitteita ja niistä löytyviä standardeja sekä teknisiä tietoja.

6 ONGELMATILANTEET LAITTEISTON KÄYTÖSSÄ

Tämä pieni ohje on esimerkki muutamasta yleisimmästä vikatilanteesta, joita koulun sääasema voi kohdata alkuperäisellä kokoonpanollaan. Viat ovat mahdollisia myös vastaavalla kokoonpanolla toimivassa laitteistossa.

Laitteiston tietojen lähettäminen on riippuvainen laitteistoa käyttävän tietokoneen toiminnasta. Kyseinen tietokone on altis sähkökatkoille, jotka koskevat koulun sähköverkkoa. Sähkökatkon tapahduttua, kone on asetettava uudelleen toimintaan. Laitteistolla ei ole omaa varavirtaa (ei merkitystä, jos varavirta on suunniteltu), joten kaikki sen toiminnot lakkaavat sähkön kulun katketessa edes hetkellisesti.

Jos internetsivuilla ei näy jonkin mitattavan suureen arvoa, on vikana todennäköisesti kyseisen suureen antava mittalaite. Mittalaitteen toiminnan tarkastamiseksi tarkasta serverinä toimiva tietokone mahdollisten vikojen selvittämiseksi.

Laitteisto ei ole etäluettavissa, jos koulun lähiverkossa, internet yhteydessä tai HAMK:n palvelimilla on häiriöitä tai käyttökatkoksia. Verkkoyhteyteen liittyvät ongelmat ratkeavat normaalisti yhteyden palattua ja eivät täten tarvitse erillistä huomioita. Ongelmatilanteen jatkuessa verkkosoitteessa, on otettava yhteyttä sääasemasta vastuussa olevaan henkilöön ja pyydetävä tätä tarkastamaan laitteiston yhteydet ja tila.

Laitteiston tiivisteiden vaihtamatta jättäminen säännöllisin väliajoin aiheuttaa suurella todennäköisyydellä vuodon laitteiden rakenteisiin. Tämä tapahtui työssä tutkitulle laitteistolle kun hapertunut tiiviste oli jään ja veden vaikutuksesta murtunut, päästäen veden sisäänsä. Laitteen sisään päästyään alkoi vesi hapettaa laitteen piirilevyllä olleita komponentteja, sekä ruostutti laitteen laakerit. Laite ei siis enää kääntynyt ruosteisten laakereiden vuoksi, eikä se enää kyennyt tuottamaan mittaustuloksia piirilevyllä päässään veden vaikutuksesta.

Sääasema on altis myös ukkoselle varsinkin, laitetta ei ole maadoitettu kunnolla. Tästä syystä laitteen toiminnan lakkaaminen ukkoskuuron jälkeen on todennäköisesti aiheutunut salaman aiheuttamista vahingoista ja laite pitää avata vaurioiden toteamiseksi.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön edetessä kartoituksen merkitys projektin onnistumisen kannalta osoittautui hyvin suureksi tekijäksi. Työn kuluessa monet hyvin tarkasti suunnitellut vaiheet ja aikataulut pettivät syistä, joita ei voitu ennakoida. Tästä voidaan todeta, että aikataluja ja projektia suunniteltaessa on varattava hieman ylimääräistä aikaa mahdollisille yllättäville ongelmille.

Alkuperäisen sääaseman laitteistoon tutustuminen ja sen tutkiminen oli opinnäytetyön mielenkiintoisin sekä haastavin osuus. Laitteiston toimin-

nasta syntyi hyvä yleiskuva. Tietämys mittalaitteiden soveltamisesta sääasemien käyttöön kasvoi reilusti testikykentöjen ohjeita etsiessä ja vikoja käytännössä kartoitettaessa.

Teoriaosuuden toteutus työn myöhäisessä vaiheessa ei ollut paras ratkaisu, koska teoriaa kirjoitettaessa muutamat ongelmia tuottaneet vaiheet työssä selvenivät huomattavasti. Tulevissa projekteissa tulen tutustumaan teoriaan hieman enemmän ennen projektin toteuttamista. Teorian laaja ymmärtäminen helpottaa projektin toteutuksessa yllättävän paljon, luoden paremmat asetelmat projektin onnistumiselle.

Sääaseman tehokkaan toiminnan varmistaminen on haasteellista. Onnistukseen sääaseman toiminnan optimoinnissa pitää kartoitus suorittaa käyttäen siihen riittävästi aikaa. Lisäksi varmuus riittävän laajasta kartoituksesta projektin suunnitteluvaiheessa on tärkeää. Vastoin työn alussa olleita oletuksia, ei toteutus ollutkaan niin suoraviivaista ja yksinkertaista kuin oletin.

Toteuttaessani seuraavan projektin tulevaisuudessa, pystyn hyödyntämään tätä opinnäytetyötä projektin kartoituksessa ja toteutuksessa. Uskon tämän työn sisällön auttavan sääasemien suunnittelussa henkilöitä, jotka eivät ole aiemmin aiheeseen tutustuneet vastaavassa laajuudessa.

LÄHTEET

Automaattiset säähavainnot. n.d. Finavia. Viitattu 20.3.2013.
http://www.finavia.fi/tietoafinaviasta/lennonvarmistus/tekniset_jarjestelmat/automaattiset-saahavainnot

Ilmankosteus. n.d. Ilmatieteenlaitos. Viitattu 19.4.2013.
<http://ilmatieteenlaitos.fi/ilman-kosteus>

Ilmastonmuutos. n.d. Wikipedia, vapaa tietosanakirja. Viitattu 22.4.2013.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Ilmastonmuutos>

Kosteusanturi. Talotekniikka. Kajaanin ammattikorkeakoulu. H. Honkanen n.d, 6. Viitattu 31.4.2013.
http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/KAT_Anturit.pdf

Lämpömittari. n.d. Wikipedia, vapaa tietosanakirja. Viitattu 28.4.2013.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/L%C3%A4mp%C3%B6mittari>

Lämpötilan mittaus vastusantureilla. 3.2.2010, 11. Mittauskytkennät, nelijohdinkytkeä. Autio & Ronkanen Viitattu 10.4.2013.
http://www.tekniikka.oamk.fi/~timohei/k/T140203/Esitykset/Lampotilan_mittaus_vastusantureilla_kalvot.pdf

Mitattavat suureet. n.d. Envia Oy. Viitattu 20.3.2013.
www.envia.fi/saaasemat.html

Standardi EN 60751. n.d. SKS Automaatio. Viitattu 15.4.2013.
http://www.sks.fi/tuotteet/pt100-anturit_tekniikkaa

Sääaseman dokumentit. 1994. Vaisalan laitteiston alkuperäiset ohjelehtiset ja esitteet (punainen kansio, jonka sijainnin tietää Antti Aimo HAMK:n Valkeakosken yksikössä). Vaisala. Viitattu 5.6.2013.

Säähavainnot. n.d. Ilmatieteenlaitos. Viitattu 21.4.2013.
<http://ilmatieteenlaitos.fi/saahavainnot>

Ultrasonic wind sensor. n.d, 2 CV7. LCJ Capteurs.. Viitattu 2.5.2013.
http://www.pronav.fi/pdf/lcj_cv7_brochure.pdf

LAITELUETTELO

LAITE	TYYPPI	SARJANUMERO	TYYPPIKUVAUS	MITTAUSALUE	RESOLUUTIO
Tuulennopeusanturi	WAA15A	643567	Optoelektroninen anemometri	0.4 - 75 m/s	0 - 1 m/s
Tuulensuunta-anturi	WAV15A	651155	Optoelektroninen tuuliviiri	0 - 360°	5.63°
Tuulilähetin	WAT12	580544	Tuulilähetin		
Tuulipuomi	WAC15		Tuulipuomi		
Ilmanlämpötila -ja kosteusanturi	HMP35D				
Lämpötila-anturi	Pt100			-40 ... +60 °C	1/3 DIN 43760B
Kosteusanturi			Kapasitiivinen ohutkalvoanturi	0 – 100 RH %	1 %RH

Tuulennopeusanturi	TARKKUUS	PYÖRIMISKYNNYS	ASETTUMISVAKIO	MAHDOLLISET LISÄTIEDOT
Tuulensuunta-anturi	±0.1 m/s (Nopeus alle 10 m/s) 2% yli 10 m/s	0.3 - 0.4 m/s		
Tuulilähetin	2.8°	0.3 m/s	1.0 m	6-bittinen Gray koodi
Tuulipuomi				
Ilmanlämpötila -ja kosteusanturi				
Lämpötila-anturi				Sisältää lämpötila ja kosteusanturin
Kosteusanturi	1/3 DIN 43760B (±0.1°C 0°C asteessa)			